CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Mª Rut Jiménez Liso (Ed.)

Actas de los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Almería 9-12 de septiembre de 2008.

www.23edce.com

Editorial: Editorial Universidad de Almería

ISBN: 978-84-691-5088-7

D.L.: Al-963-2008

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

1. CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

1.1. El Cambio Climático: Algo más que un riesgo. Emilio Pedrinaci. pp. 1-36.

1.2. El estudio de los materiales químicos: una oportunidad para conseguir sinergias entre las materias de Química y de Ciencias para el Mundo Contemporáneo en el bachillerato. Aureli Caamaño. pp. 37-51

1.3. Ciencias para el Mundo Contemporáneo: Evaluación. Ana Oñorbe. pp. 52-66

1.4. Ciencias para el Mundo Contemporáneo: ¿Se puede enseñar sin modificar la enseñanza de las Ciencias? Antonio De Pro. pp. 67-80.

1.5. Aportaciones a Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

1.5.1. Ciencias para el mundo contemporáneo. El tratamiento de controversias en el aula y su evaluación. El caso de los alimentos transgénicos. Cabo, José M. Y Enrique, Carmen. pp. 81-90.

1.5.2. ¿Qué ciencias para qué mundo? Dumrauf, Ana; Cordero, Silvina; Mengascini, Adriana; Mordeglia, Cecilia. pp. 91-100.

1.5.3. Construcción de significado del concepto de sostenibilidad y su uso como justificación en la toma de decisión sobre un problema ambiental abierto. Araitz Uskola Ibarluzea; Gurutze Maguregi González*; Mª Pilar Jiménez-Aleixandre. pp. 101-111.

1.5.4. El microondas: de objeto cotidiano a objeto de enseñanza. Manuel Fernández González, Antonio Jesús Torres Gil. pp. 112-122.

1.5.5. ¿Contribuyen las actividades para el uso racional de energía eléctrica, propuestas en los textos de Secundaria, Al desarrollo de los perfiles argumentativos de la ciudadanía? García De Cajén, Silvia Beatriz, Domínguez Castiñeiras, José Manuel. pp. 123-133.

1.5.6. ¿Va a ser tan fácil el uso de las TICs en las ciencias para el mundo contemporáneo? Angel Ezquerro Martínez. pp. 134-148.

1.5.7. Análisis de una actividad orientada a promover la lectura crítica en las clases de ciencias. Begoña Oliveras, Neus Sanmartí. pp. 149-159.

1.5.8. Entrevistas a profesionales de limpieza, cocina y peluquería: un recurso para la búsqueda de información. Mª Ángeles Sánchez Guadix, Mª Ruth Jiménez Liso Y Esteban De Manuel Torres. pp. 160-168.

1.5.9. ¿Qué destrezas relacionadas con la resolución de problemas utilizan los alumnos de bachillerato al estudiar el terremoto de pisco (perú)? Martín Ibáñez, Mª Belén Y Jaén García, Mercedes. pp. 169-178.

1.5.10. Cambio Climático ¿Qué está pasando?: Aprendiendo a argumentar científicamente a partir de la reflexión crítica. Pipitone, Maria Carolina; Sanmartí, Neus. pp. 179-187.

1.5.11. Impacto a largo plazo de la visita al miramón kutxaespacio de la ciencia con estudiantes de magisterio. Díaz Palacio, M.P., Echevarria Ugarte, I., Morentin Pascual M. Y Cuesta Lorenzo M. pp. 188-198.

1.5.12. El Proyecto Iberoamericano de Evaluación CTS: un diagnóstico del pensamiento del profesorado para mejorar su formación. Ángel Vázquez Alonso Y María-Antonia Manassero. pp. 199-206.

1.5.13. Fraude en ciencia: un aspecto CTSA casi olvidado. Àgueda Gras-Velàzquez, Elizabeth Mora Torres, Erika Patricia Daza Pérez, O. Yamile Pedraza Jiménez, Ana Gurrola Togasi, Yuri Milachay Vicente, Anthony Macedo Ardiles, Enric Ripoll I Mira, Albert Gras-Martí. pp. 207-215.

1.5.14. Alfabetización científica en secundaria a través de ciencias para el mundo contemporáneo. Lupión Cobos, Teresa Y Garrido Jiménez, Luis Fernando. pp. 216-231.

1.5.15. La revolución en las comunicaciones. Una propuesta didáctica para ciencia en el mundo contemporáneo. Josefa Rubio Cascales. pp. 232-245.

2. LA FORMACIÓN INICIAL EN DCE DEL PROFESORADO DE INFANTIL, PRIMARIA Y SECUNDARIA.

2.1. LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN EDUCACIÓN INFANTIL. SUSANA GARCÍA BARROS. PP. 246-255.

2.2. ¿CÓMO ORIENTAR LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE PRIMARIA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES? PEDRO CAÑAL. PP. 256-264.

2.3. FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA. CONXITA MÁRQUEZ. PP. 265-274.

2.4. APORTACIONES PARA LA FORMACIÓN INICIAL EN DCE DEL PROFESORADO.

2.4.1. Concepciones acerca del mundo y acerca de la educación ambiental y motivación de estudiantes de magisterio. Uskola, Araitz Y Mendiburu, Intza. pp. 275-284.

2.4.2. Un taller de ciencia en el contexto del proyecto europeo polen: desarrollo de competencias profesionales en la formación inicial del profesorado. Mercè Junyent & Lídia Ochoa. pp. 285-298.

2.4.3. Las reglas de juego en el tratamiento del descomponer y el quemar. Cristian Merino Rubilar, Mercè Izquierdo Aymerich. pp. 299-313.

2.4.4. Ideas de los estudiantes de magisterio sobre el concepto de interacción entre cuerpos. Morentin, M. Y Guisasola, J. pp. 314-323.

2.4.5. La nutrición humana en la educación obligatoria. Dificultades y análisis conceptual. Juan Carlos Rivadulla López, Susana García Barros Y Cristina Martínez Losada. pp. 324-335.

2.4.6. Contenidos de ciencias en la formación de maestros. Jesús Pérez Ceballos Y Corina Varela Calvo. pp. 336-343.

2.4.7. Obstáculos y dificultades de los maestros en formación inicial en el diseño de unidades didácticas de enfoque investigador: el inventario general de obstáculos. Pedro Cañal; Ana M. Criado; Nelly J. Ruiz. pp. 344-353.

2.4.8. Pensar en la escuela primaria para pensar en la formación de su profesorado, desde la DCE, en el marco del nuevo grado. Rosa Mª Pujol Vilallonga. pp. 354-361.

2.4.9. La progresión de las concepciones de los futuros maestros sobre la presentación de los contenidos a los alumnos. Rosa Martín Del Pozo; Rafael Porlán Y Ana Rivero. pp. 362-371.

2.4.10. La innovación docente en didáctica de las ciencias a través de evaluación formativa. Vallés Rapp, Cristina Y López Luengo, Mª Antonia. pp. 372-383.

2.4.11. Una experiencia de trabajo interdisciplinar en la formación inicial de maestros. Josep Bonil, Conxita Màrquez, Teresa Ribas, Oriol Guasch. pp. 384-390.

2.4.12. Problemas para aprender ciencias: algunas propuestas para su diseño y ejemplos. Mercè Izquierdo, Digna Couso Y Cristian Merino. pp. 391-399.

2.4.13. Las preguntas en el proceso educativo, una reflexión necesaria en la formación del profesorado. Montserrat Roca Tort. pp. 400-409.

2.4.14. Autoevaluación, coevaluación y evaluación del profesorado en el trabajo cooperativo: ¿son coincidentes? Puigcerver, M., Colomer, M., Duran, H., García, P., Gold, G., Miró, A., Sanz, M.C. Y Llitjós, A. pp. 410-418.

2.4.15. De la gallina sin cabeza a la formación del suelo: preguntas en el aula de primaria. Mª José Gil Quílez Y Mª Begoña Martínez Peña. pp. 419-427.

2.4.16. El cambio didáctico: desde el conocimiento técnico al conocimiento profesional de profesores de enseñanza secundaria. Bartolomé Vázquez Bernal; Roque Jiménez Pérez Y Vicente Mellado Jiménez. pp. 428-436.

2.4.17. Por un modelo unitario de formación inicial del profesorado de ciencias en educación primaria y secundaria. F. Javier Perales Palacios y Grupo de Investigación “Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad”. pp. 437-446.

2.4.18. La formación inicial en didáctica de las ciencias en un curso de especialización en educación secundaria. José María Oliva Martínez. pp. 447-457.

2.4.19. Actitudes e ideas previas sobre la docencia y la formación docente en los aspirantes a profesores de ciencias experimentales. Alfonso Pontes Pedrajas Y Rocío Serrano Rodríguez. pp. 458-467.

2.4.20. ¿Qué concepciones curriculares del profesorado de ciencias en formación inicial pueden suponer un obstáculo? Emilio Solís Ramírez, Rafael Porlán Ariza Y Ana Rivero García. pp. 468-482.

2.4.21. Termorregulación en lagartos: estudio de los modelos elaborados por profesores de ciencias en formación inicial. Erika Patricia Daza Pérez; Royman Pérez Miranda Y Albert Gras Martí. pp. 483-499.

2.4.22. Visita al jardín botánico “El Albardinal”: mucho más que ecoturismo escolar. Márquez Fernández, Mª Macarena; Jiménez Fernández, Rocío; Murillo Yélamos, Jose Y Jiménez Liso, Mª Rut. pp. 500-507.

2.4.23. El trabajo cooperativo para la mejora del diseño de las unidades didácticas: una experiencia de formación inicial de profesorado de ciencias de secundaria. Anna Marbà-Tallada. pp. 508-517.

2.4.24. Tratamiento de los conceptos de población y especie en las aulas. Jiménez Tejada, M. P.; Hódar, J. A. Y González García, F. pp. 518-529.

2.4.25. Cómo analizan los profesores de secundaria en formación un planteamiento didáctico sobre reproducción. Susana García Barros Y Cristina Martínez Losada. pp. 530-543.

2.4.26. ¿Y ahora qué hay que hacer?: introducción a la indagación en la formación del profesorado de educación primaria. Milagros De La Gándara Gómez Y Ángel Luis Cortés Gracia. pp. 544-551.

2.4.27. Diagnóstico de la actividad experimental en educación primaria en Navarra. Primeros resultados. Javier Arlegui De Pablos, Julia Ibarra Murillo, Miguel Rodríguez Wilhelmi, Maria José Gil Quílez. pp. 552-561.

2.4.28. El conocimiento que pone en juego un profesor de física cuando diseña la enseñanza del tema electrodinámica y la vinculación con su formación. Roa, Magdalena; Rocha, Adriana L.; Islas, Stella M. pp. 562-573.

2.4.29. Contexto histórico de la primera ley de la dinámica. Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. Y Solano Martínez, I. pp. 574-582.

2.4.30. Percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum sobre las clases reales de ciencias de educación primaria. Teresa Escobar Benavides Y José Eduardo Vílchez López. pp. 583-592.

3. TEMA LIBRE

3.1. La Formación Permanente Del Profesorado En Didáctica De Las Ciencias Experimentales

3.1.1. Análisis del contraste en un contexto multicultural y de formación de maestros en educación para la sostenibilidad. M. Mercè Guilera, Mariona Espinet I Rosa M Pujol. pp. 593-598.

3.1.2. ¿Es el proyecto didáctico de área, el documento de referencia para la programación de aula del profesorado de ciencias de la naturaleza? Concepción González Rodríguez, Cristina Martínez Losada Y Susana García Barros. pp. 599-606.

3.1.3. Diseño de un curso introductorio de didáctica de ciencias experimentales para profesores de distintos niveles educativos. Delgado Herrera Teresa, Alonso Viveros Guadalupe, Flores Almazán Susana Y Trejo Candelas Luis Miguel. pp. 607-624.

3.1.4. La formación docente de los profesores universitarios de ciencias. Aportes desde la investigación en didáctica de las ciencias. Andrea Soledad Farré Y María Gabriela Lorenzo. pp. 625-632.

3.1.5. Palabras desde el camino: reconstrucción de una experiencia de investigación colaborativa en educación en ciencias naturales. Mengascini, A.; Cordero, S.; Marsiglia, M.; Herrero, G. Y Dumrauf, A. pp. 633-642.

3.1.6. De las actividades curriculares científicas "tradicionales" a las actividades científicas escolares "auténticas". Aportes para el debate de una "nueva clase de ciencias". Eduardo Ravanal Moreno Y Mario R. Quintanilla Gatica. pp. 643-650.

3.1.7. Investigación-acción: una experiencia de docentes de primaria y secundaria en una escuela argentina. Silvia Porro, Viviana Beker, Mónica Incicco Y Karina Ponce. pp. 651-661.

3.1.8. Propuesta de un curso sobre química y cultura científica para la formación continua del profesorado. Soledad Esteban Santos Y Javier Pérez-Esteban. pp. 662-669

3.1.9. La reflexión e investigación sobre la práctica. Una experiencia en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria. Enrique España Y Ángel Blanco. pp. 670-673.

3.2. Naturaleza De La Ciencia. Historia Y Filosofía De La Ciencia

3.2.1.Educación química desde la historia de la ciencia. Propuestas para la actividad científica escolar. Johanna Patricia Camacho González, Mario Quintanilla. pp. 674-681.

3.2.2.La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente. Un estudio colectivo de casos. Cuellar, L . Y Quintanilla, M. pp. 682-687

3.2.3.El concepto de movimiento de los escolásticos del siglo XIII. Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. Y Solano Martínez, I. pp. 688-695.

3.2.4.Resumen histórico de la investigación en enseñanza. Fernández Durán, E., Jiménez Gómez, E. Y Solano Martínez, I. pp. 696-705.

3.2.5.Ciencia y no-ciencia. Algunos criterios para su discusión en el aula. José Rutilio Márquez López, Consuelo Specia Cabrera, Lidia Meléndez Balbuena, Anabella Handal Silva Y Leopoldo Castro Caballero. pp. 706-713.

3.3. Ideas Y Modelos En Ciencias

3.3.1.Comparación de un modelo expositivo y de un modelo individualizado en la enseñanza en inglés de física y química a nivel universitario con alumnos internacionales. Raquel Fernández Cézar y Constancio Aguirre. 714-724.

3.3.2.La comprensión de la evolución: diferencias entre los estudiantes de alto y bajo rendimiento en el procesamiento de la información científica. Juan José Fernández Rivera; Vicente Sanjosé Y Eduardo Vidal-Abarca. pp. 725-731.

3.3.3.Problemática de aprendizaje de la termodinámica química. Iria Pereira García Y José Manuel Domínguez Castiñeiras. pp. 732-751.

3.3.4.Modelos a régimen transitorio. Lucila Méndez Chávez, Antonio Valiente Barderas. pp. 752-761.

3.4. Analogías Y Comunicación En La Enseñanza De Las Ciencias

3.4.1.Recursos para la comprensión de escalas y órdenes de magnitudes en ciencias. Constancio Aguirre Pérez. pp. 762-775.

3.4.2.Ejemplificación del método de aprendizaje con analogías. Carmelo Tejera, Juan José Marrero, Nicolás Elórtegui, Benigno González Y José Fernández. pp. 776-787.

3.4.3.Modelos argumentativos del alumnado de 4º de E.S.O. sobre el movimiento relativo. Domínguez Castiñeiras, Xosé Manuel, Prado Orbán, Xabier. pp. 788-802.

3.4.4.Diseño de una propuesta didáctica: uso de varias analogías para la comprensión del modelo cinético – particular. Sánchez Blanco, Gaspar; Valcárcel Pérez, Mª Victoria; González González, M. Benigno; Pro Bueno, Antonio De. pp. 803-815.

3.4.5.La cuestión de la sintaxis y de la semántica en la negociación de significados para la enseñanza de la física. José Luís Nami Adum Ortega Y Cristiano Rodrigues De Mattos. pp. 816-827.

3.4.6.Técnica de análisis didáctico del átomo de Bohr como sistema planetario. Juan José Marrero; Nicolás Elórtegui, Carmelo Tejera, Y José Fernández. pp. 828-844.

3.5. Análisis De Propuestas Didácticas Elaboradas

3.5.1.Aprendiendo el modo de conocer de la ciencia: el caso de la visión y el color. Bravo, Bettina; Pesa, Marta Y Pozo, Juan Ignacio. pp. 845-854.

3.5.2.Edificaciones para un futuro sostenible. Unidad didáctica para la ESO en el marco del PSE – ARFRISOL. Rafael López-Gay. pp. 855-864.

3.5.3.La unidad didáctica: “tengo un sol de casa” para educación infantil. Miembros De ARFRISOL-Educación (Infantil Y Primaria): Alberto Dopazo González; Fernando García Pastor; Mª Esther López Torres; Mª Mercedes Martínez Aznar) (Coordinadora); Pilar Rebolleda Tobar Y Mª Paloma Varela Nieto. pp. 865-876.

3.5.4.¿Cómo construir la competencia de resolución de problemas en termodinámica clásica? Susana Flores Almazán, Luis Miguel Trejo. pp. 877-887.

3.5.5.Propuesta didáctica sobre herencia de caracteres en educación infantil. Ana M. Abril Gallego Y Teresa Granda Barrena. pp. 888-898.

3.5.6.Secuencia de enseñanza sobre el tema disoluciones: resultados de su aplicación. Falicoff, Claudia B.; Ortolani, Adriana E.; Odetti, Héctor S.; Domínguez Castiñeiras, José M. pp. 899-917.

3.5.7.Una propuesta de enseñanza del equilibrio químico en el nivel previo a la universidad. Adriana Rocha, Jose Manuel Domínguez Castiñeiras Y Eugenio García-Rodeja. pp. 918-929.

3.5.8.Reflexiones para el diseño de una unidad didáctica sobre circuitos eléctricos en educación primaria. Antonio De Pro Bueno Y Fco. Javier Rodríguez Moreno. pp. 930-942.

3.5.9.Secuencia de actividades para la enseñanza de la relatividad en 4º de ESO. Prado Orbán, Xabier; Domínguez Castiñeiras, Xosé Manuel. pp. 943-955.

3.6. Enseñanza-Aprendizaje Por Investigación En Torno A Problemas

3.6.1.Campos conceptuales y aprendizaje de la física: un estudio con alumnos de 14-15 años. Sandra Maria Borges Oliveira J. Mariano Merino De La Fuente Margarida Lopes Rodrigues Liberato. pp. 956-966.

3.6.2.La resolución de problemas científicos en el estudio de algunos conceptos termoquímicos. Aportes para la formación inicial del profesorado. Roxana Jara C.; Mario R. Quintanilla G. Carol Joglar C. pp. 967-975.

3.6.3.Iconicidad, estrategias y habilidades científicas. Un estudio basado en el concepto de homeostasis. José Antonio Naranjo Rodríguez, Liliana Mayoral Nouveliere Y Francisco González García. pp. 976-986.

3.6.4.Identificación, caracterización y promoción de competencias de pensamiento científico mediante la resolución de problemas en estudiantado de secundaria. Quintanilla, Mario. Labarrere, A. Díaz, L. Santos, M., Ravanal, E., Cuellar, L., Camacho, J., Soto, F., Joglar, C., Jara, R., Ramírez, P. pp. 987-993.

3.6.5.Un problema abierto en flujo de fluidos. Antonio Valiente Barderas, Lucila Méndez Chávez. pp. 994-1003.

3.6.6.Influencia de los entornos integradores y contextualizados de aprendizaje en el pensamiento critico, estrategias de aprendizaje y

rendimiento académico en un curso de fisica. Iván R. Sánchez Soto. pp. 1004-1013.

3.7. Análisis De Libros De Texto

3.7.1.La combustión en los libros de texto de educación primaria: ¿ayuda u obstáculo para el aprendizaje? Ángel Blanco Y Amanda Carrasquilla. pp. 1014-1024.

3.7.2.El aprendizaje de la dinámica en la ESO en la región de Murcia: ¿es sólo un problema del alumnado? Candelaria Fernández Ramos Y Antonio De Pro Bueno. pp. 1025-1035.

3.7.3.Cómo abordan algunos medios de comunicación los problemas relacionados con la conservación del medio ambiente. Jaén García, Mercedes. González Lidón, Noelia. pp. 1036-1046.

3.7.4.¿Hay criterios unánimes en los modelos moleculares químicos que se enseñan en las distintas etapas de la educación secundaria? Benarroch Benarroch, Alicia; Matus Leites, Liliana. Perales Palacios, Francisco Javier. Nappa, Nora Raquel. pp. 1047-1057.

3.7.5.Los seres vivos en las actividades de enseñanza que se emplean en los niveles educativos iniciales. Cristina Martínez Losada, Susana García Barros Y María Garrido Portela. pp. 1058-1068.

3.7.6. Los contenidos relacionados con las aguas subterráneas en los textos de estudio, más allá del modelado kárstico. Gracia Fernández Ferrer, Francisco González García Y Francisco Javier Carrillo Rosúa. pp. 1069-1078.

3.8. TIC Para La Enseñanza De Las Ciencias

3.8.1.Experiencias del uso de las TIC en la elaboración de trabajos de ciencias en 4º de la ESO. Adrián Ponz Miranda. pp. 1079-1084,

3.8.2.Huellas moleculares de la evolución celular, la teoría endosimbiótica. Carlos De Paz Villasenín Y Luís José Míguez Rodríguez. pp. 1085-1094.

3.8.3.Hipertexto para la enseñanza de problemas numéricos sobre magnitudes químicas básicas. José Eduardo Vílchez López. pp. 1095-1106.

3.8.4.Círculos de reflexión docente como una estrategia para la apropiación de las TICs en la enseñanza de las ciencias: el proyecto FLEXITIC. Eduardo Meyer Aguilera, Jose Garrido Miranda Cristian Merino Rubilar Evelyn Mujica Appiani. pp. 1107-1117.

3.8.5.La utilización de las pizarras digitales interactivas en la enseñanza de la física y química en secundaria. Rafael Muñoa Anabitarte Y Mercedes Ruiz Pastrana. pp. 1118-1129.

3.8.6.Aprendiendo sobre el equilibrio químico mediante investigación dirigida con laboratorios virtuales. José Luís Sierra Fernández, Ana María García Campaña, Juan Manuel Bosque Sendra, Monsalud Del Olmo Iruela, M. Rosario Blanc García, Fermín Alés Barrero Y Laura Gámiz Gracia. pp. 1130-1140.

3.8.7.PARTNER: radioastronomía para estudiantes. Propuesta didáctica para su implementación en el aula. Juan Ángel Vaquerizo Gallego. pp. 1141-1156.

3.9. MISCELÁNEA

3.9.1.Bases de datos en el inicio de una investigación. Aplicación a conceptos científicos. Corina Varela Calvo Y Jesús Pérez Ceballos. pp. 1157-1165.

3.9.2.Una propuesta de instrumento de evaluación continua: la rúbrica o plantilla de evaluación en la formación inicial del profesorado. Mario Ferreras Listán, Ana María Wamba Aguado. pp. 1166-1175.

3.9.3.La presencia de la diversidad en los currículos oficiales. Un estudio comparativo. Fuentes Silveira, M. J., García Barros, S. Y Martínez Losada, C. pp. 1176-1186.

3.9.4.El profesorado de ciencias experimentales como promotor de estilos de aprendizaje profundo. Quesada, A., Ariza, M.R., Quijano, R., Ocaña, M.T. pp. 1187-1195.

3.9.5.Importancia de la percepción de los riesgos ambientales en la formación inicial del profesorado. Hortensia Morón Monge, Ana Mª Wamba Aguado; Santiago Aguaded Landero. pp. 1196-1209.

3.9.6. Determinación videométrica del coeficiente de restitución. Cristina Trillo, Félix Quintero, Fernando Lusquiños. pp. 1210-1216.

3.9.7. Método para la determinación experimental del centro de gravedad de un cuerpo humano. Fernando Lusquiños Rodríguez, Félix Quintero Martínez, Mª Cristina Trillo Yáñez. pp. 1217-1223.

3.9.8. Método para la determinación experimental de los momentos principales del cuerpo humano. Fernando Lusquiño y Félix Quintero. pp. 1224-1231.

3.9.9.Estudio comparativo acerca del rendimiento académico de los alumnos de la diplomatura en maestro en función de la metodología docente utilizada (método tradicional vs ECTS). Ocaña Moral, María

Teresa; Quijano López, Rocío; Quesada Armenteros, Antonio Y Romero Ariza, Marta. pp. 1232-1243.

4. METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES.

4.1. ALGUNAS PREGUNTAS BÁSICAS SOBRE LOS MODOS DE 'HACER CIENCIA' EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y UN EJEMPLO DE ANÁLISIS CRÍTICO EN UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE METODOLOGÍA CUANTITATIVA. VICENTE SANJOSÉ. PP. 1244-1255.

4.2. CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE MAPAS COGNITIVOS EN EL ANÁLISIS DE CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS DEL PROFESORADO DE CIENCIAS. VICENTE MELLADO. PP. 1256-1269.

4.3. METODOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA UTILIZACIÓN DEL VIDEO EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. JAUME AMETLLER. PP. 1270-1283.

4.4. TENDENCIAS METODOLÓGICAS CONTEMPORÁNEAS DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. JOSÉ GUTIÉRREZ. PP. 1284-1308.

EL CAMBIO CLIMÁTICO: ALGO MÁS QUE UN RIESGO

Emilio Pedrinaci

> *"El progreso humano no es ni automático ni inevitable. El futuro ya está aquí y debemos enfrentar la cruda urgencia del ahora. En este acertijo constante que implica la vida y la historia, la posibilidad de llegar tarde existe. Podemos rogarle desesperadamente al tiempo que detenga su paso, pero el tiempo es sordo a nuestras súplicas y seguirá su curso. Sobre montañas de blancas osamentas y desperdicios de múltiples civilizaciones se observan las terribles palabras: Demasiado tarde".*
>
> Martin Luther King

INDICE

INTRODUCCIÓN

1.- POR QUÉ SE HA ELEGIDO ESTA CUESTIÓN

2.- QUÉ RELACIONES TIENE CON EL CURRICULO DE CMC

3.- QUÉ DIFICULTADES OFRECE Y CÓMO PUEDEN FRANQUEARSE

4.- UNA SECUENCIA ENTRE MUCHAS

5.- PROGRAMA DE ACTIVIDADES Y SUGERENCIAS PARA SU TRATAMIENTO

6.- CÓMO PUEDE EVALUARSE. ALGUNAS PROPUESTAS

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y RECURSOS EN LA RED

8.- PARA EL AULA: PROGRAMA DE ACTIVIDADES

8.- PARA EL AULA: PROGRAMA DE ACTIVIDADES

En función de lo señalado en los apartados anteriores se presenta un programa de actividades con una de las secuencias posibles. La dinámica de la clase puede aconsejar la introducción de ajustes en el itinerario trazado.

En todo caso, se trata de un **programa de actividades abierto que deberá adaptarse a las características del alumnado** de cada aula. Aunque no es posible prever esas características hay, no obstante, un primer nivel de acercamiento que puede predecirse sin demasiado riesgo. Se deriva de que CMC es una asignatura común y, por tanto, será trabajada con estudiantes del bachillerato de ciencias, pero también con los de artes y humanidades. Esta circunstancia se ha tomado en consideración, de manera que **la propuesta que sigue permite una adaptación a una diversidad de perfiles de estudiantes**. Así:

- La mayor parte de las actividades pueden realizarse con varios niveles de profundización. En consecuencia pueden trabajarse con el alumnado de diferentes bachilleratos y con estudiantes de distinto nivel dentro de la misma aula.
- Se han introducido actividades elementales que, en según qué casos, pueden resultar innecesarias, bastará con saltárselas.
- Se han introducido actividades más complejas pensando en el alumnado de ciencias. Son actividades que conviene realizar siempre que las circunstancias lo permitan pero que, en todo caso, es posible formarse una idea suficientemente clara de la cuestión sin necesidad de hacerlas.

De cualquier forma, aunque se ha pretendido ofrecer una propuesta completa susceptible de ser llevada al aula, obviamente, no es necesario adoptarla íntegramente. Puede tomarse como un “menú” del que cada enseñante elige sólo aquello que le interese.

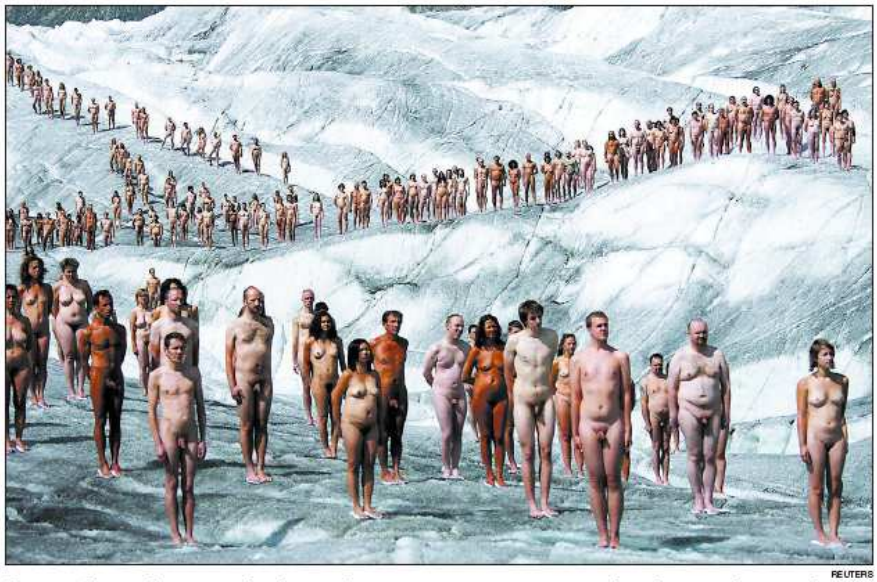
A.01. Todo lo que querías saber sobre el cambio climático

K. Dervis y A. Steiner en el Informe sobre el Desarrollo Humano 2007-2008 publicado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) señalan que *"Las medidas que tomemos hoy con respecto al cambio climático tendrán consecuencias que perdurarán por un siglo o más. Los gases que retienen el calor y que enviemos a la atmósfera en 2008 permanecerán allí hasta 2108 y más. Por lo tanto, lo que decidamos hacer hoy no sólo afectará nuestra propia vida, sino aún más la vida de nuestros hijos y nietos*."

Para llamar la atención sobre la urgencia de adoptar decisiones con respecto al cambio climático en una situación que es calificada como de "urgencia planetaria", 600 personas posaron desnudas en agosto de 2007 sobre un glaciar de Suiza que se halla en retroceso.

Figura A.01 Desnudos en el glaciar

EL PAÍS, domingo 19 de agosto de 2007



REUTERS

Desnudos sobre un glaciar suizo para protestar por el calentamiento global

Unas 600 personas posaron ayer para Spencer Tunick, el famoso fotógrafo especializado en retratar multitudes desnudas. Y lo hicieron sobre un glaciar, el de Aletsch, en Suiza. La imagen forma parte de una campaña de la organización ecologista Greenpeace, con la que pretende simbolizar la fragilidad de los glaciares y del cuerpo humano frente a las consecuencias del cambio climático. "Los glaciares suizos han perdido una tercera parte de superficie y la mitad de su masa en los últimos 150 años, explicó Markus Alleman, director de la campaña. Esta inmensa mole de hielo es el glaciar más largo de Europa (23 kilómetros).

a) ¿Qué se entiende por retroceso glaciar? ¿Podrías indicar qué relación tiene con el cambio climático?
b) Formula todas las preguntas acerca de lo que querrías saber sobre el cambio climático.
c) Además de esas preguntas, ¿hay algunas otras que consideres necesarias para entender si el cambio climático está produciéndose ya, va a ocurrir irremediablemente o, sencillamente, es una posibilidad que tal vez no llegue a concretarse?

A.02. Organizamos lo que queremos saber

Queremos hacer un esquema que relacione todas estas preguntas; esquema que más tarde seguiremos para intentar darle respuesta. Para elaborarlo puede serte útil el siguiente procedimiento:

1º Entre las preguntas seleccionadas, valora cuáles de ellas deben ser respondidas con antelación a otras.

2º Escríbelas en el orden en que creas que deben ser tratadas. Si consideras que hay 2 o 3 que puedan intercambiar su orden ponlas a la misma altura.

3º Piensa en alguna relación que pueda establecerse entre ellas. Ninguna pregunta debe quedar desconectada.

4º Realiza un esquema que relacione con flechas estas grandes preguntas.

8.- PARA EL AULA: PROGRAMA DE ACTIVIDADES

En función de lo señalado en los apartados anteriores se presenta un programa de actividades con una de las secuencias posibles. La dinámica de la clase puede aconsejar la introducción de ajustes en el itinerario trazado.

En todo caso, se trata de un **programa de actividades abierto que deberá adaptarse a las características del alumnado** de cada aula. Aunque no es posible prever esas características hay, no obstante, un primer nivel de acercamiento que puede predecirse sin demasiado riesgo. Se deriva de que CMC es una asignatura común y, por tanto, será trabajada con estudiantes del bachillerato de ciencias, pero también con los de artes y humanidades. Esta circunstancia se ha tomado en consideración, de manera que **la propuesta que sigue permite una adaptación a una diversidad de perfiles de estudiantes**. Así:

- La mayor parte de las actividades pueden realizarse con varios niveles de profundización. En consecuencia pueden trabajarse con el alumnado de diferentes bachilleratos y con estudiantes de distinto nivel dentro de la misma aula.
- Se han introducido actividades elementales que, en según qué casos, pueden resultar innecesarias, bastará con saltárselas.
- Se han introducido actividades más complejas pensando en el alumnado de ciencias. Son actividades que conviene realizar siempre que las circunstancias lo permitan pero que, en todo caso, es posible formarse una idea suficientemente clara de la cuestión sin necesidad de hacerlas.

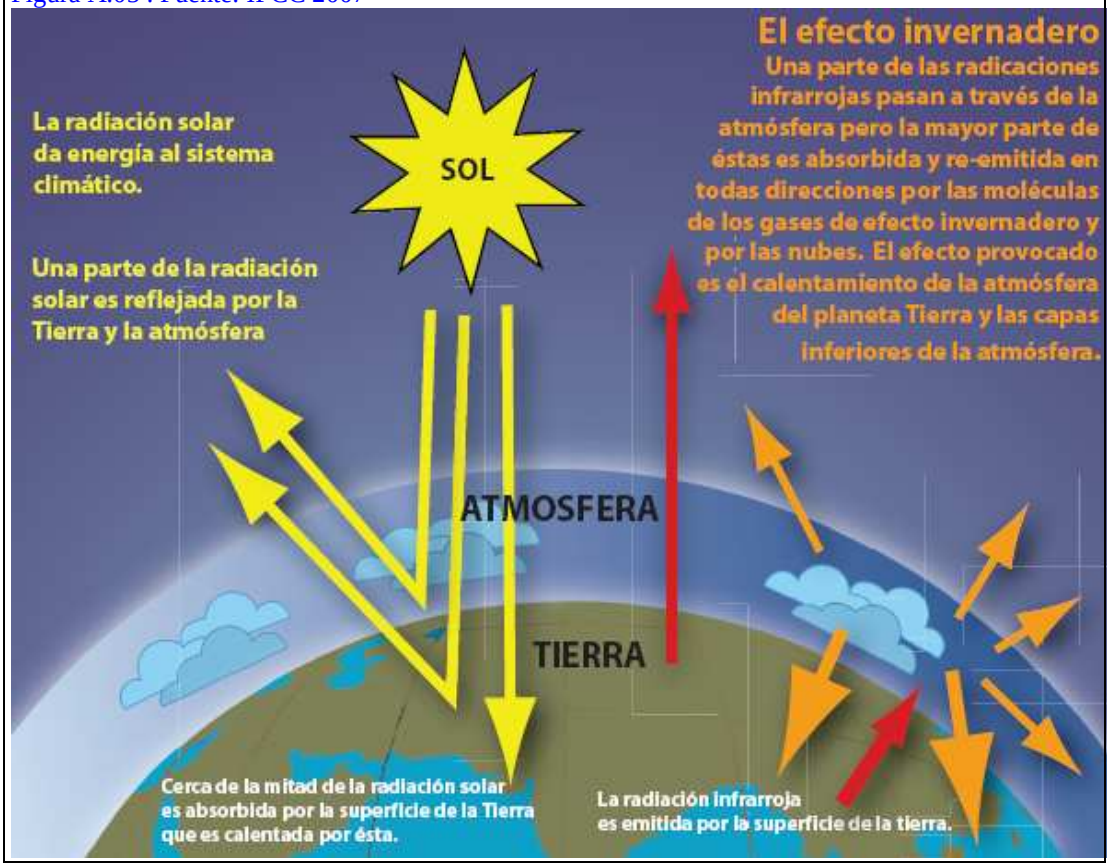
De cualquier forma, aunque se ha pretendido ofrecer una propuesta completa susceptible de ser llevada al aula, obviamente, no es necesario adoptarla íntegramente. Puede tomarse como un “menú” del que cada enseñante elige sólo aquello que le interese.

A.05. ¿Qué es el efecto invernadero?

En una actividad anterior se ha calculado el valor del efecto invernadero en la Tierra y en los planetas más cercanos. Pero, ¿qué es el efecto invernadero?, ¿cómo se produce? La figura muestra un modelo simplificado del efecto invernadero. En ella se representa la distribución de la radiación solar que llega a la zona superior de la atmósfera terrestre. Así, aproximadamente el 30% de esa radiación solar es reflejada por la atmósfera y la superficie terrestre, un 19% es absorbida por la atmósfera y el 51% restante es absorbida por la superficie terrestre.

a) En cada uno de los rótulos que aparecen añade un número que indique el orden en que debe leerse el proceso descrito. Precisa también el porcentaje de la radiación solar en cada uno de ellos.
b) ¿Qué papel desempeña la atmósfera en este proceso? ¿En qué se parece su efecto al del vidrio o plástico de un invernadero?
c) De no existir atmósfera, ¿qué cambios habría que introducir en este esquema?
d) ¿Cuáles son los gases más abundantes en la atmósfera?
e) ¿A qué se llama gases de efecto invernadero?

Figura A.05 . Fuente: IPCC 2007



A.06. Lo que se refleja no se absorbe

Llamamos albedo a la parte de la radiación solar que es reflejada por la atmósfera (nubes y partículas de polvo) y la superficie terrestre (océanos, continentes, hielo, vegetación). Su valor medio es, aproximadamente, el 30% del total de radiaciones solares recibidas. Pero no todas las superficies tienen el mismo albedo, cuando más clara es una superficie mayor albedo tiene. Así, el hielo y la nieve reflejan la mayoría de las radiaciones solares recibidas.

a) Las partículas pequeñas que se encuentran en suspensión en la atmósfera se denominan aerosoles. ¿Conoces algún proceso natural que incremente los aerosoles? ¿Y alguna actividad humana?
b) ¿Qué efecto tendrá en el albedo el incremento de aerosoles? ¿Y en la temperatura?
c) Ordena de mayor a menor albedo las siguientes superficies: océano, hielo, desierto.
d) Si disminuye la cubierta de hielo en nuestro planeta, ¿qué ocurrirá con el albedo? ¿Qué efecto tendrá esto en la temperatura?

A.07. Un invernadero para experimentar

Un frasco de vidrio dentro de una botella de plástico transparente, proporciona un modelo sencillo de invernadero con el que poder experimentar. Haremos tres montajes idénticos. Cada uno de ellos consta de una botella de agua mineral, cortada e invertida, dentro hay un frasco (como los de mermelada) sin tapadera que ocupa la mitad del volumen y en el espacio entre el frasco y la botella hay un termómetro. La única diferencia entre los tres montajes será que el primer frasco está lleno de arena, el 2º de agua y el 3º está cubierto completamente de papel de aluminio. Colocaremos también un termómetro externo y mantendremos todo el montaje durante un tiempo al sol (por ejemplo una hora).

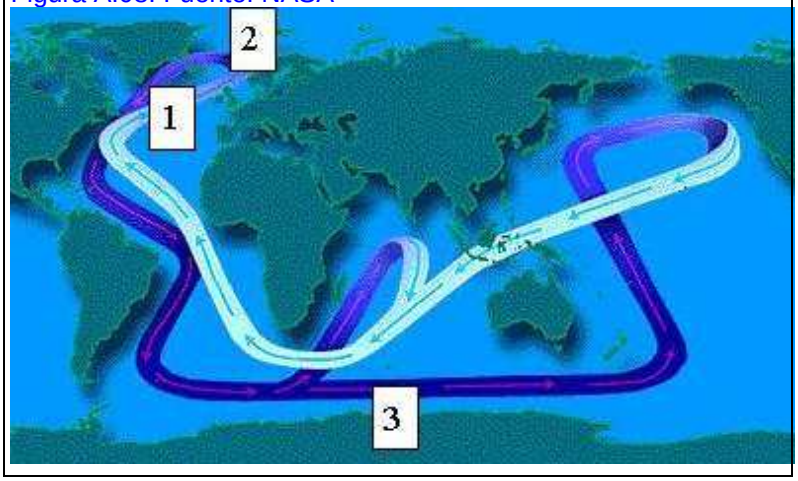
a) ¿Qué se pretende comprobar llenando un frasco de arena, otro de agua y cubriendo con papel de aluminio el tercero?
b) ¿Por qué se ha puesto también un termómetro en el exterior? ¿Crees que podría ser útil colocar algún otro termómetro? ¿En dónde y para qué?
c) Inicialmente la temperatura en todos los invernaderos es la misma. Pronostica la evolución que seguirá la temperatura en cada invernadero. Justifica la respuesta.
d) ¿Qué ocurriría en cada caso si la botella se cubre de papel de aluminio? ¿Y si se pinta de negro?
e) Realiza la experiencia y comprueba si tus hipótesis son correctas.

A.08. Una cinta que redistribuye el calor

La esfericidad de la Tierra hace que radiación solar recibida (y la absorbida) en las zonas cercanas al ecuador sea muy superior a la recibida en latitudes cercanas a los polos, lo que genera grandes diferencias de temperatura. Las corrientes marinas, también los vientos, contribuyen a reducir esas diferencias. La circulación termohalina es una corriente oceánica causada por diferencias de temperatura y densidad de las aguas, conecta todos los océanos y constituye una gran cinta transportadora de calor.

a) Se ha dicho que la radiación solar recibida en la zona ecuatorial es muy superior a la recibida en la zona polar. ¿Y el albedo, dónde será mayor? ¿Esta circunstancia compensará o acentuará las diferencias de temperatura?
b) Describe la trayectoria seguida por la corriente termohalina. Considera que la franja de color azul claro representa la corriente superficial, mientras que la oscura señala la corriente profunda.
c) Al llegar al Atlántico norte la corriente superficial se hunde. ¿Cuál puede ser la causa de este hundimiento?
d) ¿Por qué se dice que la corriente termohalina redistribuye el calor en los océanos?

Figura A.08. Fuente: NASA



A.09. Glaciares que retroceden

Cada año se incrementan los datos aportados por los científicos que nos dicen que el cambio climático ya está aquí. Así, en las últimas décadas se está produciendo un retroceso general de los glaciares de montaña, especialmente en los del Hemisferio Norte.

a) Estas dos fotografías son del glaciar Muir (Alaska). La de la izquierda fue tomada en agosto de 1941, la de la derecha también en agosto pero de 2004. Además del evidente retroceso glaciar, ¿qué otros cambios se observan?
b) ¿En qué lugar del esquema organizativo previo (A.0.2) ubicarías esta actividad?

Figura A.09. Fuente: United States Geological Survey (USGS)

A.10. También el mar helado retrocede

El proceso de deshielo se ha acelerado en los últimos años y está afectando también a la capa helada que cubre el océano Ártico. Durante el verano, el área cubierta de hielo en el Ártico se ha reducido un 14 % pero su grosor lo ha hecho un 40%. El IPCC destaca otros indicadores del cambio climático que apuntan en la misma dirección que el retroceso glaciar, como el retraso en las primeras heladas de otoño y el adelanto en el deshielo de muchos lagos del Hemisferio Norte.

a) A continuación se ofrecen dos informaciones de prensa, la primera es de mayo de 2006. Léela y resume los datos que consideres más relevantes.
b) En esa noticia se habla de que el deshielo Ártico abría la posibilidad de establecer nuevas rutas en barco o explotar yacimientos de petróleo de la zona. ¿Consideras que la segunda noticia (septiembre de 2007) confirma el pronóstico realizado? ¿Qué tipo de conflictos pueden deducirse de lo mostrado en la 2ª noticia?
c) La información proporciona también una gráfica con la evolución de la cubierta de hielo en el Ártico. ¿Cómo ha sido esta evolución durante el período reflejado en ella?

Figura A.10. a) Fuente: EL PAÍS

EL PAÍS, jueves 18 de mayo de 2006

El Ártico pierde 300.000 kilómetros cuadrados de hielo en sólo un año

Un estudio por satélite calcula que en 2070 no habrá cubierta sólida flotante en verano

RAFAEL MÉNDEZ, Madrid

Los científicos dicen que el océano Ártico es al clima lo que el canario a la mina: conviene ver cómo le va, porque es extremadamente sensible a los cambios de temperatura. Y le va mal. En marzo de 2006 los satélites de la NASA han medido 300.000 kilómetros menos de hielo que en 2005 (el 60% de España). La pérdida de hielo, sostenida desde que en 1979 comenzaron las mediciones, no hace más que acelerarse, y la previsión moderada dice que en 2070 no habrá hielo flotante en verano. La pesimista habla de 2030, algo que permitiría abrir nuevas rutas comerciales por el mar.

En marzo de 1979, los satélites constataron una superficie helada de 16,5 millones de kilómetros cuadrados de hielo (32 veces España) en el Ártico. En 2005 había 14,8 millones y este marzo, 14,5 millones. El mínimo de este año supone un 12% menos que en 1979 y un 2% menos que en 2005. Los satélites miden el hielo flotante, no el que hay sobre Groenlandia o en los países que tocan el Círculo Polar Ártico.

"Tenemos los ojos como platos. En marzo de 2006 hemos visto 300.000 kilómetros menos de hielo flotante que en marzo de 2005. Es el peor dato desde que en 1979 comenzamos las medicio-

siones actuales calculaban que el Ártico podía quedar libre de hielo en verano a partir de 2070, pero matiza: "Hay nuevos estudios que señalan que puede producirse antes, incluso en 2030. La diferencia está en que unos cálculos utilizan el calentamiento de la atmósfera y otros también el impacto del calentamiento de los océanos, y parece que eso puede aumentar la velocidad de deshielo".

Este deshielo casi completo abre enormes posibilidades, como nuevas rutas marítimas o explotar nuevas bolsas de petróleo y gas hasta ahora inalcanzables.

Figura A.10.b) Fuente: EL PAÍS

8 / INTERNACIONAL — EL PAÍS, domingo 30 de septiembre de 2007

La nueva conquista del Polo Norte

Conflictos territoriales en el Ártico

NUEVAS FRONTERAS

— Actuales fronteras (las aguas territoriales terminan a 200 millas de la costa)

Posibles peticiones de ampliación de fronteras de los países árticos (tras realizar estudios de extensión de sus plataformas continentales)

RUTAS COMERCIALES

1. **Paso del Noreste** Ya utilizado por la antigua URSS con la ayuda de rompehielos. Todavía no navegable.
2. **Paso del Noroeste** Abierto este año por primera vez. Canadá lo reclama como propio mientras que EE UU y la UE afirman que es un estrecho internacional. Canadá construirá una base militar en Resolute Bay, para "reforzar su soberanía en el Ártico".

PROSPECCIONES DE GAS Y PETRÓLEO

Un estudio del servicio geológico de EE UU afirma que el 25% de las reservas de petróleo y gas por descubrir están en el Ártico. Varios yacimientos ya están en disputa:

Ⓨ Yacimientos cercanos a Stockman: disputados entre Noruega y Rusia

EXTENSIÓN DEL HIELO

En agosto, en millones de km²

Imagen de la NASA que muestra la extensión del hielo el 16-09-2007 (mínimo histórico)

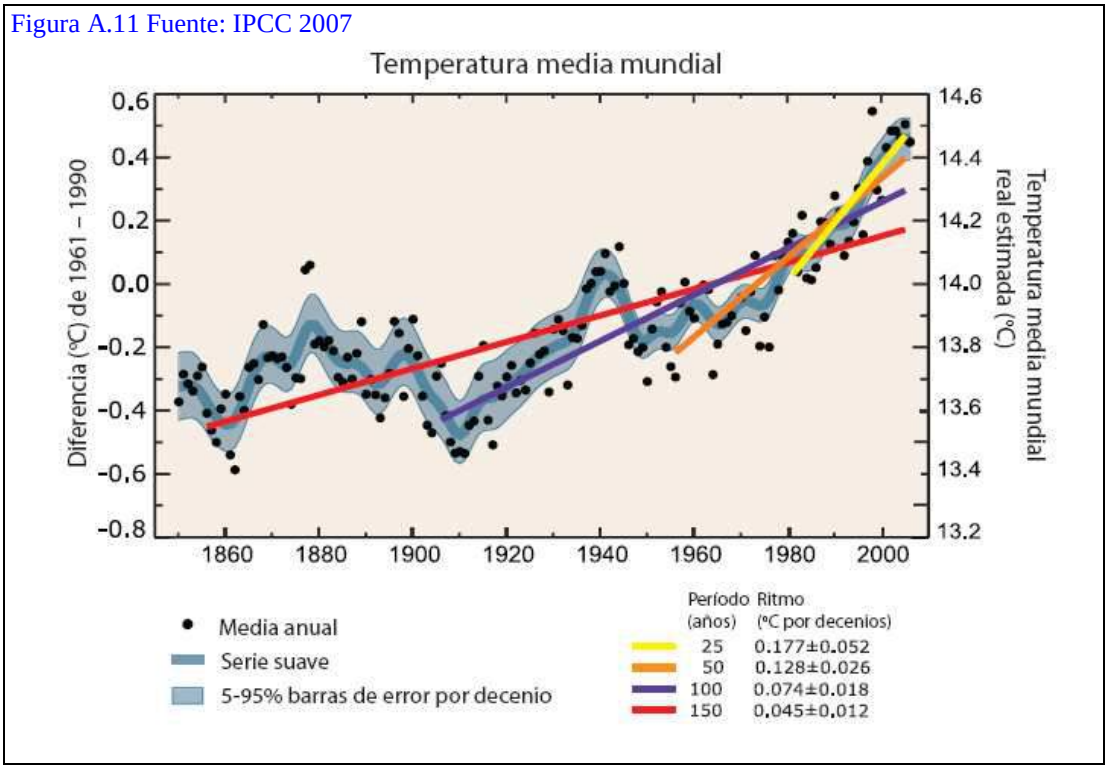
A.11. Analiza la gráfica

El IPCC 2007 señala que *"De los últimos 12 años (1995 a 2006) 11 de ellos, exceptuando 1996, se clasifican entre los 12 años más cálidos registrados desde 1850."* La gráfica muestra la temperatura media anual entre 1850 y 2006 y es algo más compleja de las habituales. Veamos algunas aclaraciones que pueden ayudarte a leerla:

- En el eje abscisas (horizontal) figuran los años.
- En el eje de ordenadas aparecen dos referencias. A la derecha figura el valor de la temperatura media mundial. A la izquierda se ha tomado como valor de referencia la temperatura media en el período 1961-1990 y se ha marcado con 0,0; todas las demás temperaturas se refieren a ella, valores positivos hacia arriba y negativos hacia abajo.
- Los puntos negros marcan las temperaturas medias anuales medidas.
- El trazo grueso azul muestra variaciones decenales.
- El trazo gris marca el margen de error que pueden tener los valores decenales.
- La línea roja representa la tendencia lineal en todo este período. Es una forma de mostrar de manera más simplificada y visible la tendencia.
- Las otras líneas de trazo recto marcan también tendencias lineales en períodos más cortos y cercanos: morada (100 últimos años), naranja (50 últimos años) y amarilla (25 últimos años).

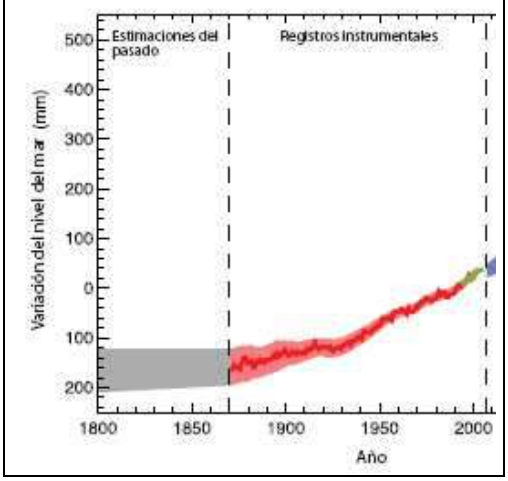
a) ¿Cuánto han aumentado las temperaturas en los últimos 100 años?
b) La gráfica muestra dos períodos de 30 años con fuerte incremento, ¿cuáles son?
c) Traza la tendencia lineal de los últimos 10 años. ¿Cuál ha sido la década más cálida de todo el período registrado?
d) ¿Qué conclusiones generales pueden sacarse de esta gráfica?

Figura A.11 Fuente: IPCC 2007



A.12. ¿Está subiendo el nivel del mar?

Figura A.12. Fuente: IPCC 2007



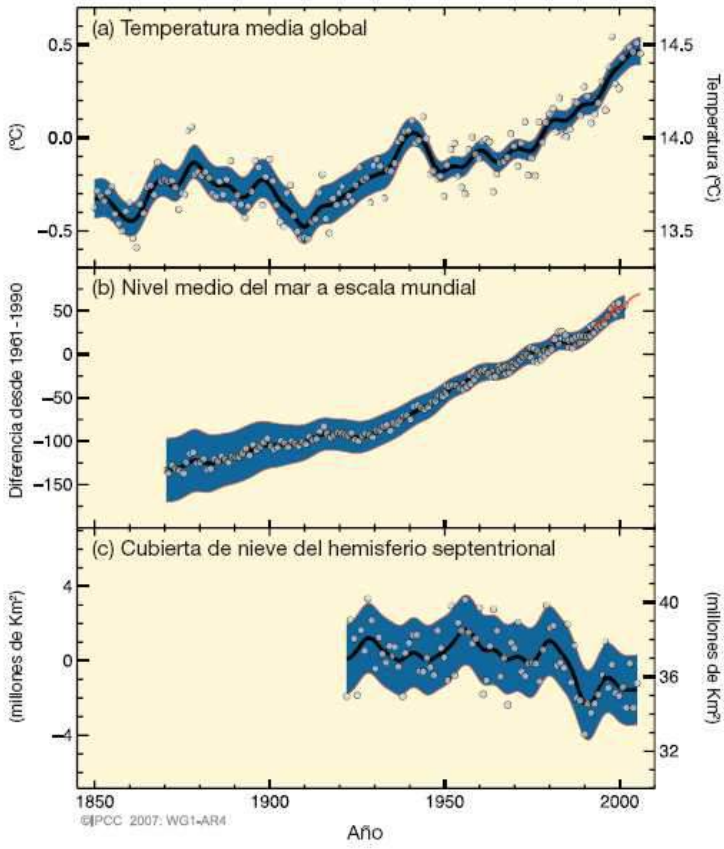
La gráfica muestra la variación del nivel del mar. No hay mediciones mundiales anteriores a 1870. El sombreado gris muestra los intervalos de incertidumbre hasta esa fecha. La curva roja reconstruye el nivel medio mundial registrado y el sombreado del mismo color señala el grado de incertidumbre existente. En las fechas más recientes, se han podido hacer mediciones con satélite con un mayor grado de precisión (tramo verde).

a) El sombreado rojo de la gráfica va reduciéndose desde 1870 hasta la actualidad. ¿Cómo interpretas este hecho?
b) ¿Qué incremento del nivel del mar se ha producido desde 1950?

A.13. ¿Por qué sube el nivel del mar?

Hemos visto que la temperatura está subiendo y que también lo hace el nivel del mar, mientras que está bajando la cubierta de nieve y hielo en el planeta. ¿Existe alguna relación entre estos cambios? Para llegar a conclusiones de este tipo, los científicos realizan análisis comparativos (correlaciones) de todos estos datos.

Figura A.13. Fuente: IPCC 2007



El cuadro muestra las gráficas con la evolución de estas tres variables. Como en ocasiones anteriores, los círculos representan los valores anuales tomados, los trazos gruesos negros son los valores promedio por decenio, y las zonas sombreadas, los márgenes de incertidumbre.

a) Imagina un vaso de plástico que contiene agua. El nivel del agua puede cambiar porque modifiquemos la forma del recipiente (por ejemplo, apretándolo o empujando para que suba su fondo). ¿Conoces algún proceso geológico que modifique la forma de las cuencas oceánicas?
b) También puede cambiar el nivel del agua en el vaso de plástico porque echemos más agua. ¿Hay algún proceso natural que incremente la aportación de agua al océano? ¿Está produciéndose en los últimos años?
c) ¿Hay alguna otra forma de que suba el nivel del agua en el recipiente sin que se cambie su forma ni se suministre más agua?
d) ¿Qué conclusiones podrían obtenerse para el caso de la subida del nivel del mar? ¿Cuáles dirías que son las causas que lo están generando?

A.14. Un clima enloquecido

Los períodos de sequía, las inundaciones, las olas de calor o los ciclones forman parte de la dinámica climática habitual, de manera que la ocurrencia aislada de alguno estos fenómenos, por intenso que sea, no debe ser interpretado como indicio de cambio climático, mucho menos como prueba.

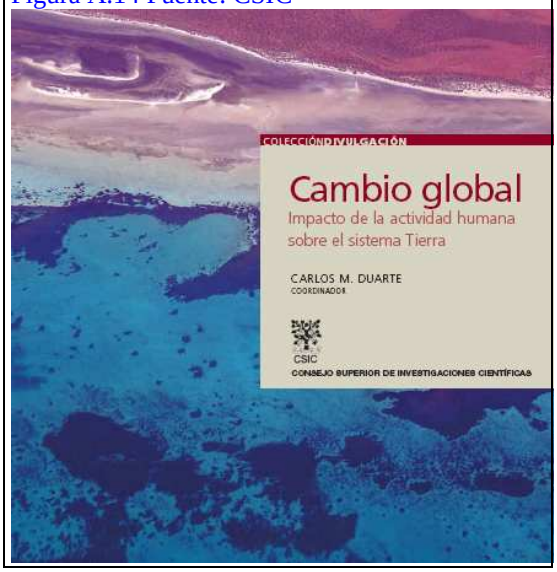
Sin embargo, desde 1950 se ha incrementado la frecuencia e intensidad de estos fenómenos meteorológicos extremos, circunstancia que sí debe tomarse como indicador de cambio climático.

Figura A.14 Fuente: Comisión Europea, Dirección General de Medio Ambiente

a) Busca información sobre fenómenos climáticos extremos ocurridos en los últimos años.
b) Valora si en la información que hayas encontrado se hace una generalización simplista de la que ocurrencia de un fenómeno meteorológico extremo y si se utiliza como "prueba" del cambio climático.
c) ¿Qué diferencia hay entre estado del tiempo y clima?

A.15. Los seres vivos se ven afectados por el cambio climático

Figura A.14 Fuente: CSIC



"Hay dos aspectos simples pero cruciales que deben considerarse al abordar el cambio global y los ecosistemas: i) cada especie se ve afectada de forma diferente por una misma intensidad de cambio ambiental, ii) Las especies que componen un ecosistema interaccionan entre sí de forma que existe un complejo entramado de relaciones que van desde la dependencia a la competencia pasando por la simbiosis o facilitación mutua de la existencia, como en el caso de los polinizadores. El cambio global opera sobre las especies pero afecta a la intensidad y naturaleza de las interacciones entre ellas. Algo tan simple como la alteración de la fenología, o ritmos estacionales de las plantas y animales como consecuencia de cambios en el clima, hace que se pierdan muchas sincronizaciones entre especies, de forma que una planta puede no encontrar a tiempo al polinizador o dispersor de sus frutos si adelanta su ciclo con el calentamiento, o muchos animales pueden no encontrar su alimento…"

C. Duarte (Coord.) (2006). *Cambio Global*. CSIC. Pág. 90.

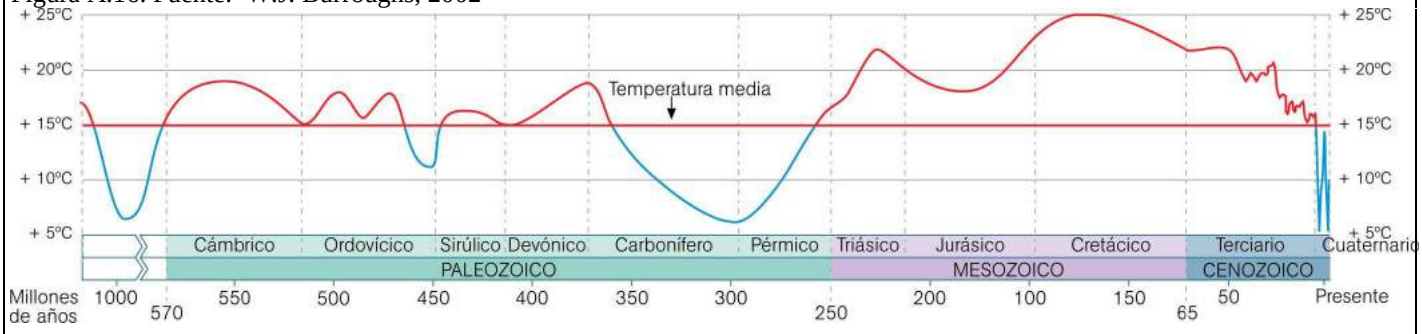
a) ¿A qué se refiere el autor cuando habla de "cambio global"? ¿Sería sustituible por cambio climático?
b) ¿Conoces algún ave que esté cambiando sus fechas de migración?
c) Como ocurre con las especies, ¿crees que cada región puede verse afectada de forma diferente por el cambio climático? ¿Por qué?
d) Resume los indicadores del cambio climático trabajados hasta el momento.

A.16. ¿Ha cambiado el clima en el pasado?

El clima terrestre ha experimentado grandes cambios en el pasado, de manera que han alternado períodos cálidos con otros más fríos. La gráfica representa las temperaturas medias de la superficie terrestre en los últimos 600 M.a.

a) En los últimos 600 M.a. ¿ha habido más tiempo con temperaturas por encima o por debajo de las actuales?
b) El Cuaternario es, globalmente, un período glacial. ¿Qué otros períodos glaciales ha habido?
c) ¿Cuál ha sido el período más cálido de los representados en la gráfica?
d) ¿En qué período terrestre cabe esperar que el nivel del mar estuviese más alto?
e) ¿Dirías que los cambios de clima han sido la norma o la excepción en la historia de la Tierra?
f) ¿En qué lugar del esquema organizativo previo (A.02.) ubicarías esta actividad?

Figura A.16. Fuente: W.J. Burroughs, 2002



A.17. Burbujas de aire atrapadas en el hielo

Durante los últimos 650.000 años, el hielo se ha ido acumulando en la Antártida. Lo ha hecho capa sobre capa, de manera que se encuentra ordenado por edades, abajo el más antiguo, arriba el más moderno. Se ha formado por compactación de la nieve y aun encierra pequeñas burbujas del aire que contenía aquella nieve. Es un "aire fósil" que nos muestra la composición de la atmósfera en el momento en que se produjo la nevada. Así, los científicos pueden ver si ha cambiado la proporción de oxígeno o de dióxido de carbono. Por otra parte, estudian la presencia de ciertos isótopos, como el ^{18}O y el ^{16}O, cuya proporción cambia con la temperatura, de manera que constituyen unos excelentes termómetros.

Fuente: NASA

Busca información sobre los procedimientos utilizados para obtener este hielo fósil en la Antártida y en Groenlandia. Por ejemplo:

- Observatorio de la Tierra (NASA):
  http://earthobservatory.nasa.gov/Study/Paleoclimatology_IceCores/
-National Oceanic and Atmospheric Administration, USA: www.arctic.noaa.gov

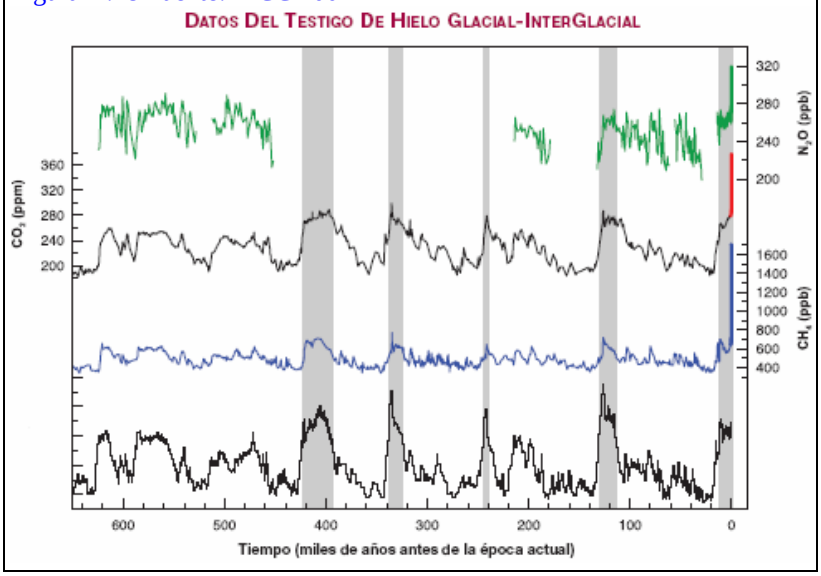
A.18 Cambios en la composición atmosférica

En la composición actual de la atmósfera predominan el nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%), el siguiente en abundancia es el argón (0,93%). Los demás componentes se encuentran en proporciones muy pequeñas, de manera que su presencia no suele expresarse en tantos por ciento sino en partes por millón (ppm) o en partes por miles de millones (ppb). Así, el contenido en $C0_2$ del aire actualmente es de 380 ppm, e indica la cantidad de moléculas de este gas por cada millón de moléculas de aire.

La gráfica muestra, de arriba abajo, los datos obtenidos del hielo glaciar sobre el contenido en N_2O, CO_2, CH_4, y un indicador de la temperatura en los últimos 650.000 años (0, es el momento actual).

a) ¿Entre que valores ha venido oscilando la concentración ce CO_2 en los últimos 650.000, exceptuando los últimos 100 (en color rojo en la gráfica)?
b) ¿Hay alguna relación entre los cambios en el contenido en CO_2 y las variaciones de temperatura?

Figura A.18 Fuente: IPCC 2007



A.19.¿Qué ha hecho cambiar el clima en el pasado?

La órbita descrita por la Tierra cambia gradualmente de una forma casi circular a otra más elíptica. El proceso ocurre de acuerdo con un ciclo que dura unos 100.000 años. Este ciclo y otros descubiertos por Milankovitch suponen cambios en la radiación solar que llega a la Tierra y, por tanto, afectan al clima.

Figura A.19 Cambios en la órbita terrestre (la excentricidad está muy exagerada)

a) Explica por qué ese cambio en la órbita terrestre supone una modificación de la radiación solar incidente.
b) ¿Cuándo la órbita es más elíptica las diferencias estacionales serán mayores o menores?
c) Además de los cambios en la radiación solar incidente, ¿qué otros cambios han podido modificar el clima?

A.20. Continentes inquietos

A lo largo de la historia de la Tierra los continentes no han dejado de moverse, se han unido y fragmentado muchas veces, de manera que se han abierto y cerrado océanos. Aun continúan su inquieto baile. Así, la península Ibérica se separa en la actualidad de Norteamérica a un ritmo medio de 2,5 cm/año.

a) ¿Cómo han podido influir esos movimientos continentales en el clima terrestre?

b) A veces la mayor parte de los continentes se ha encontrado en la zona intertropical, es decir, allí donde se recibe más radiación solar por m^2. ¿Qué influencia habrá tenido en el albedo medio del planeta?

A.21 ¿Fue un invierno nuclear lo que extinguió a los dinosaurios?

Hace 65 millones de años (M.a.) algo causó la extinción de los dinosaurios y de muchas otras especies de animales y plantas. La hipótesis más aceptada como causa de esta extinción es el impacto de un asteroide de unos 10 Km de diámetro. La energía liberada por el impacto equivaldría a mil millones de bombas atómicas como las de Hiroshima y generó un incremento súbito de temperatura entre 10 y 20 ºC, dependiendo de las zonas. Lo que provocaría incendios masivos de bosques que liberarían a la atmósfera grandes cantidades de CO_2 y hollín. Las enormes cantidades de polvo y vapor de agua generados por el impacto, junto con el hollín originarían nubes de aerosoles que los vientos distribuirían por todo el planeta. Estas nubes actuarían de pantalla solar provocando el enfriamiento progresivo de la superficie terrestre. El enfriamiento, a su vez, reduciría la evaporación de los océanos y, consecuentemente, disminuirían las precipitaciones.

En definitiva, a las primeras semanas de altísimas temperaturas siguieron años oscuros, fríos y secos. Es lo que se ha llamado "invierno nuclear" porque sería el escenario que seguiría a una guerra nuclear de escala planetaria.

a) ¿Qué aerosoles y de qué procedencia se han descrito? ¿Qué influencia tendrían las nubes de aerosoles en el albedo?
b) Los incendios liberaron gran cantidad de CO_2, ¿no debería haber subido la temperatura por el efecto invernadero?
c) Hace 65 M.a. hubo también una extraordinaria actividad volcánica y pudo ser una causa que contribuyese a la extinción de los dinosaurios. Incluso, para algunos científicos fue la causa principal. ¿Qué cambios puede introducir en la atmósfera una actividad volcánica muy intensa?
d) ¿Puede decirse que tanto en la hipótesis del impacto del asteroide como en el del vulcanismo fue un cambio climático lo que extinguió a los dinosaurios?

A.22. Una espiral que condujo a "snowball"

Hace 950 millones de años (M.a.) la Tierra comenzó a enfriarse y, con diversas oscilaciones, así se mantuvo hasta hace 580 M.a Fue, por tanto, un ¡planeta helado durante más de 300 M.a.! Dada la antigüedad y la complejidad de la situación, los científicos tienen dificultades para explicar las causas. Las hipótesis más aceptadas manejan tres procesos básicos:

- Un Sol, aun joven, que emitía una radiación energética inferior a la actual en un 5-10%.
- Un aumento del albedo debido a que la mayoría de los continentes se habían desplazado a la zona intertropical, lugar en que se recibe mayor radiación solar.
- Una disminución del efecto invernadero como consecuencia de la proliferación de cianobacterias fotosintéticas que retiraron grandes cantidades de CO_2 atmosférico.

A medida que la temperatura global descendía era mayor la superficie continental y oceánica cubierta de hielo, circunstancia que aumentaba el albedo lo que, a su vez hacía bajar la temperatura en una espiral que convirtió a la Tierra en una bola de nieve. Se conoce como hipótesis de la *snowbal Earth.*

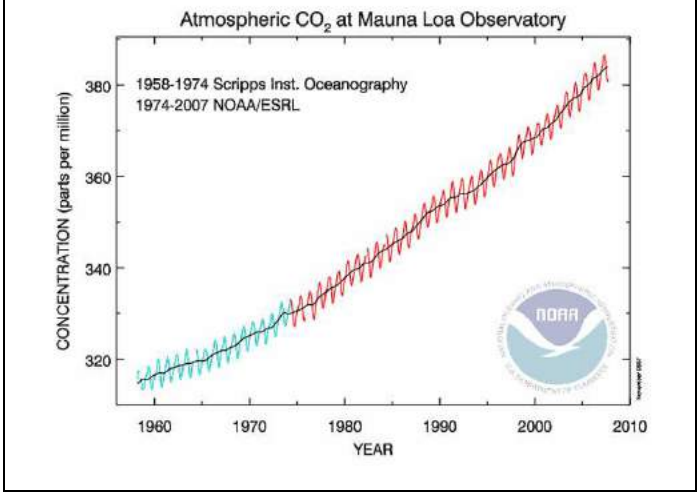
Figura A.22 Fuente: Comisión Europea, DGMA

a) Indica la influencia en el clima que, individualmente, tiene de cada uno de los procesos básicos que se apuntan.
b) Señala algunas interacciones entre los tres procesos básicos.
c) En la actualidad, el calentamiento global está reduciendo las áreas de nuestro planeta cubiertas por hielo, ¿Qué influencia tendrá en el albedo? ¿Cómo afectará al cambio climático?
d) ¿Cómo pudo superarse la fase de *snowball*?

A.23. ¿Qué está pasando con el dióxido de carbono?

Desde 1958, el observatorio de Mauna Loa (Hawai) viene analizando la composición del aire. La gráfica recoge los cambios en la concentración de CO_2 desde esa fecha hasta 2006.

Figura A.23. Fuente NOAA



a) La gráfica muestra una oscilación anual de la concentración de CO_2, que a veces se ha denominado "la respiración del planeta". Para mayor información, observa la gráfica del detalle anual. ¿Cómo puede interpretarse esta oscilación anual?

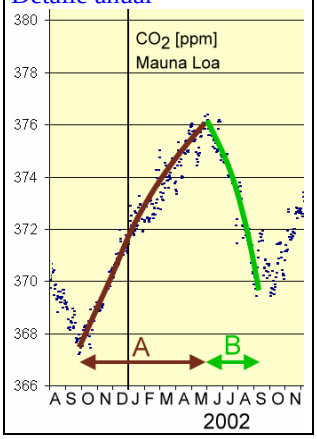
b) Haz una descripción de la gráfica general e indica si es posible obtener alguna conclusión.

c) ¿Qué datos, dirías, que pueden preverse para los próximos años?

d) Puedes encontrar la situación actual en Mauna Loa Observatory, NOAA:
http://www.mlo.noaa.gov/livedata/livedata.html

e) ¿En qué lugar del esquema organizativo previo (A.02.) ubicarías esta actividad?

Detalle anual



A. 24. No sólo ha aumentado el dióxido de carbono

La siguiente gráfica nos muestra una perspectiva más amplia, tanto por el período de tiempo considerado como porque también se incorporan a ella otros gases de efecto invernadero: el metano y el óxido nitroso. En ella la concentración de CO_2 viene expresada, como en las gráficas anteriores, en partes por millón (ppm), mientras que las de CH_4 y N_2O aparecen en partes por miles de millones (ppb).

a) ¿Cómo han podido saber los investigadores la concentración que había de estos gases hace 1000 años?

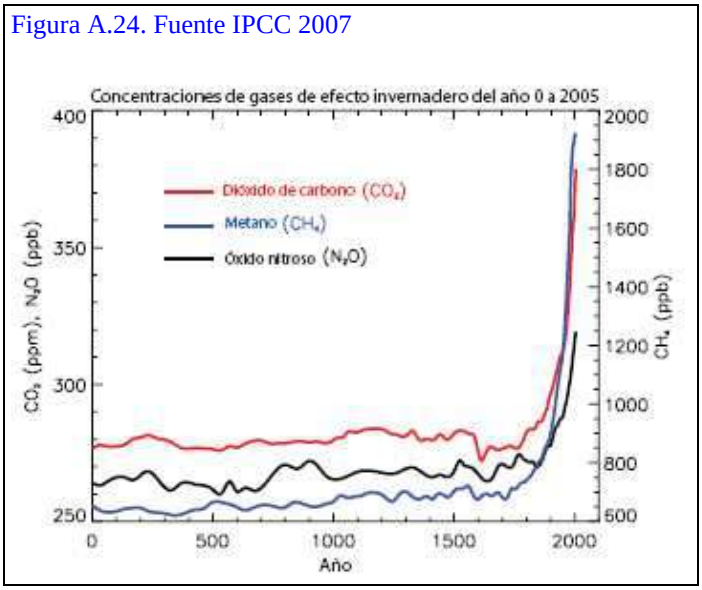
b) Los valores de estos gases de efecto invernadero se han mantenido bastante estables durante muchos siglos. ¿A partir de qué momento comienzan a incrementarse?

c) ¿A qué puede deberse que estos tres gases de efecto invernadero hayan incrementado simultáneamente sus concentraciones?

d) Ponle un título a la gráfica que consideres representativo y sea diferente al que figura en su cabecera.

e) Formula una pregunta a la que dé respuesta esta gráfica.

Figura A.24. Fuente IPCC 2007



A.25. ¿Qué está causando el incremento de los gases de efecto invernadero?

En su resumen para los responsables de políticas, el IPCC 2007 afirma: "Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso mundiales han aumentado, sensiblemente, como resultado de las actividades humanas desde 1750, y en la actualidad han superado los valores preindustriales determinados en muestras de testigos de hielo que abarcan muchos cientos de años. El aumento global de la concentración de dióxido de carbono se debe fundamentalmente al uso de combustibles fósiles y a los cambios del uso del suelo, mientras que el del metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura."

a) ¿Para qué se utilizan los combustibles fósiles?
b) ¿A qué se refiere el IPCC con la expresión "cambios de uso de suelo"? ¿Cómo puede afectar este cambio a la emisión de CO_2?
c) En consecuencia, ¿quiénes deben considerarse responsables de la emisión de los gases de efecto invernadero?

A.26. Y podía ser peor

La tabla muestra un balance sintético con las entradas y salidas de dióxido de carbono en la atmósfera. Por convención, las cifras positivas indican entradas de CO_2 en la atmósfera, las negativas significan retiradas de CO_2 de la atmósfera. No hay, por tanto, ningún juicio de valor en estos signos.

a) ¿Cómo consigue la biosfera retirar CO_2 de la atmósfera?
b) Una parte importante del CO_2 liberado a la atmósfera pasa al océano. ¿Sabes si tiene algún efecto en el océano? ¿Podría volver a pasar a la atmósfera?
c) A la vista de esta tabla, ¿qué debería hacerse para reducir la cantidad de CO2 en la atmósfera?
d) ¿Por qué crees que esta actividad se ha titulado "Y podría ser peor"? ¿Qué es lo que podría ser peor y por qué?

Tabla A.26 Fuente: Mauna Loa Observatory (NOAA)

Origen del CO_2	Balance anual 10^{15} g de CO_2
Quema de combustibles fósiles	+ 7
Deforestación	+ 2
Biosfera	- 3
Océano	- 2
Balance total de la entrada anual del CO_2	**+ 4**

A.27 ¿De dónde viene y adónde va el CO_2?

Cualquier ser vivo, sea una bacteria, un árbol o una persona, está integrado por compuestos inorgánicos (agua y sales minerales) y compuestos orgánicos (Glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). Todos los compuestos orgánicos contienen carbono. El carbono lo incorporan las plantas con el CO_2 que toman del aire para originar con él, con el agua, y gracias a la energía luminosa, los compuestos orgánicos que integran su cuerpo. Así se inicia un recorrido sin fin denominado ciclo del carbono.

Haz un esquema que represente el ciclo del carbono. Debes procurar que en él aparezcan los intercambios de este elemento que se producen entre los cuatro reservorios naturales: atmósfera, hidrosfera, biosfera y litosfera.

A.28. ¿Quién, en definitiva, está causando el cambio climático?

El IPCC 2007 afirma textualmente lo que sigue: **"Es *muy probable* que los incrementos en los gases de efecto invernadero antropogénicos hayan causado la mayoría del incremento observado en las temperaturas mundiales desde mediados del siglo XX. Sin el efecto de enfriamiento de los aerosoles atmosféricos, es *probable* que los gases de efecto invernadero por sí solos hubieran causado un incremento mayor en la temperatura media mundial que el observado en los últimos 50 años."**

Figura A.28 Fuente: Comisión Europea, DGMA

a) El IPCC atribuye el actual cambio climático a la actividad humana. Resume las ideas principales que, a tu juicio, apoyan estas tesis. Indica también las dudas que tengas sobre esta conclusión y las objeciones que le veas.
b) En el párrafo del IPCC reseñado se atribuye a los aerosoles un papel de enfriamiento. ¿Por qué producen enfriamiento? ¿Significa esto que una posible solución al cambio climático podría ser la emisión de grandes cantidades de aerosoles? ¿Por qué?

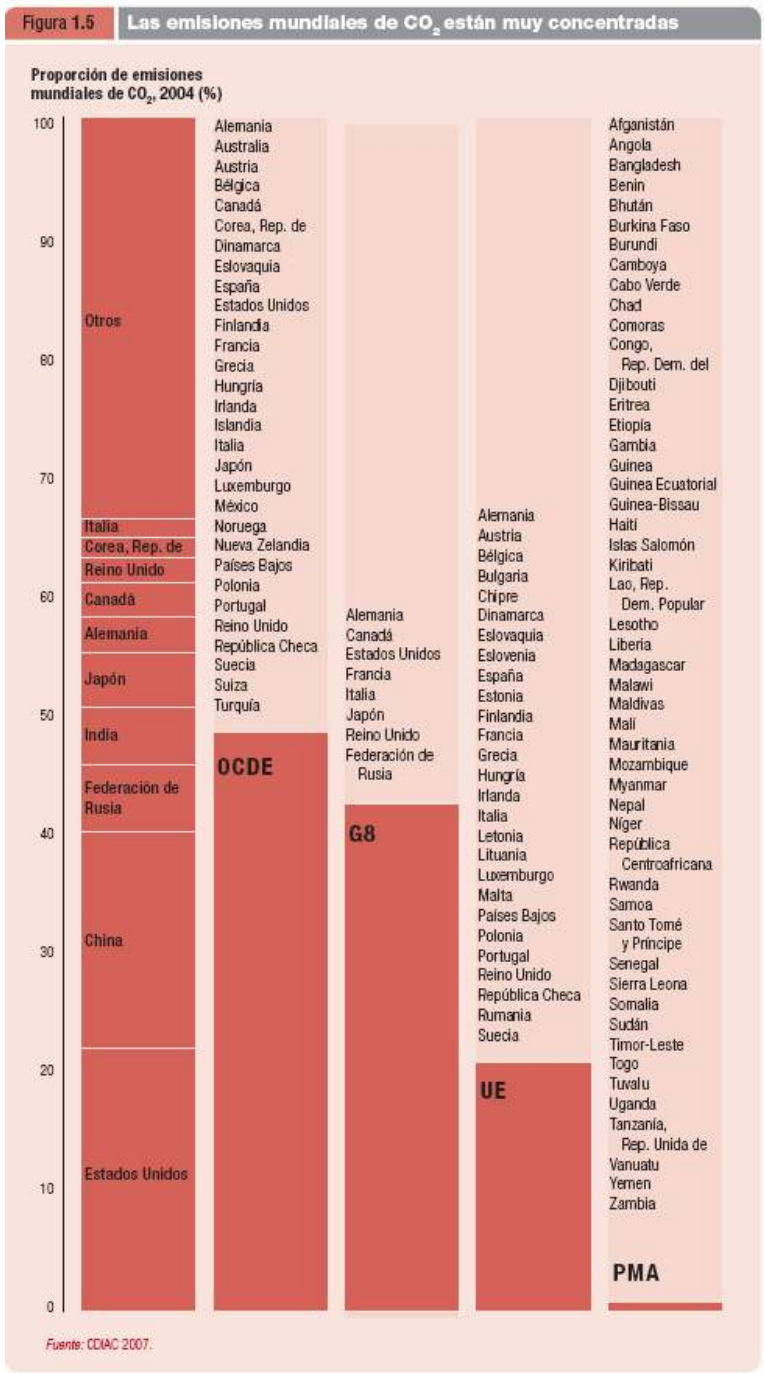
A.29. Diferencias Norte-Sur

Las emisiones medias de CO_2 por persona y año ascienden a 5,5 toneladas, aproximadamente el doble de lo que se considera el límite para no provocar interferencias graves en el clima global. Sin embargo, el reparto de estas emisiones es muy desigual. Así, mientras que los países en desarrollo emiten de media 2 toneladas *per cápita*, en Europa se emite 7,8. Estados Unidos ostenta el triste record con 20,6 toneladas de CO_2 *per cápita*.

a) Algunos de los países más superpoblados, como China, India y Brasil, que se encuentran en fase de expansión económica, están incrementando mucho sus emisiones de CO_2 y se quejan de que los países desarrollados les presionan para que las reduzcan. Consideran que eso frenará su desarrollo económico y no son ellos los que más gases de efecto invernadero emiten. ¿Cómo valoras la posición de unos y otros?

b) ¿Cuál debería ser el comportamiento de los países desarrollados?

Figura A.29 Fuente: CDIAC, en Informe Desarrollo Humano 2007-2008 (PNUD)



A.30. ¿Cuántos planetas necesitamos?

Cuentan que en vísperas de la independencia de la India le preguntaron a Gandhi si él creía que su país podría seguir el modelo de desarrollo industrial británico. Su respuesta fue: *"Para lograr su prosperidad, Gran Bretaña usó la mitad de los recursos de este planeta. ¿Cuántos planetas necesitaría la India para lograr el desarrollo?"*

La idea central de la que hablaba Gandhi es lo que hoy conocemos como "huella ecológica". La huella ecológica de una persona es el área biológicamente productiva que se necesita para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera esa persona.

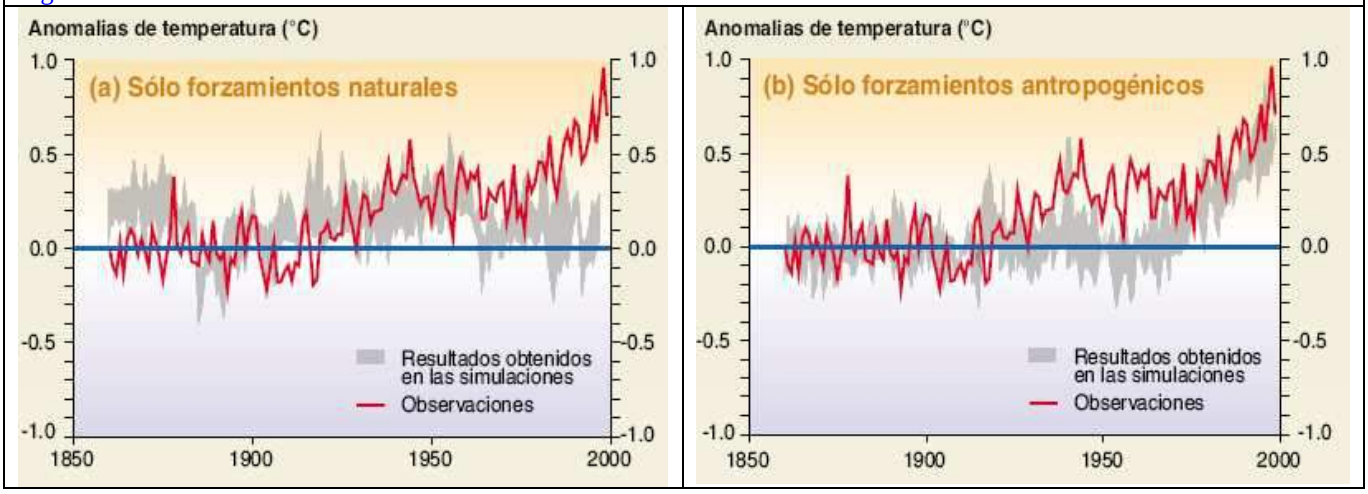
a) El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha realizado el cálculo y afirma: "Si cada habitante del mundo en desarrollo dejara la misma huella ecológica que el habitante promedio de los países de ingreso alto, las emisiones mundiales de CO_2 aumentarían a 85 Gt y con ese nivel se requieren seis planetas." ¿Te parece razonable esta situación? ¿Te parece sostenible?
b) Puedes calcular tu huella ecológica en esta página de la Unión Europea: http://www.mycarbonfootprint.eu/es/

A.31. Adónde nos lleva el cambio climático

Un modelo es una representación simplificada de la realidad. Los modelos climáticos son programas informáticos en los que los científicos introducen las principales variables que intervienen (radiación solar, albedo, composición atmosférica…) de cuya interacción resulta el clima. El modelo se puede utilizar para predecir qué ocurrirá si se incrementa, por ejemplo, el contenido de CO_2 de la atmósfera. Utilizando modelos de la evolución climática, los científicos han introducido datos antiguos para comprobar si predicen la evolución conocida de la temperatura.

La grafica (a) se ha obtenido considerando sólo procesos naturales. Mientras que en la (b) se han tenido en cuenta procesos naturales y la actividad humana. La línea roja representa la temperatura y la franja gris el pronóstico realizado por los modelos.

Figura A.31 Fuente IPCC 2001



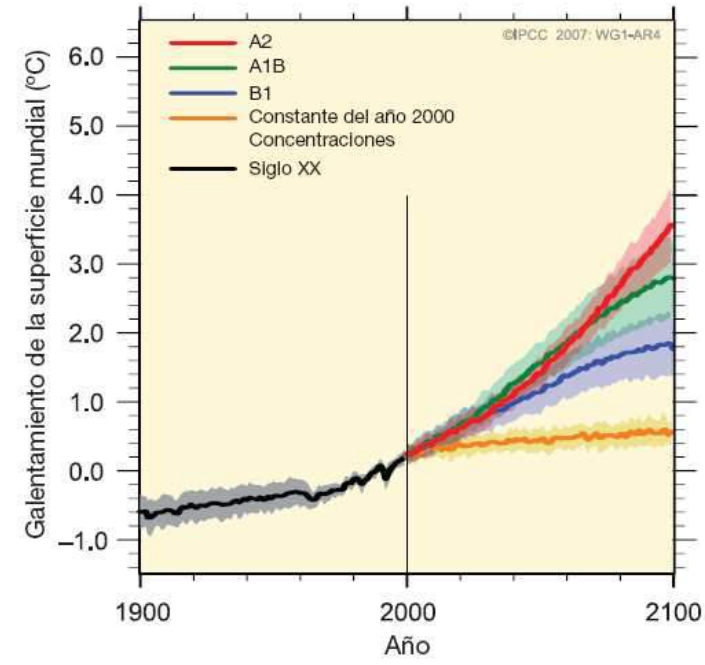
a) Indica si hay o no coincidencia entre la temperatura real y el valor pronosticado para la primera mitad del siglo XX en el modelo (a) y en el (b).
b) ¿Qué ocurre en la segunda mitad del siglo XX? ¿Cuál de los modelos predice mejor la evolución de las temperaturas hasta la situación actual?
c) ¿Qué conclusiones pueden obtenerse? ¿Cuál de los dos modelos utilizarías para predecir la temperatura media que habrá dentro de 20 años?
d) ¿Qué variables han debido introducir los investigadores en el modelo B?

A.32. Diversidad de escenarios

Para realizar las proyecciones del cambio climático en el futuro, los investigadores del IPCC utilizan "escenarios". Un escenario es una representación plausible y simplificada del clima del futuro, basada en un conjunto de datos internamente coherentes.

Pero por qué es necesario contemplar diferentes escenarios. Las estimaciones sobre la población mundial que habrá al final del siglo XXI van desde 6.500 a 15.000 millones de habitantes. Naturalmente, el consumo de combustibles fósiles y otras materias primas no será igual en un caso y en otro. No puede saberse si seremos sensatos y reduciremos el consumo o continuaremos como si nada ocurriese pensando en que ya lo arreglará la ciencia y la tecnología, etc.

Figura A.32 Fuente IPCC 2007



Los escenarios proporcionan hipótesis de trabajo. En el IPCC se han manejado 4 familias de escenarios que incluyen combinaciones de cambios demográficos, desarrollo económico y social y adelantos tecnológicos. En los que se atribuye a cada uno de ellos magnitudes posibles. El manejo de escenarios proporciona un abanico de resultados entre los cuales es muy probable que se dé la situación futura.

La gráfica muestra las proyecciones realizadas para las temperaturas medias globales. Las líneas marcan los valores previstos para algunos de los escenarios. El sombreado señala el intervalo de incertidumbre. La línea naranja representa lo que ocurriría si los valores de los gases de efecto invernadero se mantuvieran como en el año 2000.

a) Describe esta gráfica.
b) Ponle un título diferente al que figura en el lateral.
c) Formula alguna pregunta a la que dé respuesta esta gráfica.
d) ¿En qué lugar del esquema organizativo previo (A.02.) ubicarías esta actividad?

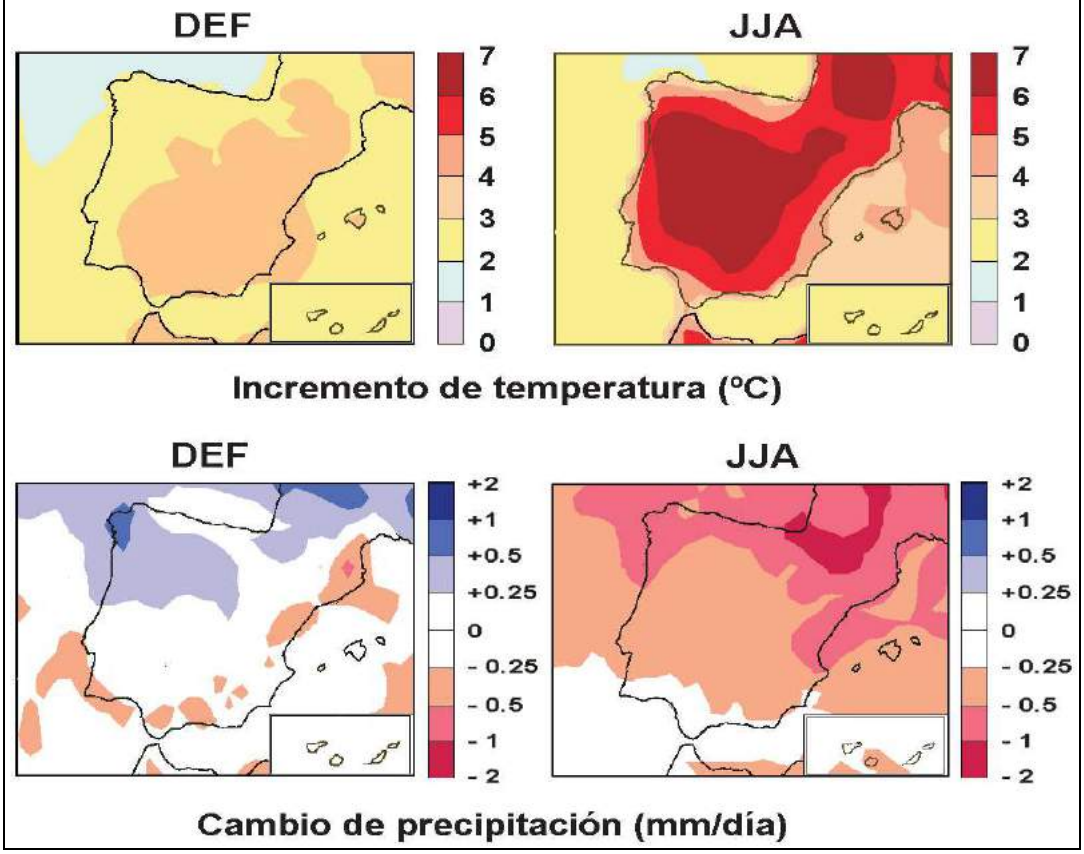
A.33. Un impacto desigual

Los modelos climáticos pronostican para finales del siglo XXI, en general, una acentuación de los impactos que están produciéndose en estos momentos. En todo caso, estos impactos afectarán de forma muy diversa a diferentes lugares debido a que, por una parte, no en todos los lugares los cambios alcanzarán la misma magnitud y, por otra, no todos los lugares son igualmente vulnerables.

Los mapas representan las proyecciones para 2071-2100 para nuestro país de cambios de temperatura y precipitación. Los datos se han promediado para invierno (DEF) y para verano (JJA).

a) ¿Cuáles son las previsiones de incremento de temperatura en España en cada una de las estaciones referenciadas? ¿Para qué zonas se prevé un mayor incremento?
b) La situación de las precipitaciones es más compleja. Describe los cambios más importantes en invierno y verano.

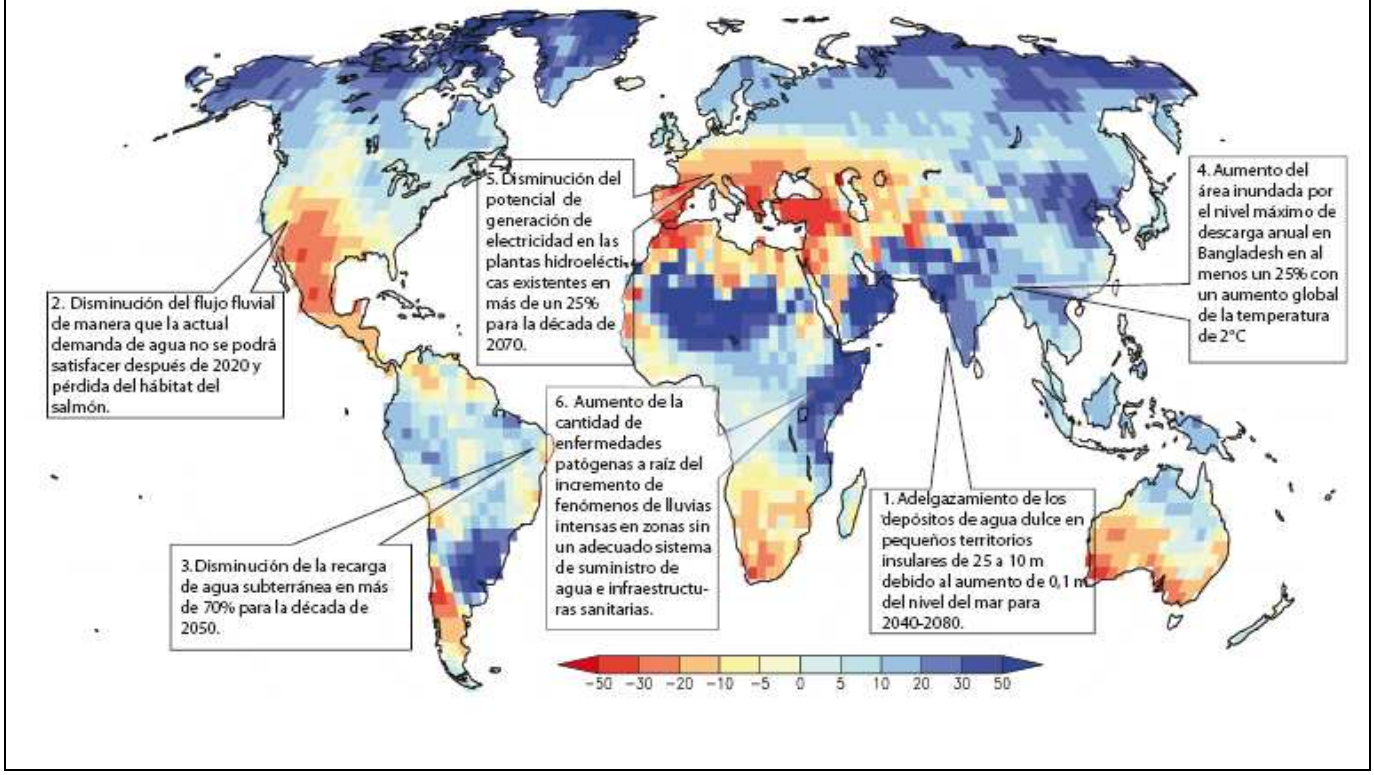
Figura A.33. Fuente: Oficina Española para el Cambio Climático (OECC)



A.34 ¿Habrá agua para todos?

El régimen de lluvias experimentará cambios notables. El mapa recoge los efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua dulce. En azul figuran las zonas en las que se incrementarán las lluvias y con ellas la escorrentía superficial expresada en tantos por ciento, y en rojo la reducción de la escorrentía.

Figura A.34 Fuente IPCC 2007



a) ¿En qué zonas se prevé un incremento de la escorrentía superficial? ¿Qué efectos puede tener este cambio?
b) ¿Qué se prevé para la zona mediterránea en su conjunto?
c) ¿De qué manera pueden verse afectados los ecosistemas mediterráneos?

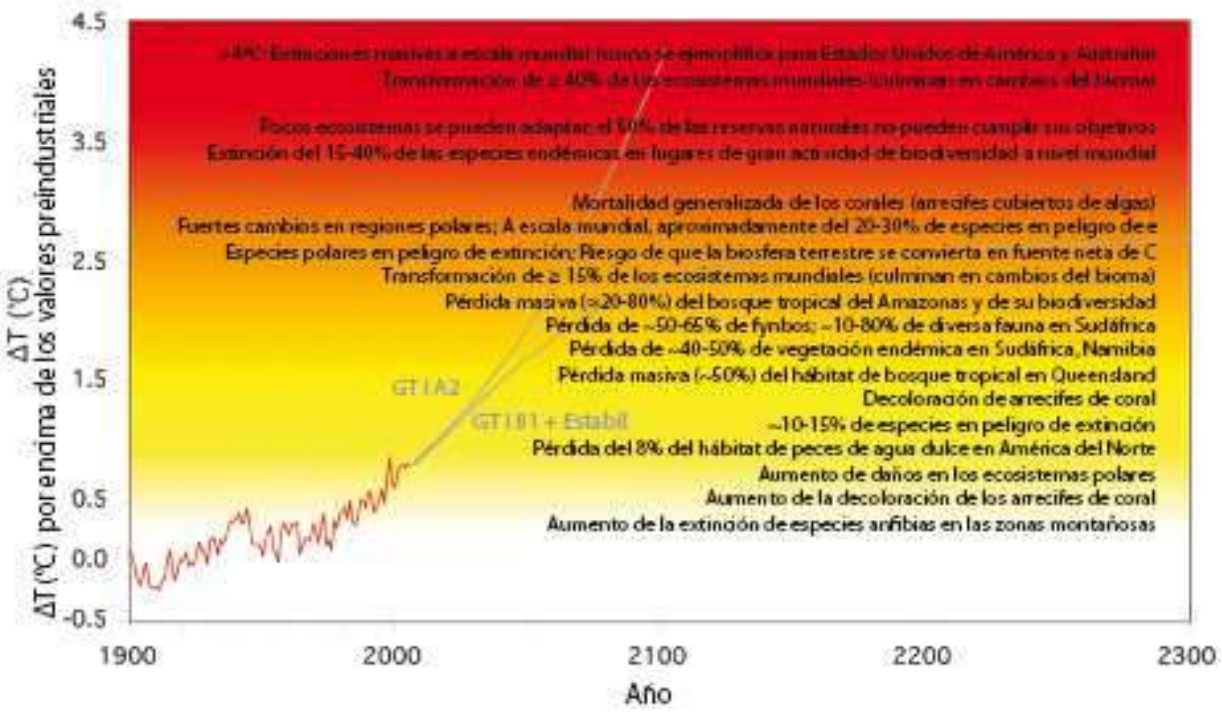
A.35. La sexta extinción

Los ecosistemas muestran cierta capacidad para adaptarse a cambios climáticos naturales. Uno de los problemas del cambio climático actual es que se está produciendo a un ritmo mucho mayor y sus consecuencias pueden ser terribles para la biodiversidad del planeta. La extinción de especies que está produciéndose se denomina a veces "la sexta extinción", en alusión a las cinco grandes extinciones en masa ocurridas a lo largo de la historia de la Tierra. En todo caso, los efectos no tendrán la misma gravedad si el incremento de temperatura a lo largo de este siglo es de 1 ºC que si es de 4 ºC.

El IPCC señala que "Muy probablemente haya cambios fundamentales en la estructura y funcionamiento de ecosistemas marinos y terrestres a raíz de un calentamiento mundial de 2 a 3 ºC por encima de los niveles preindustriales y del aumento asociado de CO_2 atmosférico." El cuadro resume algunos de los cambios en los ecosistemas que pueden ocurrir en función del incremento de la temperatura.

a) La extinción de una especie es un proceso irreversible, de ahí su importancia y gravedad. Busca información sobre algunas especies que se han extinguido en los últimos siglos.
b) ¿Qué tipos de especies crees que serán más vulnerables, las endémicas o las que tienen mayor distribución? ¿Por qué?

Figura A.35. Fuente: IPCC 2007



A.36 ¿Podemos aceptar una situación así?

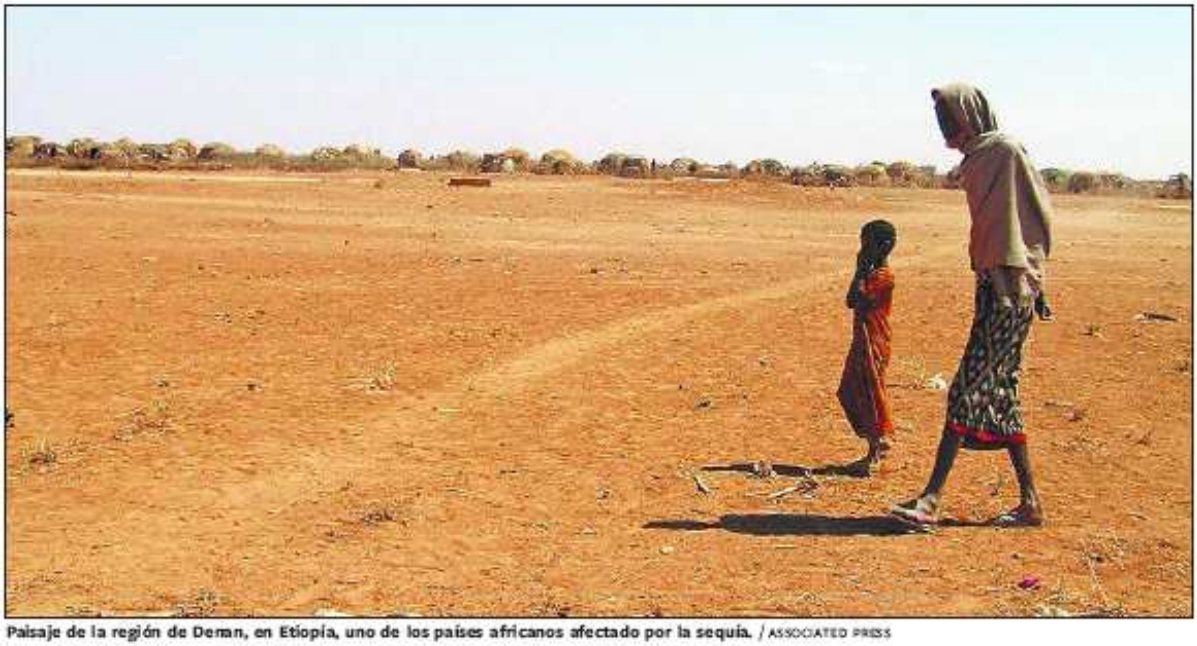
A partir de la información siguiente:

a) Resume las ideas principales que figuran en ella.

b) A tu juicio, ¿qué deberían hacer los países industrializados para evitar situaciones como ésta?

Figura A.36 Fuente: El País

EL PAÍS, miércoles 5 de diciembre de 2007



Paisaje de la región de Deman, en Etiopía, uno de los países africanos afectado por la sequía. / ASSOCIATED PRESS

África sufre lo que contaminan otros

Sequías e inundaciones amenazan el continente que menos ensucia el planeta

LALI CAMBRA
Ciudad del Cabo

Madagascar ha padecido seis ciclones este año. Hace unos meses, el África ecuatorial de este a oeste, sufría inundaciones. Las olas del Índico cada vez lamen más costa keniana y los pescadores temen que un día sus casas desaparecerán engullidas por las olas. El lago Chad se seca, los pescadores se han hecho agricultores y donde antes se cobraban piezas de más de un metro, ahora se plantan hortalizas. Los campesinos de Suráfrica, Lesoto, Suazilandia o Zimbabue miran al cielo con desconfianza: llevan tres sequías en una década, cuando antes la relación era de una cada diez años. En el cuerno de África, la comida llega en forma de ayuda humanitaria y los pastores nómadas no tienen con qué alimentar a sus rebaños. Se desconoce hasta qué punto es atribuible al cambio climático, pero sí se sabe que África, el continente que menos ha contribuido al calentamiento del planeta, es el que más va a sufrirlo.

"El estado de Tejas, con 23 millones de personas, emite más CO_2 que los 720 millones de residentes en el África subsahariana", reza el informe sobre África del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático de las Naciones Unidas. "Si los pobres del mundo consumieran la misma energía que Estados Unidos o Canadá, se necesitarían nueve planetas para lidiar con la contaminación". Mientras, los pescadores de Ngomeni, un pueblo a cien kilómetros al norte de Mombasa, Kenia, han reconstruido sus casas dos veces en un año porque los niveles del mar siguen subiendo. Poniendo puertas al viento, construyen diques con basura, ya que no disponen de nada mejor.

Los niveles del mar, de acuerdo con el Panel Intergubernamental, crecerán en el Índico, aunque preocupan más los países del Atlántico: Senegal, Gambia, Costa de Marfil o Nigeria, en cuyas costas vive gran parte de la población, que se convertirán en refugiados internos. Por otro lado, se esperan mayores sequías en los países del Cuerno de África. Algo que ya ocurre, y "afecta a millones de agricultores cuya supervivencia depende de la llegada de las lluvias. Son la mayoría de los campesinos", explica Richard Lee, portavoz del Programa Mundial de Alimentos. "Además de hacerlos más vulnerables, con el cambio climático habrá más desastres naturales, como ciclones e inundaciones. Ya los estamos viendo".

> En las zonas de pesca del lago Chad se cultivan ahora las hortalizas

"El cambio climático tiene mayor impacto en África porque se produce en países pobres, sin opciones para cambiar de actividad económica", explica Mark Tadross, ingeniero ambiental de la Universidad de Ciudad del Cabo (UCT), quien participa en un estudio para prever el cambio climático, algo vital para que el campesino sepa si puede esperar agua o no, y sustituir los cultivos de maíz, dependientes de la lluvia, por los de sorgo o mijo, más resistentes". En Lesoto, que afronta la peor sequía en treinta años, se ha dejado el tractor a un lado y las semillas se plantan en

A.37. ¿Qué podemos hacer?

El problema al que nos enfrentamos es grave, pero no debe caerse el error de considerar que la situación no tiene arreglo. Lo que hay que hacer es analizar el problema, asumir las conclusiones y actuar en consecuencia. Los científicos del IPCC han analizado la situación y ofrecido innumerables datos que avalan sus conclusiones. Sin embargo, muchos gobiernos de los países se han resistido a aceptar bien que hay un cambio climático en marcha o bien la responsabilidad humana en él.

Figura A.37 Fuente: El País

Los gobiernos aceptan atribuir al hombre el calentamiento global

El pacto de Valencia desautoriza a los escépticos al asumir la evidencia científica

RAFAEL MÉNDEZ / SARA VELERT
Valencia

Si alguien quería intentar dinamitar el acuerdo científico de que la causa del cambio climático es la actividad humana tuvo ayer su oportunidad. Pero nadie quiso. Los 450 delegados de 130 países reunidos en Valencia aceptaron el texto preparado por los científicos del Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) que atribuye al hombre —con más del 90% de probabilidades— el calentamiento de los últimos 50 años. Según fuentes de la reunión, que se celebra a puerta cerrada, el texto salió adelante sin apenas polémica ni cambios.

a) En la reunión celebrada en Valencia en noviembre de 2007, representantes de 130 países terminaron aceptando la responsabilidad humana en el cambio climático. ¿Por qué crees que algunos gobiernos han mostrado tanta resistencia?
b) ¿Qué le dirías a un representante del gobierno para convencerlo de la necesidad de adoptar medidas contra el cambio climático?

A.38. Cómo se construye una argumentación

Seguramente, el mensaje al representante del gobierno al que se refiere la actividad anterior puedes mejorarlo si aprendes a construir una argumentación. Argumentar es emitir un juicio razonado. La argumentación va dirigida a un interlocutor (que puede, o no, estar presente) con la intención de convencerlo. No todas las argumentaciones siguen la misma estructura. En cualquier caso, una argumentación debe incluir:

1. **Idea de partida**. Afirmación sobre la que se organiza la argumentación.
2. **Datos**. Son cifras, hechos o declaraciones que se usan como evidencias que apoyan una afirmación.
3. **Justificaciones**. Frases que explican la relación entre los datos y la idea de partida. Pueden incluir conocimientos teóricos en los que se basa la justificación (fundamentos).
4. **Conclusión**. Idea final que se deduce de la argumentación. Puede, o no, coincidir con la idea de partida pero tiene que derivarse del cuerpo de la argumentación.

1. Mi idea de partida es…	El R. Madrid es el mejor equipo de fútbol de España.	La actividad humana está causando un cambio climático de graves consecuencias.
2. Los datos en los que se basa son…	Es el que más campeonatos de Liga ha ganado.	
3. Estos datos apoyan mi idea porque… (justificaciones)	Como todos los equipos compiten entre sí cada año para ganar la liga, el que consigue ganarla es el mejor de ese año. El que más veces la ha ganado debe ser el mejor.	
4. En consecuencia… (conclusión)	El Madrid es el mejor equipo de fútbol de España.	

La argumentación mejora si se ofrecen **más datos** que apoyan la idea de partida y se incluye además:

- **Refutaciones o contraargumentos.** Enunciados que contradicen datos, bien de los que se han ofrecido o bien de los defendidos desde posiciones contrarias.
- **Comparaciones** con otras ideas alternativas, indicando **ventajas** e **inconvenientes.**

2. 2 Y… (más datos)	También ha sido el que más Copas de Europa ha ganado.	
3. 2 Es verdad que… (refutaciones)	No siempre gana el que mejor juego hace. Ha habido años en los que el Barça ha jugado mejor y ha ganado el Madrid.	
3. 3 Comparaciones (ventajas e inconvenientes)	Sin embargo, la belleza del juego tiene el inconveniente de ser un criterio muy subjetivo y sobre esa base resultaría difícil ponerse de acuerdo.	

a) Elabora una argumentación contraria a la idea de que "el R. Madrid es el mejor equipo de fútbol". Recuerda que no basta con hacer afirmaciones o negaciones, la argumentación debe basarse en datos y estar justificada.
b) Construye una argumentación en defensa de la idea "La actividad humana está causando un cambio climático de graves consecuencias".

A.39. Evitar la tala de bosques

En diciembre de 2007, se reunieron en Bali (Indonesia) delegados de 180 países para intentar llegar a un acuerdo sobre la reducción de las emisiones de CO_2. En esa reunión los países tropicales exigieron a los países ricos que los compensasen por mantener sus bosques.

Figura A.39. Fuente: El País

EL PAÍS, lunes 10 de diciembre de 2007

Los países tropicales exigen ayudas a la ONU para no talar sus bosques

La deforestación causa el 20% de las emisiones de efecto invernadero

RAFAEL MÉNDEZ, **Nusa Dua**
ENVIADO ESPECIAL

No hay acuerdo sobre cómo ni con cuánto dinero, pero la cumbre del Clima de Bali (Indonesia) comienza a asumir que a partir de 2012 los países ricos deberán compensar a los tropicales por sus bosques. No se trata de pagarles para que reforesten sino algo mucho más rompedor: compensarles (con dinero o derechos de emisión, está por ver) para que mantengan los pulmones del planeta como están, para que no talen, ya que el 20% de las emisiones de CO_2 proceden actualmente de la tala de bosques. Indonesia pierde cada año el 2% de su superficie forestal, lo que le ha convertido en uno de los grandes contaminadores del planeta y quiere, junto a países como Brasil, Ecuador, México, Papua o Congo, poner el asunto en primer plano. Por eso es por lo que Indonesia acoge en Bali la cumbre del clima.

Las iguanas cruzan perezosas las calles de Nusa Dua, el gigante complejo hotelero en el que más de 15.000 delegados de 180 países comenzaron el lunes pasado la negociación para alcanzar un acuerdo que en 2012 sustituya al Protocolo de Kioto. En ese pacto, los países ricos se comprometie-

Tala ilegal de árboles en Tesso Nilo (en la isla de Sumatra).

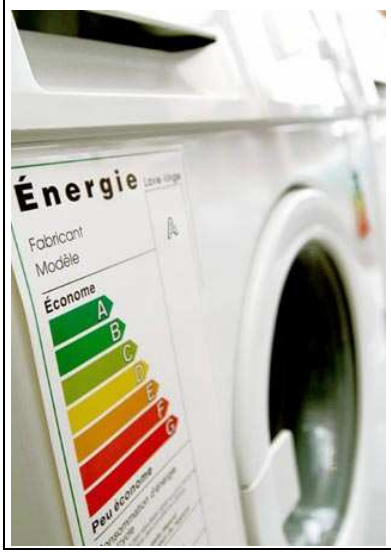
a) Recoge los datos e ideas más importantes que figuran en la información que se presenta.
b) ¿Cómo valoras la posición de los países tropicales?
c) Busca información sobre el resultado de la reunión de Bali. Por ejemplo: Portal de Naciones Unidas para el cambio Climático: http://www.un.org/spanish/climatechange/

A.40. De Kyoto a Bali

En 1997 los países industrializados se reunieron en la ciudad de Kyoto y firmaron un acuerdo, el **Protocolo de Kyoto**, para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero que entró en vigor en 2005. A pesar de sus limitaciones e incumplimientos que han sido revisados por los acuerdos de Bali (diciembre 2007), la Unión Europea ha puesto en marcha 42 medidas que implican:

- Incrementar el uso de las energías renovables (eólica, solar, biomasa, geotérmica, mareas), de manera que se frene la quema de combustibles fósiles.
- Mejorar la eficiencia de los automóviles.
- Mejorar la eficiencia energética de los electrodomésticos.
- Fomentar la eficiencia energética en edificios.
- Impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico que tenga como objetivos la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la retención del CO_2.
- Proteger y mejorar los sumideros naturales de gases de efecto invernadero. Los principales sumideros naturales de CO_2 son la vegetación y el océano.
- Investigar y experimentar tecnologías que actúen como sumideros artificiales de CO_2, como el almacenamiento en el fondo oceánico y en formaciones geológicas profundas.

Figura A.40 Fuente: Comisión Europea, Dirección General de Medio Ambiente



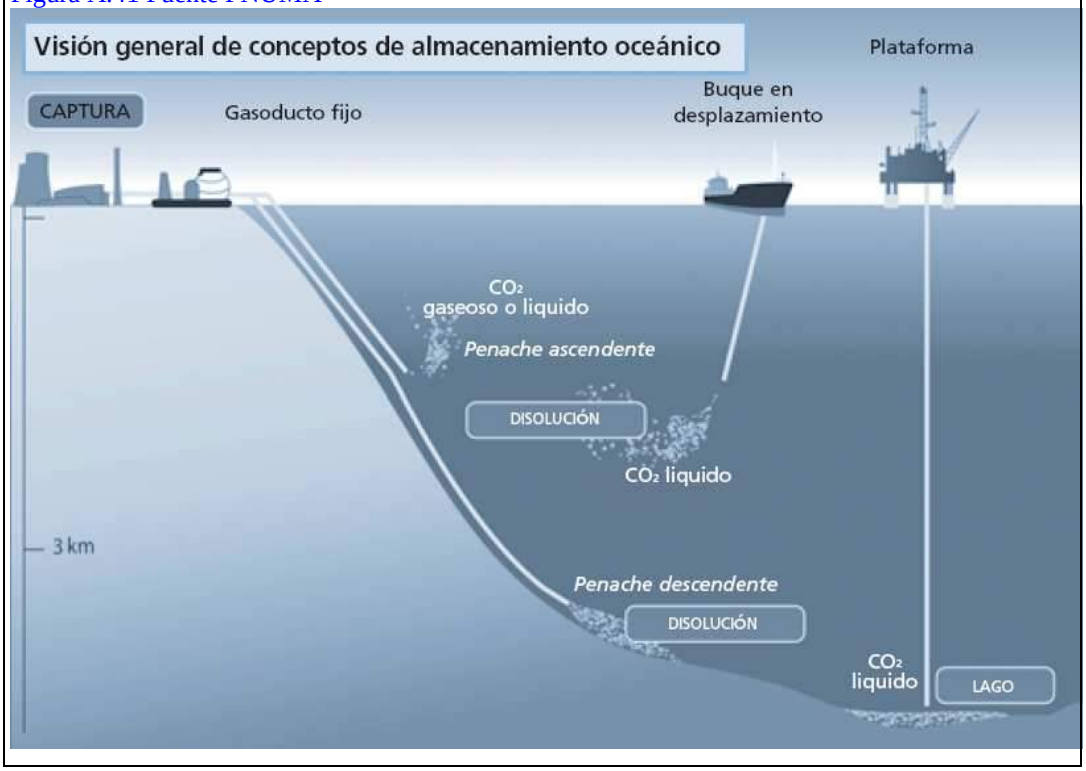
a) Indica cuál es el sentido y utilidad de cada una de estas medidas.
b) ¿Conoces la etiqueta de eficiencia energética de la UE que informa sobre el consumo medio de un electrodoméstico? Puedes encontrar información en: Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía: http://www.idae.es/index.asp?i=es
c) ¿Por qué se consideran la vegetación y el océano sumideros naturales?

A. 41. El peligro de los sumideros antropogénicos

Los sumideros antropogénicos son tecnologías diseñadas para retirar los gases de efecto invernadero producidos antes de que sean emitidos a la atmósfera, almacenándolos en lugares en los que permanezcan un tiempo que resulte relevante desde la perspectiva climática. Los sistemas más importantes son la inyección de estos gases en formaciones geológicas profundas y en el océano y se encuentran en fase de investigación y desarrollo.

En el almacenamiento oceánico el CO_2 comprimido se inyecta en las aguas oceánicas por debajo de 1 km de profundidad para que se disuelva en el agua. También puede depositarse a más de 3000 metros de profundidad, condiciones en las que el CO_2 líquido es más denso que el agua formando una especie de "lago" en el fondo oceánico. El principal riesgo del almacenamiento oceánico es que se proporciona mayor acidez a las aguas, lo que afectaría negativamente a los organismos marinos.

Figura A.41 Fuente PNUMA



a) El almacenamiento oceánico presentan algunos riesgos, como la posibilidad de escapes durante su proceso de captura o de transporte y, sobre todo, el incremento de la acidez de las aguas. ¿Por qué aumenta la acidez? ¿Qué consecuencias puede tener dicho incremento?

b) Busca información sobre el almacenamiento geológico. Por ejemplo: Portal de Naciones Unidas para el Cambio Climático: http://www.un.org/spanish/climatechange/background/ghg.shtml

A.42. Qué puedes hacer tú

Todos podemos y debemos luchar contra el cambio climático. La Unión Europea nos hace algunas sugerencias que pueden resultar muy útiles:

Figura A.42 Fuente: Comisión Europea, DGMA

• Recicla. Reciclar 1 kg de latas de aluminio usadas consume diez veces menos energía que producirlas, y se utiliza mucha menos energía para fabricar papel a partir de periódicos viejos que de la pulpa de madera.
• Ahorra agua caliente tomando duchas en vez de baños: consumirás cuatro veces menos energía.
• No olvides apagar las luces cuando no hagan falta. Los hogares son responsables del 30 % del consumo de electricidad en la UE, de manera que si todos ahorramos electricidad, el efecto será considerable.
• Cuando tengas que comprar bombillas, prueba las de bajo consumo: duran más y usan cinco veces menos electricidad que las convencionales.
• No dejes el televisor, la cadena o el ordenador en modo de espera (*standby*): es el modo en que queda encendida una lucecita roja. En promedio, el 45 % de la energía que consume un televisor lo hace en modo *standby*. Si todos los europeos evitaran este modo, ahorrarían la electricidad que consume un país del tamaño de Bélgica.
• No dejes tampoco el cargador del móvil enchufado cuando no estés cargando el teléfono. Si lo haces, el 95 % de la electricidad se pierde: solo el 5 % se usa realmente para recargar la batería del móvil.
• Si tú o tus padres compráis un nuevo electrodoméstico, por ejemplo un frigorífico o una lavadora, cercioraos de que la etiqueta europea de eficiencia energética que todo electrodoméstico debe llevar sea «A»: esto garantiza que hace un uso muy eficiente de la energía.
• Busca productos que lleven la etiqueta ecológica europea, simbolizada por una florecita, en tiendas y supermercados. Esto significa que los han fabricado ajustándose a normas medioambientales estrictas.
• No pongas la calefacción muy alta. Bajar la temperatura en solo 1 ºC puede reducir hasta en un 7 % la factura energética de una familia.
• Para ventilar, abre la ventana de par en par durante unos minutos y luego vuélvela a cerrar, en vez de dejar que el calor se escape durante mucho rato.
• El automóvil particular es responsable del 10 % de las emisiones de CO2 de la UE. El transporte público, la bicicleta y la marcha a pie son alternativas más baratas y saludables.
• Si tus padres van a comprar un coche nuevo, pídeles que sea un modelo pequeño y eficiente. De acuerdo con la legislación europea, los fabricantes de automóviles deben mostrar la información relativa a la cantidad de CO_2 que emiten sus automóviles.
• Planta un árbol en la escuela, en el jardín o en el barrio. Cinco árboles absorben habitualmente 1 tonelada de CO_2 a lo largo de su vida.

a) La unión Europea ha elaborado un documento dirigido a los jóvenes cuyo título es “Recicla, Camina, Apaga, Baja… ¡Comprométete! Clasifica cada una de las recomendaciones anteriores en los apartados recicla, camina, apaga, baja y otras actividades. Completa esa clasificación con otras actividades que puedan adoptarse y vayan en la misma línea.
b) Haz un póster en el que se anime a los demás a realizar pequeños cambios en su comportamiento que contribuyan a reducir el consumo energético y las emisiones de CO_2.
c) Habla con la dirección de tu centro para que se adopten medidas en relación con el ahorro de energía, calefacción, y reciclado de papeles.
d) Organiza una marcha en bici con algún patrocinador y utiliza la recaudación para una campaña contra el cambio climático.

A.43. Sobre la incertidumbre en la ciencia

"El cambio global es un problema en el que concurren importantes intereses, muchas veces con un trasfondo económico, que son particularmente aparentes en el caso del uso de los combustibles fósiles y su papel en el cambio climático, que podría afectar a petroleras, empresas del sector, industrias asociadas (e.g. automóvil) y los intereses económicos de poderosos países productores. En la presencia de fuertes intereses, económicos, políticos y corporativos, enfrentados en torno a la cuestión es preciso estar alerta a campañas de desinformación.

Uno de los baluartes de estas campañas de desinformación es y sigue siendo la incertidumbre científica. Como hemos indicado ya, la incertidumbre es una característica inherente a la ciencia moderna (…). Todas las teorías científicas que se pueden encontrar hoy en día en los libros de texto son inciertas y están abocadas a ser sustituidas por otras teorías que expliquen mejor y de forma más sencilla y general las observaciones. Este es el motor de la ciencia, que se debe entender adecuadamente sin que esto signifique que las teorías actuales no son fiables, sino simplemente que son mejorables.

(…) Lo que se puede plantear a la comunidad científica es si hay evidencia, más allá de una duda razonable, de que el planeta está sufriendo cambios fundamentales en su funcionamiento y que la actividad humana tiene un papel fundamental en estos cambios. La respuesta es claramente afirmativa, como recoge el IPCC en su informe de 2001, y presenta un amplísimo –aunque no universal- consenso en el seno de la comunidad científica."

C. Duarte (coord): (2006) *Cambio Global*. CSIC. Página 152

a) A veces se señala que en el debate sobre el cambio climático hay intereses económicos pero que no son los de las petroleras sino los de las centrales nucleares que están haciendo recaer en la quema de combustibles fósiles toda la responsabilidad. ¿Crees que todo puede ser un montaje para promocionar de nuevo las centrales nucleares? ¿Existe relación entre la quema de combustibles fósiles y el cambio climático? ¿Qué datos hay al respecto?

b) Indica alguna teoría antigua que haya sido sustituida por otra. ¿Crees, como se dice en el texto, que todas las teorías científicas están abocadas a ser sustituidas por otras? ¿Tiene todo esto alguna relación con la incertidumbre en la ciencia?

c) Es frecuente oír en los medios de comunicación generalizaciones acríticas del tipo "este huracán es una prueba del cambio climático". ¿Puede un huracán o una ola de calor ser una prueba del cambio climático? ¿Por qué?

A.44. Cambio climático y desarrollo sostenible.
Son muchas las alarmas que nos indican que el modelo de desarrollo que venimos siguiendo es insostenible, el cambio climático es una de ellas y no la menos importante.

Construye una argumentación para mostrar que las medidas que deben adoptarse para luchar frente al cambio climático son, además, necesarias para conseguir un desarrollo sostenible.

Figura A.43 Fuente: Comisión Europea, DGMA

A.45. Un mapa de respuestas
El esquema organizativo (A.02) que venimos utilizando para orientarnos dentro del trabajo de esta unidad contienen las principales preguntas a las que hemos ido dando respuesta.
Elabora un esquema con las respuestas fundamentales (mapa conceptual). En él deben estar presentes los principales conceptos.

7. - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y RECURSOS EN LA RED

DUARTE, C. (Coord) (2006): *Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC. Madrid. Disponible en: http://www.csic.es/coleccionDivulgacion.do

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2001): Cambio climático 2001: Informe síntesis. (Hay disponibles una versión en castellano: http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1_home.html)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2006): Guía simplificada del Informa especial sobre la captura y almacenamiento de dióxido de carbono. (Hay disponible versión en castellano) http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1_home.html)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007):
- Cambio Climático 2007-Base de Ciencia Física
- Cambio Climático 2007- Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad.
- Cambio Climático 2007- Mitigación del Cambio Climático.

Hay disponible una versión en castellano de cada uno de estos volúmenes en: http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1_home.html

MILLAR, R. y HUNT, A. (2006): La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia. *Alambique* n. 49, pp.20-29

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA. (2007): *REAL DECRETO 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.* BOE, 266.

NACIONES UNIDAS (2004): Carpeta de información sobre el cambio climático. Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Disponible en: http://unfccc.int/2860.php

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, USA: www.arctic.noaa.gov

OFICINA ESPAÑOLA DE CAMBIO CLIMÁTICO, OECC (2007): *Informe de Evaluación Preliminar de los Impactos en España por efecto del Cambio Climático*. Disponible en: http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/documentacion_cc/divulgacion/index.htm

OSBORNE, J., ERDURAN, S. Y SIMON, S. (2004): *Idees, Fets i Arguments en Ciència***.** King's College. London.

PEDRINACI, E. (2006): Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿una materia para la participación ciudadana? *Alambique* n 49, pp. 9-19

PEDRINACI, E. (2007): El cambio global: un riesgo y una oportunidad. *Alambique* n 55, pp. 56-67.

POZO, J.I. (1996): *Aprendices y maestros*. Madrid. Alianza

PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) (2007): *Informe Desarrollo Humano 2007-2008* (PNUD). Nueva York. (Hay versión en castellano disponible en: http://www.un.org/spanish/climatechange/

VILCHES, A. y GIL, D. (2008): La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique* n 55.

Otros recursos en la RED:

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE: http://local.es.eea.europa.eu/

COMISIÓN EUROPEA PARA EL MEDIO AMBIENTE: http://ec.europa.eu/environment/climat/campaign/index_es.htm

CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y PROTOCOLO DE KYOTO: http://unfccc.int/2860.php

EARTH OBSERVATORY NASA: http://earthobservatory.nasa.gov/Study/Paleoclimatology_IceCores/

ECOLOGISTAS EN ACCIÓN: http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?rubrique145

GLOBAL CHANGE MAGAZINE: http://www.atmosphere.mpg.de/enid/26180f6bbc2b9c84535874dc254b684e,0/Service/Inicio_5mb.html

GREENPEACE: http://www.greenpeace.net/climate.htm

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA:
http://www.idae.es/index.asp?i=es

MAUNA LOA OBSERVATORY, NOAA:
http://www.mlo.noaa.gov/livedata/livedata.html

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE ESPAÑA:
http://www.mma.es/portal/secciones/cambio_climatico/

OBSERVATORIO DE LA TIERRA (NASA): http://earthobservatory.nasa.gov/
ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS (OEI). Década por una Educación para la sostenibilidad: http://www.oei.es/decada/accion17.htm

PORTAL DE NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO:
http://www.un.org/spanish/climatechange/

THE CLIMATE GROUP: http://www.theclimategroup.org

WWF: http://panda.org/about_wwf/what_we_do/climate_change/index.cfm

EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES QUÍMICOS: UNA OPORTUNIDAD PARA CONSEGUIR SINERGIAS ENTRE LAS MATERIAS DE QUÍMICA Y DE CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO EN EL BACHILLERATO

Aureli Caamaño

IES Barcelona-Congrés/ Centre de Documentació i Experimentació en Ciències. Barcelona.

acaamano@xtec.cat

Utilizamos materiales para satisfacer nuestras necesidades básicas. Ese carácter funcional de los materiales, relacionado con sus propiedades, que a la vez dependen de su estructura interna, es lo que hace que sean un objeto de estudio importante en el currículum de ciencias, en particular, en el ámbito de la química, de la física y de la tecnología. En la actualidad también forman parte del currículum de la nueva asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC). La presente ponencia reflexiona sobre lo que pueden saber los alumnos en el primer curso de bachillerato sobre este tema, teniendo en cuenta cuál es el lugar que ocupa el estudio de los materiales en la ESO y cuáles serán los puntos de contacto en el abordaje de este tema entre la asignatura de Química del bachillerato y las CMC. Y analiza cómo puede ser tratado este tema en la nueva asignatura CMC a la luz de las propuestas didácticas existentes y los libros de texto publicados. La ponencia no contempla, sin embargo, las interacciones que puedan existir en el estudio de los materiales entre las asignaturas citadas y la Tecnología de la ESO y el bachillerato.

EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES EN EL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA

Muchos proyectos de orientación ciencia-tecnología-sociedad (CTS) han tomado el estudio de los materiales como uno de los contextos a partir del cual construir el hilo conductor de gran parte de los contenidos de química. Por ejemplo, el proyecto inglés *Salters Chemistry* para alumnos de 11 a 15 años, se estructuró en unidades tales como Minerales, Combustibles, Metales, Polímeros, Materiales de construcción, Productos de limpieza, etc.. Esta filosofía fue posteriormente incorporada al *Salters' Science Project* (1990*)* cuando la reforma del currículum de ciencias en Inglaterra estableció un *core* común de física, química y biología. La Química del proyecto *Nuffield Co-ordinated Sciences* (Nuffield-Chelsea Curriculum Trust, 1988) también adoptó un enfoque muy contextualizado, basado en el estudio de los materiales, lo que condujo a las siguientes unidades: materias primas, materiales de la vida cotidiana (vidrios y materiales cerámicos, metales y aleaciones, polímeros), productos químicos en casa, combustibles y baterías, y suelo y agricultura. El

proyecto SATIS 14-16 (*Science and Technology in Society*) (ASE 1986; AAVV 2000) proporcionó también una serie de unidades relativas a los materiales (Metales como recursos, Miremos las etiquetas. Las fibras textiles, Materiales para la vida. Nuevos materiales para cardiología, Materiales para reparar dientes). Y el tema de los materiales sigue siendo de interés en la actualidad. En uno de los proyectos de ciencias ingleses más recientes con un claro objetivo de alfabetización científica de los estudiantes, *Science for XXI Century* (Burden, 2005), dos de los módulos del curso de Ciencia básica son Elección de materiales y Materiales radioactivos, mientras que en el módulo de Ciencia ampliada se abordan los modelos químicos, los productos químicos y el medio ambiente, las síntesis química y la química para un mundo sostenible.

En España con la reforma LOGSE (1992) se introduce por primera vez el estudio de los materiales en el currículum del área de las Ciencias de la Naturaleza de la educación secundaria obligatoria (Caamaño 1998). A pesar de ello, la experiencia de todos estos años es que ha sido difícil consolidar los materiales como un contenido básico del currículum de esta asignatura. Sin una apuesta clara por los objetivos de alfabetización científica del currículum de esta etapa y frente a las dificultades del tiempo disponible, el profesorado generalmente ha acabado priorizando los contenidos más disciplinares relativos al estudio de la materia.

Algunos de los proyectos de ciencias elaborados en la etapa de la reforma LOGSE incorporaron el estudio de los materiales de una forma sustancial como, por ejemplo el proyecto GAIA (Caamaño et al. 2000) o el proyecto Teide (Caamaño et al. 1996, 1997, 1999; Caamaño, Obach, Pérez-Rendón 2005). Así en *La matèria i els seus canvis* (Caamaño et al 1996) se estudian los vidrios y materiales cerámicos, los metales, los ácidos y bases, las pilas, los combustibles y los polímeros. Este estudio se mantiene en la sucesivas revisiones de este texto (1999, 2005) si bien, cada vez en una posición menos central del texto y con menor extensión, lo que refleja la percepción de una falta de introducción real de estos contenidos en los cursos de la ESO.

En el currículum LOE actual español (De Pro, 2007) el estudio de los materiales en el área de Ciencias de la Naturaleza tiene una escasa presencia. Así, por ejemplo, en el bloque de Estructura y propiedades de las sustancias de cuarto curso de Física y Química podemos ver que únicamente se citan como materiales: los hidrocarburos como recurso energético y los polímeros (análisis de sus aplicaciones y de los problemas relacionados con el reciclaje). De hecho el enfoque CTS no está muy presente en los nuevos currículos del área de las Ciencias de la Naturaleza de la ESO, a excepción de la incorporación del nuevo bloque “La contribución de la ciencia a un futuro sostenible”. Esta afirmación es

especialmente cierta en lo que se refiere al estudio de los materiales. Si se compara nuestro currículum con los currículos de ciencias de esta etapa en países de nuestro entorno (Caamaño, 2007a) se observa que en estos países se han realizado más esfuerzos en contextualizar el currículum de ciencias y darle una orientación primordialmente de alfabetización científica.

La ausencia de esta orientación de alfabetización se nota especialmente en el tercer curso de la ESO, que es el último obligatorio o común para todos los alumnos. Sorprende el enfoque todavía altamente disciplinar de este curso, en relación con los objetivos de la nueva asignatura de Ciencias para el mundo contemporáneo en el primer curso de bachillerato. Hubiera sido más coherente orientar más el currículum de ciencias de tercero de ESO hacia la alfabetización científica y la comprensión de la naturaleza de la ciencia, con un enfoque más integrado de las diferentes disciplinas. De este modo, se hubiera abierto un espacio de alfabetización científica en la parte común del currículum de la ESO que tendría luego continuidad en la asignatura de CMC en el primer curso de bachillerato. Todo ello pensado para el conjunto de los alumnos, tanto de ciencias como de letras.

Por contra, las asignaturas opcionales de Física y Química y de Biología y Geología de cuarto curso de ESO y las materias de modalidad de ciencias (Física, Química, Biología, Ciencias de la Tierra y del medio ambiente) podrían mantener un carácter más disciplinar, sin olvidar la necesidad de conseguir una mayor contextualización y funcionalidad de la que tienen actualmente.

Con la estructura del currículum actual quizás haría falta en 4º de ESO una materia científica común de orientación alfabetizadora, de características similares a CMC (Martín-Díaz, Nieda, Pérez, 2008), lo que evitaría la diferencia de competencia científica que se producirá entre los alumnos de Ciencias y de Letras al pasar al bachillerato.

EL ESTUDIO DE LOS MATERIALES EN LA QUÍMICA DE BACHILLERATO

El currículum LOGSE de química de bachillerato introdujo un bloque de contenidos CTS que posibilitó la experiencia de la adaptación del proyecto inglés de química contextualizado *Advanced Chemistry Salters* (Burton et al. 2000), que se publicó en una versión experimental con el título de Química Salters (Grup Salters 1999, Grupo Salters 1999, 2000). En este proyecto se utilizan los materiales como contenido organizador de muchas de sus unidades, tales como: De los minerales a los elementos, El desarrollo de los combustibles, La revolución de los polímeros, Aspectos de agricultura (fertilizantes y plaguicidas), La química del acero y Medicamentos. Más allá del periodo de experimentación, este proyecto no

tuvo en España una influencia decisiva en la transformación del currículum de la química del bachillerato hacia un enfoque más contextualizado. Varios factores lo impidieron.

Afortunadamente en el nuevo currículum de química de bachillerato se introducen algunos contenidos CTS relacionados con los materiales y sustancias químicas, tales como sustancias de interés biológico e industrial, combustibles fósiles y efecto invernadero, ácidos y bases de interés industrial, corrosión de metales, polímeros y medicamentos (Gutiérrez, Gómez Crespo y Martín-Díaz 2008). También en el currículum de química en Cataluña (todavía provisional) (AAVV 2008) encontramos abundantes temas CTS, inspirados en los que aparecen en el proyecto Química Salters, entre ellos los relativos a materiales y sustancias de interés en la sociedad, como son los metales, los materiales cerámicos, los vidrios, los combustibles fósiles y los biocombustibles, los polímeros, los aceros, los medicamentos y los nuevos materiales (nanotubos, cristales líquidos, etc.).

Otros países están llevando a cabo experiencias similares a la Química Salters. Por ejemplo, tanto en Holanda como en Alemanía hay grupos de investigación-acción diseñando unidades de química contextualizadas con implicación del profesorado (Westbroek, Bulte & Pilot, 2001; Bulte, de Jong & Pilot 2005), que en el caso holandés forman parte del proyecto de química, *The Chemie im Kontext project* (Nentwig et al 2007). El currículum de química portugués de bachillerato es un currículum claramente contextualizado (Costa et al. 2003). Y en Brasil existen magníficos proyectos de química CTS como PEQUIS (*Projecto de Ensino de Quimica e Sociedade*) (Dos Santos et al., 2004).

Algunos libros de texto universitarios también tienen un enfoque de química contextualizada. Por ejemplo, en Química para el nuevo milenio (Hill, Kolb, 1999), además de los temas conceptuales propios de un libro de texto de química, se abordan los siguientes temas CTS: Polímeros, Química de la tierra, Aire, Agua, Energía (combustibles), Alimentos, Productos químicos para el hogar, Condición física y salud, Fármacos y Venenos. El proyecto SATIS 16-19 (ASE 1992) también contiene varias unidades sobre los materiales.

Sociedades científicas como la *Royal Society of Chemistry* han querido contribuir a la divulgación de los temas actuales de química entre el alumnado y el profesorado de bachillerato mediante publicaciones como *The age of the molecule* (RSC 1999) o *Cutting edge chemistry* (RSC 2000). En ambas se dedican capítulos enteros a la nueva ciencia de los materiales, el mundo de los cristales líquidos, la edad de los plásticos y la electroquímica. En el capítulo de Nuevos materiales se presenta la estructura y las aplicaciones de los óxidos magnéticos, los

superconductores, los *nanoclusters*, los catalizadores, los nanotubos, los nanointerruptores y los fulerenos. También se trata de la síntesis y el análisis de la estructura de las moléculas y de los métodos modernos de seguimiento de las reacciones químicas.

La *Sociedade Brasileira de Química* ha publicado una serie de Cuadernos Temáticos (*Cadernos temáticos*) a través de la revista *Química Nova na Escola*, dedicados a los siguientes temas de química y sociedad: Química ambiental, Introducción a la química de los materiales (polímeros sintéticos, plásticos inteligentes, vidrios, zeolitas), Introducción a la química de los fármacos, Introducción a la estructura de la materia, Química al servicio de la humanidad, etc.)

Por último, algunas publicaciones periódicas científicas de nuestro país ofrecen recursos de actualización y divulgación de las nuevas fronteras y métodos de la química. La Real Sociedad Española de Química publica una revista que contiene artículos de divulgación química, mientras que la *Societat Catalana de Química* (SCQ) publica la *Revista de la Societat Catalana de Química* con artículos de carácter divulgativo, muchos de ellos de un nivel apropiado para los alumnos de bachillerato, y la revista *Educació Química*, centrada especialmente en la enseñanza de la química en la educación secundaria, de la que acaba de editarse el número 1.

Habrá que esperar a ver el nivel de aplicación de los temas CTS del nuevo currículum en las aulas en los próximos cursos, tanto en la asignatura de Química como en la CMC. De nuevo es de prever que el tipo de prueba de acceso a la universidad tendrá una influencia decisiva para que tenga lugar un cambio en profundidad en el enfoque de la asignatura de Química, pero también pueden ser factores importantes los libros de texto que se publiquen y la formación del profesorado que se realice (Caamaño 2006, 2007b; Melo et al. 2008).

El curso próximo será interesante observar, por un lado, la aplicación que los materiales curriculares y proyectos de química contextualizada y de otras materias científicas puedan tener en la organización de la nueva asignatura CMC y, por otro lado, la influencia que pueda tener la impartición de la nueva asignatura CMC en la atención que se preste y en el enfoque que se dé a los nuevos contenidos CTS de las asignaturas de ciencias de modalidad del bachillerato (Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra y del medio ambiente). Puede ser que tenga lugar una sinergia y que estas asignaturas se refuercen entre sí, aunque, también sería posible que el hecho de tratar los aspectos aplicados y sociales de la ciencia en CMC haga que se considere que estos aspectos ya no son precisos abordarlos en las asignaturas de ciencias de modalidad.

El estudio de los materiales en la Ciencia para el Mundo Contemporáneo

Los materiales es uno de los temas abordados en asignaturas del tipo CMC que existen en otros países. Por ejemplo, en Inglaterra existe desde el 2000 una asignatura de características similares a CMC que se denomina *Science for public understanding* (Hunt & Millar, 2000; Millar & Hunt 2006), en la que se aborda la calidad del aire, el uso de los combustibles y el medio ambiente como temas relacionados con los materiales y las sustancias químicas.

En España en el currículum de la nueva asignatura CMC aparece un bloque entero denominado Nuevas necesidades, nuevos materiales, con los siguientes epígrafes:

- La humanidad y el uso de los materiales. Localización, producción y consumo de materiales: control de los recursos.
- Algunos materiales naturales. Los metales, riesgos a causa de su corrosión. El papel y el problema de la deforestación.
- El desarrollo científico-tecnológico y la sociedad de consumo: agotamiento de materiales y aparición de nuevas necesidades, desde la medicina a la aeronáutica.
- La respuesta de la ciencia y la tecnología. Nuevos materiales: los polímeros. Nuevas tecnologías: la nanotecnología.
- Análisis medioambiental y energético del uso de los materiales: reutilización y reciclaje. Basuras.

La primera cuestión que se nos plantea es cómo abordar este bloque de contenidos dentro de los objetivos generales de la asignatura. La segunda, cuáles son los conocimientos que probablemente tendrán los alumnos que la cursen, tanto los de Humanidades como los de Ciencias.

Respecto del primer punto estamos de acuerdo con la idea que expresaba Pedrinaci (2006) en el monográfico que Alambique dedicó a los contenidos y enfoque de esta asignatura, cuando todavía no se conocía el programa oficial, que el abordaje debería centrarse en una metodología de indagación y de resolución de problemas, en la que se valore la importancia de disponer de una opinión informada y la toma de decisiones. En palabras de Pedrinaci: "... no se trata de ofrecer unas ciencias básicas para aquellos estudiantes que no volverán a trabajar contenidos científicos sino, más bien, contribuir a que estos le pierdan el miedo al análisis de cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología que le afectan o afectarán sus condiciones de vida y a que todos, los de letras y los de ciencias, adquieran competencias necesarias para la resolución de problemas, valoren la importancia de disponer de una opinión informada y se ejerciten en la toma de decisiones".

Respecto del segundo punto coincidimos con Antonio de Pro (2008) en que el carácter optativo de las ciencias en el 4º de ESO va a llevar necesariamente a tener grupos de alumnos heterogéneos en cuanto a sus conocimientos iniciales, experiencias previas y posibilidades de aprendizaje. No solo eso, sino que a medida que avance el curso de primero de bachillerato la diferencia de los conocimientos científicos de los alumnos de ciencias y de humanidades va ir haciéndose progresivamente mayor. Respecto del tema de los materiales, el análisis realizado en el apartado referido a la ESO nos hace suponer que el conocimiento y competencia de los alumnos dependerá en gran medida de la orientación con que se haya enfocado el estudio de la materia y de los materiales en los cursos de la ESO, en particular en tercero y en cuarto curso, aquellos que hayan optado por esta asignatura. Sin embargo, un análisis del currículum de la mayoría de las autonomías y de los libros de texto permiten concluir que el estudio que se realiza en la ESO está más centrado en la materia que no en los materiales, es decir, que paradójicamente para muchos alumnos los materiales, y especialmente, los nuevos materiales, serán tratados por primera vez en la asignatura de CMC, exceptuando lo que hayan podido trabajar en la asignatura de Tecnología.

Emilio Pedrinaci (2006, 2008) y Antonio de Pro (2008) han sugerido que una metodología adecuada para la gestión de la asignatura en el aula sería seleccionar una serie de preguntas que correspondieran a cada uno de los bloques. José Mariano Bernal (2008) resalta que la educación científica para la vida implica cambios metodológicos más que cambios de contenidos en relación con la finalidad de la asignatura CMC y propone la utilización de auditorias científicas como actividad central centrada en problemas científicos que tengan una incidencia directa y real en la vida de los alumnos. En tal, caso la cuestión sería determinar cuáles pueden ser las preguntas pertinentes o los problemas científicos relevantes en torno al bloque de Nuevas necesidades, nuevos materiales.

Un ejemplo de pregunta de partida nos la proporciona Antonio Ángel Pérez Sánchez (2008) en la propuesta didáctica que realiza sobre el uso del silicio y sus compuestos en la monografía de aproximaciones didácticas a la CMC (FECYT 2008). La cuestión que formula es: ¿Cuáles son, a tu juicio, los cinco materiales más empleados en las sociedades desarrolladas? Indica en cada caso cuál es el recurso o el elemento naturaleza en el que tiene su origen. Esta cuestión le lleva a abordar los usos del silicio y sus compuestos desde la prehistoria (sílex) hasta nuestros días y muchos procesos relacionados: fabricación de vidrio, enfermedades asociadas al silicio, nuevas aplicaciones del silicio en la construcción, en la electrónica, en las TIC y en las células solares,

problemas medioambientales, etc. La secuencia constituye un ejemplo de cómo se puede desarrollar una unidad sobre materiales utilizando un elemento químico como hilo conductor.

Sin duda, un breve análisis comparativo de los contenidos y actividades propuestas en las unidades correspondientes al bloque Nuevas necesidades, nuevos materiales, en algunos de los libros de texto de CMC ya publicados, puede darnos elementos para tener una idea de que contenidos específicos se tratarán y cómo se trabajaran en el aula. El análisis comparativo realizado sobre cuatro libros aparece resumido en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis comparativo de los contenidos y actividades del bloque "Nuevas necesidades, nuevos materiales" en cuatro libros de texto de CMC:

CMC. Ed. SM

Materiales: Uso y consumo.

Contenidos. Desarrollo de materias primas. ¿Qué materiales hay a nuestro alrededor?. Metales, cerámicas y vidrios, polímeros sintéticos, fibras, semiconductores. ¿De dónde proceden los materiales? . El ejemplo de la industria automovilística. Análisis de los procesos y costes medioambientales (cemento, acero, papel). Cálculo de las reservas de recursos naturales. Actualizando el inventario. Gestión responsable de los recursos naturales (reducir el consumo injustificado de materias primas, minimizar el consumo energético, aprovechar los residuos).

Actividades. Laboratorio de materiales: arcilla (interpretación de un experimento*).* Laboratorio de materiales: el caucho (interpretación de una gráfica). La deslocalización de una empresa. Reciclar la chatarra (Lectura comprensiva) ¿Cómo hacer una evaluación del impacto ambiental? (Lectura y cuestiones). El ejemplo del coltán. Reciclado del aluminio (lectura y cuestiones).¿Son necesarias y seguras las incineradoras? (debate).

Nuevas necesidades, nuevos materiales.

Contenidos. Nuevos desafíos para la ciencia de materiales (en la construcción de edificios e infraestructuras, en la medicina, en la obtención de energía, en la electrónica y tecnologías de comunicación). Materiales resistentes y ligeros (protección frente a la corrosión, materiales compuestos, oportunidades para el desarrollo de materiales energéticos). El cuerpo en el taller (una visita al dentista, estética y salud, reparaciones en el corazón, ayudas para seguir caminando; economía, recursos y atención sanitaria). Al limite de las posibilidades (nuevas maneras de ver y tocar, aplicaciones de la nanotecnología, magnetorresistencia y buena memoria. Materia gris para el futuro (¿Qué es I+D?, Plataformas tecnológicas, El LHC, nuevo laboratorio de materiales).

Actividades. Volumen y belleza (lectura, ampliación de información y opinión). ¿Hasta dónde puede llegar la atención gratuita? (lectura y opinión). A debate:

¿Son seguras las centrales nucleares? Laboratorio de materiales: experiencia de protección a la corrosión de un metal.

Secciones adicionales:

Claves para comprender. ¿Por qué se oxidan los metales? ¿Cómo interaccionan los electrones? *Para saber más*. Tipos de pilas.

La ciencia y sus métodos (los procedimientos de la ciencia)

La ciencia en la calle (debates)

CMC. Grup Promotor. Santillana

Nuevas necesidades, nuevos materiales

Contenidos. De la materia a los materiales. ¿De dónde obtenemos los materiales? Las propiedades de los materiales. La materia prima (minerales, sistemas de extracción de metales, el acero, el coltán). Natural y artificial (plásticos, polímeros, papel, problemas asociados a la fabricación del papel). Inventar lo que no existe (nanociencia, nanocompuestos del carbono, fulerenos, la nanotecnología).

Actividades. Pocas actividades en el texto. Visionado de un video en internet. Actividades al final de tipo cuestión e interpretación de un gráfico de la resistencia de un material.

Secciones adicionales:

Esquemas ilustrados de hechos históricos expuestos cronológicamente.

Descubrimientos clave: ¿Cómo se han formado los elementos químicos?, La vulcanización y los neumáticos. Óxidos y sulfuros. El control del fuego. La parkesina. Microscopio de efecto túnel. ¿Cómo se fabrica la fibra de carbono? ¿Cómo se fabrican nanomáquinas?

Presente y futuro (lectura final): Materiales a la carta. Tinta y papel electrónica.

Mapa conceptual de síntesis.

CMC. Ciència en context. Teide

Nuevos retos, nuevos materiales

Contenidos. La ciencia de los materiales. La estructura: los niveles atómico, micro y macro. Tipos de materiales (metales, nuevos materiales metálicos, cerámicas, nuevos materiales cerámicos polímeros, los biomateriales). Materiales para un mundo más eficiente (la fibra de carbono). Materiales para un mundo más global (fibras ópticas, diodos láser y LED). La nanotecnología (la escala nano; nueva escala, nueva física: nuevos instrumentos.

Actividades: Actividad inicial (¿Qué sabes de la nanotecnología?). Los materiales hasta nuestros días (ensayo). Tipos de materiales (elección de un material a partir de sus propiedades). Nuevos materiales al Boeing 787 (Lectura, cuestiones y opinión). Los nanotubos de carbono (búsqueda de información).

Secciones adicionales:

Documentos: Ninitol: un metal con memoria.

Mapa conceptual de síntesis.

Los materiales y los ciclos de producción

Contenidos. Los materiales de los teléfonos móviles (los plásticos de las carcasas y las pantallas, los metales de las baterías). Los materiales de las bolsas de plástico. Los residuos que generamos. Las incineradoras y los vertederos de basuras.

Actividades: Actividad exploratoria inicial (móviles y bolsas de plásticos). La minimización del impacto ambiental de los móviles (búsqueda de soluciones) y de las bolsas de plástico (valoración de las posibles soluciones). La generación de residuos (interpretación de un gráfico, búsqueda de información en internet, cálculos a partir de los datos obtenidos). La gestión responsable de los residuos (búsqueda de información en internet, elaboración de un esquema y justificación de los riesgos). La reutilización y el reciclaje de los plásticos (búsqueda de información y argumentación). *Actividades finales*. Interpretación de un gráfico sobre la evolución de los residuos en Cataluña. Diseño de una campaña municipal para la reducción de residuos. La alternativa de los bioplásticos.

Documentos: La explotación del coltán en Africa. El reciclaje de los móviles.

CNC. McGraw Hill

El ser humano y los materiales

Contenidos. Los primeros materiales. Clasificación de los materiales. Los metales. Un metal en auge: el titanio. Nuevos materiales: piezoelectricidad, materiales superconductores y superplásticos, materiales para el espacio, avances en ingeniería y construcción. Polímeros (historia, clasificación, propiedades). La nanotecnología. Control de los recursos. Perspectivas actuales.

Actividades. Actividades de tipo cuestión en el texto y al final. Al final tres artículos científicos y tres de opinión sobre tres temas diferentes (nanotubos, nanomáquinas terapéuticas, alerta sobre los riesgos para la salud y el medio ambiente de la nanotecnología) con actividades propuestas para cada uno de ellos (cuestiones, interpretación del texto, búsqueda de información, etc.).

Secciones adicionales:

Vocabulario: cuadro de definiciones (polimerización, monómero,..)

Artículos científicos y de opinión con actividades.

La gestión de nuestros residuos

Contenidos. Una visión global. Residuos sanitarios. Residuos agropecuarios. Residuos industriales. Residuos radioactivos. Residuos sólidos urbanos. Plásticos. Materia orgánica. Vidrio. Papel y cartón. Madera. Metales.

Actividades. Del mismo tipo que en el capitulo anterior.

Del breve análisis de las unidades sobre Materiales en estos cuatro libros de texto, podemos concluir:

- Un tratamiento similar de los contenidos específicos, si bien desarrollados con diferente extensión según los libros.
- La utilización en tres de ellos de cuadros o mapas conceptuales de síntesis al final de la unidad.
- La utilización de actividades iniciales exploratorias de las ideas de los alumnos nada más en uno de ellos.
- El uso de recuadros internos con información adicional, bien conceptual o de ampliación de contenidos, en todos ellos, pero con diferentes orientaciones y denominaciones: Para saber más, Descubrimientos clave, Documentos, Vocabulario.
- Un uso amplio de actividades del tipo (lectura, cuestiones, búsqueda de información) en todos los libros, pero más limitado (solo en dos de ellos) de actividades de comunicación de rango superior (de justificación, argumentación y debate). Un uso muy limitado de actividades experimentales y de juegos de rol y de toma de decisiones. En el caso que se incluyan actividades experimentales son del tipo experimento, pero no de investigación.

Obviamente este análisis no pretende ser una evaluación de los libros observados, ya que ello requeriría hacerlo sobre la totalidad del texto y no sobre una o dos únicas unidades.

CONCLUSIONES

El recorrido que hemos hecho nos ha permitido reflexionar sobre las luces y las sombras de los intentos realizados hasta el momento para contextualizar el currículum de química en la ESO y el bachillerato, concretamente, en relación a la introducción al estudio de los materiales. También nos ha permitido darnos cuenta de la gran cantidad de recursos didácticos de que disponemos, producto de las experiencias y proyectos que se han ido elaborando en muchos países a lo largo de los últimos años, incluido el nuestro.

Al analizar las unidades sobre Materiales de algunos de los libros de texto de la nueva asignatura CMC hemos visto reflejados en ellos muchos de los contenidos y actividades sobre materiales de los que hubiéramos querido disponer en los libros de texto de química la ESO y del bachillerato, para mejorar la contextualización de sus contenidos. Hemos apreciado aciertos por presentar la materia de forma atractiva y bien estructurada, pero también, como ocurre también todavía en muchos de los libros de la ESO y el bachillerato, una escasez de actividades de comunicación (opinión, justificación, argumentación, debate,...) y de carácter investigativo en algunos de ellos.

El enfoque indagativo (Anderson 2007; High Level Group on Science Education. 2007) y con autonomía en el trabajo de los alumnos, que creemos adecuado para tratar el tema de Materiales, así como el resto de temas de CMC, va a precisar explorar todos los recursos existentes, diseñar y experimentar una

gran cantidad de nuevas actividades, y el trabajo conjunto del profesorado implicado a través de grupos de trabajo, seminarios de innovación y de plataformas de comunicación en la red con profesores y profesoras que estén experimentando nuevas formas de hacer, para aunar esfuerzos y compartir experiencias.

Los recursos y actividades que provienen de los proyectos CTS de materias científicas de modalidad pueden ser de gran ayuda para la asignatura CMC. A la vez el campo de experimentación de nuevos métodos y actividades de aula que va a permitir esta asignatura es de esperar que revierta en nuevas formas de entender y actuar en el currículum de las materias científicas de modalidad, así como en la actualización de muchos de sus contenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASE (1986). SATIS 14-16 *Science and technology in society*. 10 vol. Association for Science Education. RU.

ASE (1992). SATIS 16-19. *Science and technology in society*. 4 vol. Association for Science Education. RU.

AAVV (2000). *Más Ciencia (Ciencia, tecnología y sociedad en secundaria).* Adaptación del proyecto SATIS. Diputación General de Aragón.

AAVV (2008). Los nuevos currículos de física, química y biología en el bachillerato en Cataluña. *Alambique*, 56, pp. 51-70.

Anderson, R.D. (2007). Inquiry as an organizing theme for Science Curricula, en S.K. Abell, N.G. Lederman, (eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Routledge.

Bernal, J.M. (2008). La función educativa de las auditorías científicas: enseñar a aprender ciencias para la vida, en AAVV, *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*, pp. 45-80. FECYT.

Bulte, A., de Jong, O., Pilot, A. (2005). *A development research approach to designing a chemistry curriculum using authentic practices as contexts*. Comunicación presentada en ESERA Conference, Barcelona.

Burden, J. (2005). Ciencia para el siglo XXI: un nuevo proyecto de ciencias para la educación secundaria en el Reino Unido. *Alambique*, 46, pp. 68-79.

Burton, G., Holman,J., Lazonby,J., Pilling,G., Waddington,D. (2000). *Salters Advanced Chemistry*. 2ª edición. Oxford: Heinemann.

Caamaño, A. (1998). Materia y materiales en la enseñanza secundaria. Los niveles estructurales de la materia. *Aula de innovación educativa* , 69, pp.6-12.

Caamaño, A. (2006). Retos del currículum de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química

en los currículos de Inglaterra, Francia y España. *Educación Química*, 17, pp.195-208.

Caamaño, A. (2007a). El currículo de física y de química en la educación secundaria obligatoria en Inglaterra y Gales, Portugal, Francia y España. *Alambique*, 53, pp.22-37.

Caamaño, A. (2007b). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo, en M. Izquierdo, A. Caamaño, M. Quintanilla, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Universidad Autónoma de Barcelona.

Caamaño, A., Obach, D., Pérez-Redón, E. (2005). *Física i Química*. Ciències de la Naturalesa. Teide. Barcelona.

Caamaño et al. (1996). *La matèria i els seus canvis*. Ciències de la Naturalesa. ESO. Segon Cicle. Teide. Barcelona.

Caamaño et al. (1997). *Els materials que ens envolten*. Ciències de la Naturalesa. ESO. Primer Cicle. Teide. Barcelona.

Caamaño, A. et al. (1999). *La matèria: estructura i canvi químic*. Ciències de la Naturalesa. ESO. Teide. Barcelona.

Caamaño, A., Correig, M.T.,Grau, R., Guash, E., Lozano, M.T., Mayós, C., Parejo, C.,Varela, X. (2000). *Crèdit 7. Els materials.* Projecte GAIA (12-16) *Ciències de la Naturalesa.* ECIR.

Costa, J. A. , Magalhães, C., Martins, I., Lopes, J. M, Otilde, Mª., Sobrinho, T., (2003). La química en la educación secundaria en Portugal: una perspectiva de cultura científica. *Alambique,* 36, pp. 68-75.

De Pro (coord.) (2007). Monográfico: Los nuevos currículos en la ESO. *Alambique*, 53.

De Pro, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 56, pp. 87-97.

Dos Santos,W.L.P., et al. (2004). *Projeto de Ensino de Química e Sociedade.* Ensino Médio. Editora nova geração.

FECYT (2008). *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

Grup Salters (1999). *Química Salters* (*Materials per al batxillerat*). Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya.

Grupo Salters (1999). Proyecto Química Salters. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, pp. 68-72.

Grupo Salters (2000). *Química Salters. Bachillerato*. Centro de Investigación y Documentación Educativas (CIDE). Madrid,

Gutiérrez, M.S., Gómez Crespo, M.A., Martín-Díaz, M.J. (2008). ¿Basta con decretar un nuevo currículo de química? *Alambique*, 56, pp.20-27.

High Level Group on Science Education. 2007. *Science Education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. European Comission. Community Research.

Hill, J.W., Kolb, D.K. (1999). *Química para el nuevo milenio*. Pearson. 8ª edición.

Hunt, A., Millar, R. (ed.) (2000). *AS Science for public understanding*. Heinemann. Londres.

Martín-Díaz, M.J., Nieda, J., Pérez, A. (2008). Las ciencias para el mundo contemporáneo, asignatura común del bachillerato. *Alambique*, 56, pp.80-86.

Melo, A., Mendes, A., Lope, S., Rueda, C., Gómez-Crespo, M.A., Caamaño, A. (2008). Comunicaciones presentadas en la mesa redonda: Integración de los contenidos CTS. De los currículos a la práctica en el aula. Actas en CD-ROM del *V Seminario Ibérico (I Seminario Iberoamericano) CTS en la enseñanza de las ciencias. Educación científica y desarrollo sostenible*. Universidad de Aveiro.

Millar, R., Hunt, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencias. *Alambique,* 49, pp.20-29.

Nentewig,P., Demuth,R., Parchmann,I., Gräsel,C., Ralle, B. (2007). Chemie im Kontext: Situating Learning in Relevant Contexts while Systematically Developing Basic Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*, 84, 9, pp.1439-1444.

Nuffield-Chelsea Curriculum Trust (1988) *Nuffield Co-ordinated Sciences. Chemistry*. Longman.

Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿una materia para la participación ciudadana". *Alambique*, 49, pp.9-19.

Pedrinaci, E. (2008). ¿Qué podemos esperar de la nueva asignatura de *Ciencias* para el mundo contemporáneo? Actas en CD-ROM del *V Seminario Ibérico (I Seminario Iberoamericano) CTS en la enseñanza de las ciencias. Educación científica y desarrollo sostenible*, p.21. Universidad de Aveiro.

Pérez Sánchez, A. A. (2008). La era del silicio, en AAVV, *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*, pp. 233-274. FECYT.

RSC (1999). *The age of the molecule*. Royal Society of Chemistry. Londres.

RSC (2000). *Cutting edge Chemistry*. Royal Society of Chemistry. Londres.

Salters' Science Project. (1990). University of York, Reino Unido. Oxford: Heinemann Educational.

Westbroek, H. B., Bulte, A., Pilot, A. (2001). Development of a prototype module: An example of a new vision on A-level Chemistry curriculum, en O. de Jong, E.R. Savelsbergh, A. Alblas (eds.), *Teaching for scientific literacy. Context, competency and curriculum*, Utrecht University, Centre for Science and Mathematics Education.

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO. EVALUACIÓN

Ana Oñorbe

UNA NUEVA ASIGNATURA: ¿UN NUEVO ENFOQUE DE LA EVALUACIÓN?

La nueva asignatura Ciencias para el mundo contemporáneo presenta un reto en la enseñanza de las Ciencias que no debe desaprovecharse, Es un currículo diferente, con un enfoque para su desarrollo que podría colaborar a la instauración de un modelo didáctico nuevo. Aquí vamos a ocuparnos del papel fundamental que juega la evaluación en este cambio.

Evaluar es una de las tareas mas complejas de la enseñanza, con un discurso (teórico) sobre modelos, técnicas, tipos de evaluación (de centros, de profesores, del currículo, ...) y otro práctico del aula, habitualmente limitado a la evaluación del rendimiento del estudiante y que pretende evidenciar determinados aprendizajes del alumno con la finalidad de ser juzgado. La evaluación en el aula es la que trataremos partiendo de la premisa de que el contenido de la evaluación marca el contenido prioritario de nuestra enseñanza. ¿Hay relación entre los objetivos que decimos son los mas importantes en el aprendizaje y las preguntas que luego utilizamos en la evaluación? Cuando se prepara una evaluación se determina aquello que creemos que “merece la pena evaluar”. Por tanto estamos definiendo la parte del aprendizaje que consideramos significativo.

Las evaluaciones bien planteadas, pueden orientar la enseñanza de las ciencias hacia las innovaciones de los currículos reformados en consonancia con las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias. Según Gil Pérez y Martínez Torregrosa, (2005) “poco importan las innovaciones introducidas o los objetivos que se hayan marcado mientras la evaluación siga consistiendo en ejercicios para constatar el grado de retención de algunos conocimientos conceptuales. Estos serán para los alumnos y alumnas (y gran parte del profesorado) el verdadero objetivo del aprendizaje”.

Todos los profesores somos conscientes de que las cuestiones que se proponen a los alumnos para calificarlos marcan los contenidos y la metodología de nuestra enseñanza (basta recordar las pruebas de selectividad). El cambio consciente del tipo de evaluación ha de conducir, casi necesariamente, a un cambio del modelo didáctico. (Cañas y col, 2007)

Pero, por otra parte, difícilmente podemos evaluar un determinado aprendizaje si antes no tenemos claro que es lo que queremos evaluar: ello supone explicitar los objetivos que se pretenden conseguir y en relación con estos los criterios que se van a utilizar para su aplicación concreta en clase. Los objetivos y los criterios de evaluación son una guía que marca la enseñanza pero no pueden considerarse totalmente cerrados y de obligado cumplimiento. Algunos de ellos pueden ser modificados cuando la experiencia muestra que no son adecuados a la realidad del alumnado al que estaban dirigidos

En la nueva asignatura, Ciencias para el mundo contemporáneo, objetivos y criterios de evaluación son bastante coherentes. Se hace necesario encontrar su aplicación en la evaluación del rendimiento del aprendizaje. El cuadro siguiente muestra un resumen de los objetivos y criterios de evaluación.

Objetivos	**Criterios de evaluación**
1. Conocer el significado cualitativo de algunos conceptos, leyes y teorías, formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones que incide en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público. 2- Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes 3- Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico, utilizar representa-ciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones para tomar decisiones y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad 4- Adquirir un conocimiento coherente y crítico de las tecnologías de la información, comunicación y ocio, con un uso sensato y racional de las mismas.	1.- Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre temas científicos y tecnológicos de repercusión social y comunicar conclusiones o ideas en distintos soportes a públicos diversos, utilizando las tecnologías de la información y comunicación, para formarse opiniones propias argumentadas 2.- Analizar aportaciones científico-tecnológicas a diversos problemas que tiene planteados la humanidad, y la importancia del contexto político-social en su puesta en práctica, considerando sus ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, medioambiental y social 3.- Realizar estudios sencillos sobre cuestiones sociales con base científico-tecnológica de ámbito local, haciendo predicciones y valorando las posturas individuales o de pequeños colectivos en su posible evolución. 4.- Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la comprensión y resolución de los problemas de las personas y de su calidad de vida, mediante una metodología basada en la obtención de pruebas, el razonamiento, la perseverancia y el espíritu crítico, aceptando sus limitaciones y equivocaciones propias de toda actividad humana. 5.- Identificar los principales problemas ambientales, sus causas y los factores que los intensifican; predecir sus consecuencias y argumentar sobre la necesidad de una gestión sostenible de la tierra, siendo conscientes de la importancia de la sensibilización ciudadana para actuar sobre los problemas ambientales locales.

5- Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud, el medio ambiente, los materiales, las fuentes de energía, etc. Valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación con independencia de criterio. 6- Poner en práctica actitudes y valores sociales, creatividad, curiosidad, anti-dogmatismo, reflexión crítica y sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, útiles para el avance personal, relaciones interpersonales y la inserción social. 7- Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones y cuyas ideas están en continua evolución, condicionadas al contexto en que se desarrollan. 8- Reconocer la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.	6.- Conocer y valorar las aportaciones de la ciencia y la tecnología a la mitigación de los problemas ambientales mediante la búsqueda de nuevos materiales y nuevas tecnologías, en el contexto de un desarrollo sostenible. 7.- Diferenciar los tipos de enfermedades más frecuentes, identificando indicadores, causas y tratamientos más comunes, valorando la importancia de adoptar medidas preventivas que eviten los contagios, que prioricen los controles periódicos y los estilos de vida saludables sociales y personales. 8.- Conocer y valorar las bases científicas de la manipulación genética y embrionaria, así como los pros y contras de sus aplicaciones y entender la controversia internacional que han suscitado, siendo capaces de fundamentar la existencia de un Comité de Bioética que defina sus límites en un marco de gestión responsable de la vida humana. 9.- Analizar las sucesivas explicaciones científicas dadas a problemas como el origen de la vida o del universo; haciendo hincapié en la importancia del razonamiento hipotético-deductivo, el valor de las pruebas y la influencia del contexto social, diferenciándolas de las basadas en opiniones o creencias. 10.- Conocer las características básicas, las formas de utilización y las repercusiones individuales y sociales de los últimos instrumentos tecnológicos de información, comunicación, ocio y creación, valorando su incidencia en los hábitos de consumo y en el entorno familiar y de relaciones sociales.

Por otra parte si analizamos el primer tema que se propone en los contenidos de la asignatura encontramos, en resumen, otra forma de expresar los objetivos y por tanto no puede tratarse por separado sino que afecta como tema transversal a todos los demás. Sus apartados se reproducen a continuación.

Tema 1: Contenidos comunes

A) Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en pruebas científicas de aquellas otras que no pueden solucionarse desde la ciencia.

B) Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de las afirmaciones basadas en datos.

C) Análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones concretas.

D) Disposición a reflexionar científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico, para tomar decisiones responsables en contextos personales y sociales.

E) Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico.

F) Reconocimiento de las limitaciones y errores de la ciencia y la tecnología, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la ciencia y la tecnología.

Como puede verse fácilmente el apartado B se correspondería con los objetivos 2 y 3; El C y el D con los objetivos 2 y 5; El E y el F con los objetivos 6, 7 y 8

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL APRENDIZAJE:

Las diversas formas de evaluación deberían basarse en:

Presentación de trabajos sobre la planificación y realización de un proyecto (por escrito, maquetas, conferencia, minicongreso...)

Carpeta de trabajo personal. Su contenido puede ser pactado previamente entre profesor y alumno. Carpeta final organizada, con un índice, resumen...

Resúmenes de explicaciones científicas y preparación de comunicados para presentarlos a un “lego” en la materia.

Elaboración y presentación de mapas conceptuales

Pruebas escritas de cuestiones "productivas" cuya respuesta exige relacionar conocimientos aplicándolos al análisis de situaciones no trabajadas anteriormente.

Las primeras corresponden a la observación del trabajo del aula, a la elaboración, recogida o elaboración de informes, etc. De la última, las pruebas escritas, se presentan algunas ejemplificaciones que han sido tomadas en su mayor parte de las elaboradas por el Proyecto PISA. La razón de hacerlo así se encuentra en que el modelo que este utiliza aparece en estrecha sintonía con los criterios de evaluación que se piden en las Ciencias para el Mundo contemporáneo de nuestro Bachiller

Una idea central del PISA es que el enfoque de la evaluación propuesta – que considera la aplicación del conocimiento científico en vez de la memorización de conceptos- favorecerá el desarrollo de una didáctica coherente con los logros a conseguir (saber resolver problemas que se plantean en la vida real: situaciones de viaje, compra, domésticas, económicas, etc.) y, en última instancia, mejorará el rendimiento de los estudiantes. El proyecto pretende evaluar si el alumnado es capaz de discernir las explicaciones científicas a problemas fundamentales que se ha planteado la humanidad de aquellas que no lo son. Y todo ello basándose en características del trabajo científico como la existencia de pruebas frente a las opiniones o creencias. Asimismo analiza la influencia del contexto social para la aceptación o rechazo de determinadas explicaciones científicas, como el origen físico-químico de la vida o el evolucionismo.

El cuadro siguiente muestra los principales elementos de la evaluación PISA sobre la competencia científica del año 2006.

Capacidades	**Conocimiento**	**Actitudes**
-Identificar cuestiones científicas. -Explicar fenómenos científicamente. -Utilizar pruebas científicas	<u>Conocimiento científico</u> . Sistemas físicos . Sistemas vivos .Sistemas de la Tierra y el espacio <u>Conocimiento acerca de la ciencia:</u> . Investigación científica . Explicaciones científicas	-Interés por la ciencia -Apoyo a la investigación científica - Responsabilidad sobre los recursos y los ambientes

Ello implica analizar la consecución o no de los siguientes objetivos muy relacionados con los propuestos en las Ciencias del Mundo Contemporáneo.

1. Reconocer cuestiones científicamente investigables: identificar los tipos de preguntas que la ciencia intenta responder. (con el objetivo 2 de las C.M.C.)

2. Identificar las evidencias en una investigación científica: necesarias para contestar a los interrogantes que pueden plantearse e identificar o definir los procedimientos necesarios para la recogida de datos. (con el objetivo 5)

3. Extraer o evaluar conclusiones: relacionar las conclusiones con los datos en los que se basan o deberían basarse. (con el 3 y el 5)

4. Comunicar adecuadamente a una audiencia determinada las conclusiones de un trabajo. (con el 3 y el 4)

5. Demostrar la comprensión de conceptos científicos: necesaria para utilizarlos en situaciones distintas en las que se aprendieron. Esto supone, no sólo recordar el conocimiento, sino también saber exponer la importancia del mismo o usarlo para hacer predicciones o dar explicaciones. (con el 1 y el 5)

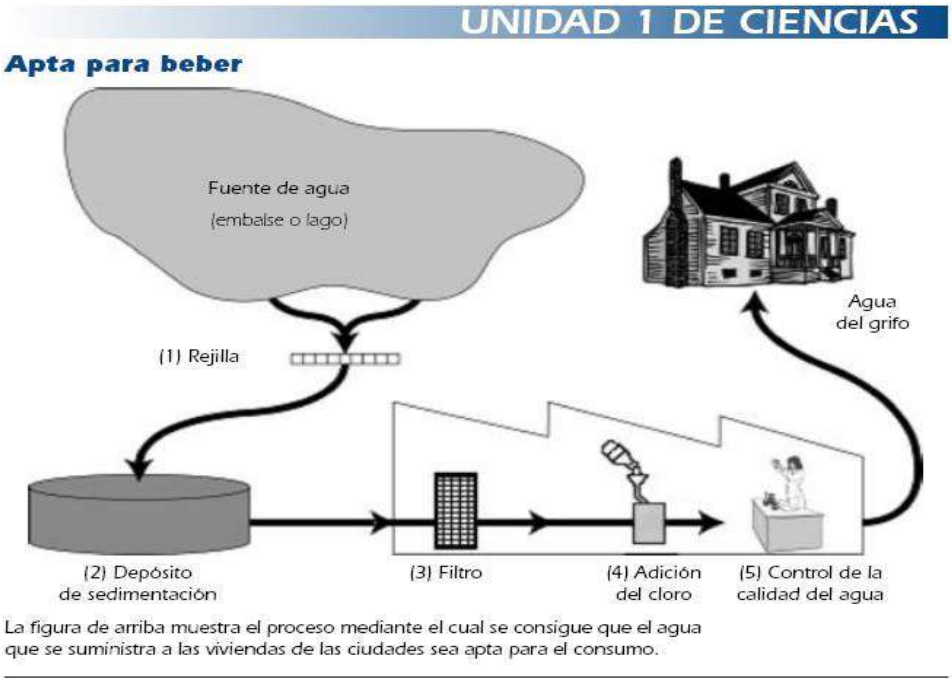
El programa no pretende identificar todos los conceptos que podrían estar asociados a los grandes temas científicos para ser objeto de evaluación. En lugar de ello se seleccionan los contenidos a incluir según cuatro criterios de relevancia:

- Que tengan un alto grado de utilidad en la vida diaria y aparezcan en situaciones cotidianas
- Que se relacionen con aspectos relevantes de la ciencia y que con más probabilidad seguirán teniendo importancia científica en el futuro
- Que sean aptos para utilizarlos en procesos científicos y no sólo que correspondan a definiciones o clasificaciones que únicamente deben ser recordadas

ALGUNOS EJEMPLOS DE CUESTIONES DE EVALUACIÓN CIENCIAS

He aquí varias de las cuestiones utilizadas en PISA, 2003 y 2005 (OCDE, 2006) para la evaluación de la competencia científica

Ejercicio nº 1 Agua potable



La figura de arriba muestra el proceso mediante el cual se consigue que el agua que se suministra a las viviendas de las ciudades sea apta para el consumo.

Preguntas:

1.1.- Disponer de una fuente de agua potable de calidad tiene una gran importancia. Las aguas que se encuentran bajo tierra se denominan aguas subterráneas.

Da una razón que explique por qué la contaminación de bacterias y partículas es menor en las aguas subterráneas que en las superficiales que son los ríos y los lagos.

1.2.- La depuración del agua suele comprender varias fases en las que se emplean diversas técnicas. El proceso de depuración que se muestra en la figura comprende cuatro fase (numeradas del 1 al 4). En la segunda fase el agua es recogida en unos depósitos de sedimentación.

¿De que manera contribuye esta fase a hacer que el agua esté mas limpia?

A.- Las bacterias del agua se mueren B.- Se añade oxígeno al agua

C.- la grava y la arena se van al fondo D.- Las sustancias tóxicas se descomponen

1.3.-.En la cuarta fase de la depuración se añade cloro al agua ¿Para qué se añade el cloro?

1.4.- Imagina que una vez completado el proceso de depuración los científicos encargados de analizar el agua descubren que está sigue estando conteniendo alguna bacteria peligrosa.

¿Qué debería hacer la gente en sus casas con esa agua antes de beberla?

1.5.- ¿Beber agua contaminada puede ser la causa de alguno delos siguientes problemas de salud (Rodea con un círculo Si o No para cada uno de los casos)

Diabetes	Si / No
Diarrea	Si / No
VIH / SIDA	Si / No

Hemos añadido en este ejercicio, como modelo, algunas de las pautas de corrección y el tipo de cuestiones planteadas

Pregunta 1.1

Puntuación máxima:

Respuestas que mencionen el proceso de filtrado a través del terreno. (.Al atravesar las capas de arena y polvo el agua se limpia. Se ha filtrado de forma natural. El agua que se introduce en la tierra es tamizada por las rocas y la arena)

Respuestas en relación con el hecho de que las aguas subterráneas se encuentran encapsuladas y, por tanto, protegidas de contaminación o bien que las aguas de la superficie se contaminan mas fácilmente. (Las aguas subterráneas están bajo tierra y la contaminación del aire no las ensucia. Porque no están al descubierto sino debajo de algo. Porque los lagos y los ríos están contaminados por las personas y los animales).

Otras respuestas correctas (Las aguas subterráneas contienen pocos nutrientes para las bacterias y por eso no pueden sobrevivir en ellas. Las aguas subterráneas no reciben la luz del sol).

Tipo de ejercicio: Respuesta construida abierta. Capacidad: Explicar fenómenos científicamente

Categoría de conocimiento: Sistemas de la tierra y el espacio. Área de aplicación: Recursos naturales

Pregunta 1.2

Puntuación máxima:

C, la gravilla y la arena se van al fondo

Tipo de ejercicio: Elección múltiple. Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas físicos. Área de aplicación: Salud. Marco: Social

Pregunta 1.3

Puntuación máxima:

Referencia a la retirada o descomposición de las bacterias o microbios o virus o gérmenes. (Para dejarla libre de bacterias. El cloro mata las bacterias. Para matar

todas las algas)

Sin puntuación: Otras respuestas (El agua se vuelve menos ácida y se eliminan las algas. Es como el flúor. Para limpiar mas el agua y matar las cosas que quedan. Para que se mantenga limpia y se pueda beber).

Tipo de ejercicio: Respuesta construida-abierta. Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas vivos. Área de aplicación: Salud. Marco: Social

Pregunta 1.4

Puntuación máxima:

Respuestas referidas al hervido del agua.

Respuestas relativas a otros métodos de depuración que pueden realizarse de manera segura en los hogares (Tratar el agua con pastillas de cloro. Utilizar un filtro microporoso)

Sin puntuación: Respuestas que hagan referencia a métodos "profesionales" de depuración que no pueden realizarse de formas segura en el hogar o no sean prácticos (Mezclarla con cloro en un cubo antes de beberla. Añadir mas cloro u otros productos químicos o agentes biológicos. Destilar el agua) Otras respuestas (Volver a depurarla. Utilizar un filtro de café. Comprar agua embotellada hasta que el proceso de depuración se haya arreglado pues elude la pregunta que se plantea)

Tipo de ejercicio: Respuesta construida-abierta. Capacidad: Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimiento: Sistemas vivos. Área de aplicación: Salud. Marco: Social

Pregunta 1.5

Puntuación máxima:

Las tres respuestas correctas en el orden: No, Si, No

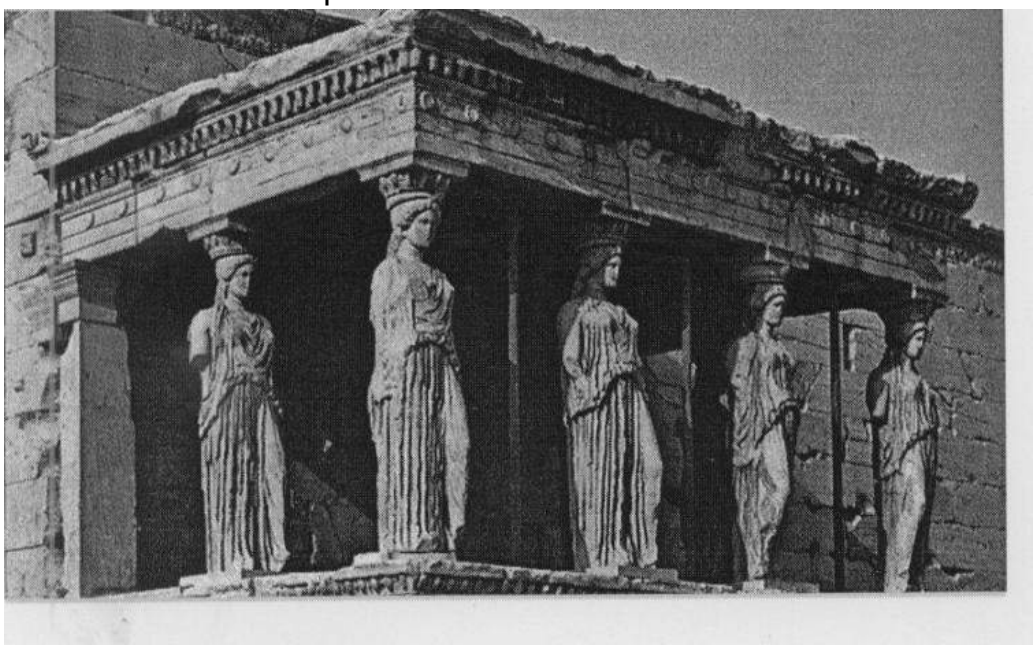
Tipo de ejercicio: Elección múltiple compleja. Capacidad. Explicar fenómenos científicamente.

Categoría de conocimientos: Sistemas vivos. Área de aplicación: Salud. Marco: Personal

Ejercicio nº 2 Lluvia ácida

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace mas de 2500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Preguntas

2.1: ¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

2.2. Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente la astilla se extrae y se seca. ¿cuál será la masa de la astilla de mármol seca?

A Menos de 2,0 gramos

B. Exactamente 2,0 gramos

C Entre 2,0 y 2,4 gramos

D Mas de 2,4 gramos

2.3: Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche

Explica por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

2.4. ¿Te interesa la información siguiente? Marca sólo una casilla en cada fila

a) Saber que actividades humanas son las que mas contribuyen a la producción de lluvia ácida

b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida

c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios dañados por la lluvia ácida.

Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a)	a)	a)	a)
b)	b)	b)	b)
c)	c)	c)	c)

2.5. ¿En que medida estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes? Marca solo una casilla en cada fila

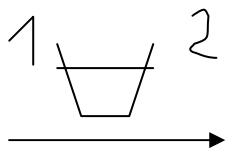
a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.

b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
a)	a)	a)	a)
b)	b)	b)	b)

Ejercicio 3 El autobús (se citan sólo algunas de sus preguntas)

Un autobús circula por un tramo de carretera. Raimundo, el conductor del autobús, tiene un vaso de agua sobre el panel de mandos. El autobús avanza hacia donde se dirige la flecha



De repente Raimundo tiene que frenar bruscamente.

Preguntas

3.1. ¿Qué es lo mas probable que le ocurra al agua del vaso inmediatamente después de que Raimundo frene violentamente:

a. El agua permanecerá horizontal

b. El agua se derramara por el lado 1

c. El agua se derramará por el lado 2

d. El agua se derramará pero no sabes si por el lado 1 o por el lado 2

3.2: El autobús de Raimundo, como la mayoría de los autobuses, funciona con un motor Diesel. Estos autobuses contribuyen a la contaminación del medio ambiente.

Un compañero de Raimundo trabaja en una ciudad donde se usan trolebuses que funcionan con un motor eléctrico. El voltaje necesario para este tipo de motores es suministrado por cables eléctricos (como en los trenes eléctricos). La electricidad proviene de una central que utiliza carbón. Los partidarios del uso de trolebuses argumentan que este tipo de transporte no contribuye a la contaminación del aire

¿Tienen razón los partidarios del trolebús? Argumenta tu respuesta.

Ejercicio 4 Estrellas (se citan sólo algunas preguntas)

A Tomás le gusta contemplar las estrellas. El problema es que no puede distinguirlas bien por la noche por que vive en una gran ciudad.

El año pasado estuvo unos días en el campo y pudo observar una gran cantidad de estrellas que no se veían en la ciudad.

Preguntas

4.1. ¿Por qué se ven muchas mas estrellas en el campo que en la ciudad?

A.- La luna es mas brillante en la ciudad y amortigua la luz de muchas estrellas

B.- El aire del campo contiene mas polvo que el de la ciudad y el polvo refleja la luz

C.- La luminosidad de las ciudades hace que muchas estrellas sean difíciles de ver

D.- El aire es mas cálido en las ciudades por el calor que emiten los coches, las máquinas y los edificios.

4.2. Para observar las estrellas mas brillantes Tomás emplea un telescopio con lentes de gran diámetro ¿Por qué el uso de lentes de gran diámetro permite ver mejor las estrellas?

A- Cuanto mayor sea el tamaño de la lente mayor será la cantidad de luz que recogen

B.- Cuanto mas grane sea la lente mayor será su capacidad de aumento

C.- Las lentes grandes permiten ver una porción mayor de cielo

D.- Las lentes grandes detectan los colores oscuros de las estrellas

Ejercicio 5 Clonación

Lee el siguiente artículo y contesta a las preguntas que aparecen a continuación.

Sin lugar a dudas, si hubiera habido elecciones para escoger el animal del año 1997, ¡Dolly hubiera sido la ganadora! Dolly es la oveja escocesa que puedes ver en la fotografía. Pero Dolly no es una oveja cualquiera. Es un clon de otra oveja. Un clon significa: una copia. Clonar significa copiar a partir "de un original". Los científicos han conseguido crear una oveja (Dolly) que es idéntica a otra oveja que hizo las funciones de "original".

El científico escocés Ian Wilmut fue el que diseñó "la máquina copiadora" de ovejas. Tomó un trozo muy pequeño de la ubre de una oveja adulta (oveja 1). A este pequeño trozo le sacó el núcleo, después introdujo el núcleo en un óvulo de otra oveja (oveja 2). Pero, anteriormente, había eliminado de ese óvulo todo el material que hubiera podido determinar las características de la oveja 2 en otra oveja producida a partir de dicho óvulo. Ian Wilmut implantó el óvulo manipulado de la oveja 2 en otra oveja hembra (oveja 3). La oveja 3 quedó preñada y tuvo un cordero: Dolly.

Algunos científicos piensan que, en pocos años, será también posible clonar seres humanos. Pero muchos gobiernos ya han decidido prohibir por ley la clonación.

Pregunta

5.1. ¿A que oveja es idéntica la oveja Dolly?

A.- La oveja 1 B.- La oveja 2

C.- La oveja 3 D.- Al padre de Dolly

5.2. En el texto se describe la parte de la ubre que se usa como "un trozo muy pequeño". A partir del texto del artículo Puedes deducir a que se refiere con un "trozo muy pequeño". Este trozo es:

A.- Una célula B.- Un gen

C.- El núcleo de una célula D.- Un cromosoma

5.3. En la última parte del artículo se dice que muchos gobiernos ya han decidido prohibir por ley la clonación de seres humanos. ¿Son científicas estas razones? Rodea con un círculo el Si o el No para cada caso.

Razón	¿Es una razón científica?
Los seres humanos clonados podrían ser mas sensibles a algunas enfermedades que los seres humanos normales	Si / No
Las personas no deberían asumir el papel de un Creador	Si / No

Ejercicio 6. Maíz

….Ferwerda señala que el maíz que se utiliza como pienso para el ganado es, en realidad, un tipo de combustible. Las vacas comen maíz para conseguir energía. Pero, según explica Ferwerda, la venta del maíz como combustible en lugar de como pienso podría ser mucho más rentable para los granjeros.

Ferwerda sabe que el medio ambiente recibe cada vez más atención y que la legislación estatal para proteger el medio ambiente cada vez es más compleja. Lo que Ferwerda no acaba de entender es la cantidad de atención que se está dedicando al dióxido de carbono. Se le considera la causa del efecto invernadero. También se dice que el efecto invernadero es la causa principal del aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra. Sin embargo, desde el punto de vista de Ferweda no hay nada malo en el dióxido de carbono. Al contrario, él aduce que las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno para los seres humanos.

Él afirma: "Ésta es un área agrícola y los agricultores cultivan maíz. Tiene una etapa larga de crecimiento, absorbe mucho dióxido de carbono y emite mucho oxígeno. Hay muchos científicos que dicen que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero".

Preguntas

6.1. Ferwerda compara el uso del maíz como combustible con el maíz que se usa como alimento. La primera columna de la tabla siguiente contiene una lista de fenómenos que pueden producirse cuando se quema maíz como combustible. ¿Se producen también esos fenómenos cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?

Rodea con un círculo Sí o No para cada una de ellos.

Cuando se quema maíz:	¿Tiene esto lugar también cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?
Se consume oxígeno	Sí / No
Se produce dióxido de carbono.	Sí / No
Se produce energía	Sí / No

6.2. En el artículo se describe la transformación del dióxido de carbono: "…las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno…"Hay más sustancias que participan en esta transformación aparte del dióxido de carbono y el oxígeno. La transformación puede representarse de la siguiente manera:

Dióxido de carbono + agua ------ oxígeno + ( ) Escribe en el paréntesis la sustancia que falta.

6.3._Al final del artículo, Ferwerda se refiere a los científicos que dicen que el dióxido de carbono no constituye la causa principal del efecto invernadero.

Carolina encuentra la siguiente tabla, en la que se muestran ciertos resultados de las investigaciones sobre los cuatro gases principales causantes del efecto invernadero.

Efecto invernadero relativo por molécula de gas

Dióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso	Clorofluorocarbonos
1	30	160	17 000

A partir de esta tabla, Carolina concluye que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero. No obstante, esta conclusión es prematura. Estos datos deben combinarse con otros datos para poder concluir si el dióxido de carbono es o no la causa principal del efecto invernadero. ¿Qué otros datos debe conseguir Carolina?

A. Datos sobre el origen de los cuatro gases.

B. Datos sobre la absorción de los cuatro gases que realizan las plantas.

C. Datos sobre el tamaño de cada uno de los cuatro tipos de moléculas.

D. Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

MEC (2007) Real Decreto 1631/2006 de 29 de Diciembre . Enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE de 5 de Enero de 2007. Madrid

OCDE (2006) Marco de Evaluación, Conocimientos y habilidades en ciencia s, Matemáticas y Lectura. Madrid. Ed Santillana/MEC

Cañas, A. Martín-Diaz, M.J., Nieda, J. (2007) Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica. Madrid. Alianza Editorial

MEC (2006a). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE de 4 de mayo de 2006. Madrid.

MEC-IE(INSTITUTO DE EVALUACIÓN) (2007): PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe español. Madrid, MEC.

OCDE-INECSE (2004): Marcos Teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de Problemas. Madrid, MEC.

Pruebas de Ciencias Programa PISA en:

http://www.ince.mec.es/pub/index.htm

www.mec.es/mecd/gabipren/documentos

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO: ¿SE PUEDE ENSEÑAR SIN MODIFICAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS? (*)

Antonio de Pro Bueno

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

... Y, EN ESTO, ALGO DIFERENTE

Somos conscientes que, en los últimos tiempos, trasmitimos un cierto pesimismo sobre la situación de la enseñanza de las Ciencias Así, hemos manifestado que, quizás en demasiadas ocasiones:

- las ciencias que se trabajan en las aulas de la educación obligatoria se orientan a formar futuros científicos o ingenieros –curiosamente un porcentaje minoritario de los que asisten a nuestras clases- y no tienen tan presentes las necesidades "del resto" de la clase, que sólo demandan una ciencia útil para atender los problemas de la ciudadanía. ¿Nos hemos preguntado qué repercusiones tienen este o ese contenido en nuestro alumnado, qué queda de nuestras clases al cabo de uno o dos cursos académicos?

- se ignora que las ciencias son una forma de cultura con lo que ello significa: un lenguaje propio (probablemente lo más cuidado) pero también una forma -con características singulares- de trabajar, de comunicar, de pensar, de actuar, de crear, de debatir, de ver el mundo… ¿No será la ignorancia de todos estos aspectos lo que probablemente justifique que muchas veces sólo perciban nuestras materias como "un conocimiento más"?

- la estructura y los contenidos que se presentan parecen configurar un cuerpo de conocimientos incuestionables, verdades que se deben aprender porque perdurarán en el tiempo; un síntoma podría ser la importancia dada por los libros de texto, por algunos currículos (por ejemplo, el que derivaba de la LOCE) o por algunos compañeros a las definiciones de conceptos. ¿No resulta un tanto trasnochada la proliferación de preguntas en los exámenes en las que se pide al alumnado: "define qué es…", "enuncia el principio de…", etc.?

- se han conformado programas y currículos sobrecargados, que son imposibles de enseñar y no digamos de aprender. Nos hemos acostumbrado a una "coexistencia pacífica" entre "temarios y programaciones virtuales" y una realidad que va "por otro lado" (siempre nos acordamos, en este caso, de la Química de 2º de

Bachillerato…). ¿A qué se juega con estas incoherencias y, sobre todo, para qué?

- no sabemos si, como consecuencia o como complemento de lo anterior, nos lleva a poner en segundo plano –incluso hasta ignorar- las actividades experimentales, los debates para verbalizar el conocimiento o para argumentar, las salidas de campo, etc. No se tiene tiempo para escuchar al que debe aprender, lo que objetivamente disminuye nuestras posibilidades de conectar con lo que "pasa por su cabeza". Si no lo hacemos, ¿no disminuirán, en definitiva, las posibilidades de "acertar"?

- la distancia entre la ciencia que se enseña en las aulas y la ciencia tal y como realmente se practica -en instituciones, en fábricas o en empresas- es abismal. Pero, siendo esto preocupante, todavía nos alarma más que la ciencia que se enseña no tenga nada o poco que ver con las preocupaciones sociales –las que son portada de periódicos y telediarios- en las que parece que la ciencia puede aportar algo a cualquier ciudadano. ¿Es que no tenemos nada que decir ante los problemas derivados de los recursos energéticos, el cambio climático, las células madre…?

- los conocimientos que se abordan en las aulas son muy parecidos a los de hace cuarenta años (basta comparar los índices de algunos libros de texto), ignorando cambios sociales (el papel de la publicidad, las ficciones que se trasmiten en las películas o en los comics, la creciente credibilidad de los enfoques anticientíficos, los valores emergentes que trasmite la sociedad del consumo…) y políticos (asentamiento de la democracia, ingreso en la UE, globalización…). Pero, sobre todo, ¿son los destinatarios de aquellos semejantes a nuestros alumnos actuales?

- hay datos que indican que, en cuanto a muchos alumnos les dan la ocasión, "huyen" de las ciencias (¿hay más grupos de ciencias que hace veinte años, a pesar del aumento demográfico?). Incluso, muchos de los que inicialmente manifiestan una predisposición positiva las abandonan (¿no es cierto que hay unos índices de abandono importantes en las titulaciones universitarias de carácter científico o que ha disminuido estrepitosamente el número de los que terminan este tipo de estudios?).

- etc.

Y, a este estado de ánimo, habría que añadirle una sensación de frustración ante las decisiones que las administraciones educativas han ido tomando en relación con estas asignaturas.

- reducción sistemática de la presencia curricular de las ciencias para favorecer la de otras materias; por cierto, alguien debería explicar cómo se justifica que, a pesar del aumento en la carga lectiva de la asignatura de Lengua, no hayan mejorado ni la comprensión lectora ni la afición por la lectura, según los resultados de PISA.

- como consecuencia de lo anterior, amortización de plazas de profesores de Física y Química, y de Biología y Geología en muchos centros o convocatoria de un número de plazas de acceso profesional muy inferior al de otras especialidades.

- escasa oferta de cursos de actualización o de formación del profesorado de ciencias; sobre todo, si la comparamos con los destinados al uso de las TICs (curiosamente no sobre la utilización didáctica de las mismas)

- trasformación de aulas laboratorio de muchos centros en salas de informática o de usos múltiples; problemas organizativos a la hora de realizar actividades experimentales o de campo; falta de material informático para simulaciones o de laboratorio para "nuevas prácticas"…

- etc.

Creemos que la situación se ha deteriorado bastante. La "ciencia escolar habitual" aburre a gran parte del alumnado y nos empieza a aburrir a algunos. Por ello, creemos que no va ser fácil encontrar soluciones universales y, menos aún, a corto plazo…

En esta situación incómoda estábamos cuando, en la reciente reforma curricular (MEC, 2007), se ha incluido una nueva asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CpMC), como materia común a todos los estudiantes de Bachillerato. Por supuesto, no vamos a caer en la ingenuidad de pensar que una materia como ésta es la solución de todos los problemas mencionados. Pero, desde luego, lo que no va a mejorar la situación es limitarse a "enseñar más de lo mismo y de la misma manera" y, además, exigiendo al alumnado un mayor esfuerzo porque, "por narices, la ciencia que enseñamos les tiene que gustar".

La decisión de contemplarla como materia común de todas las modalidades ha sido contestada por algunos que, durante mucho tiempo, han visto "normal" que los alumnos de los bachilleratos de ciencias tuvieran que cursar Filosofía o Historia pero que ponen el grito en el cielo cuando los de Arte o Humanidades deben estudiar Ciencias. Lo realmente paradójico, desde nuestra perspectiva, es que los estudiantes abandonen cualquier estudio de carácter científico desde 3º de la ESO o, dicho de otro modo, que sólo los que estudian ciencias aborden temas como los estilos

de vida saludables, la clonación y sus aplicaciones, el desarrollo sostenible o el consumo.

Por otro lado, la presencia de una asignatura de estas características nos anima a pensar que la Administración –evidentemente no toda, a la vista de las actuaciones de algunas Comunidades Autónomas- se ha dado cuenta que existe "otra ciencia" diferente a la que aparece en los currículos; se trata de la ciencia de las noticias, de la publicidad o de los medios de comunicación; la ciencia divulgativa que acerca los hallazgos científicos a la sociedad de la que emanan; la ciencia que no sólo genera conocimientos sino que sirve para que el ciudadano tome decisiones que le afectan…

Por último, quisiéramos manifestar nuestra perplejidad ante algunas opiniones que se han recogido en algunos medios de comunicación: "Llega la ideología científica a las aulas"; "Como se ve, se trata de algo más que de ciencia; se entra claramente en el terreno de lo moral"; "Todas estas cuestiones… se prestan a una interpretación impregnada de la ideología de turno y a una invasión de ámbitos reservados a lo más íntimo de la conciencia personal"; "Es un embeleso, un desahogo estético que suena a modernidad… Es lo científico tomado a broma…" Como puede verse la acogida no ha podido ser "más calurosa".

Como ya hemos dicho en otro trabajo (Pro, 2008), si la presencia de esta asignatura va a recuperar el carácter ideológico del conocimiento científico, va a "afectar" al alumnado (nada menos que en su forma de pensar o en sus creencias ante la vida), va a sacar la ciencia escolar de las paredes del aula o va a plantear una ciencia más divertida, podemos estar ante una propuesta realmente interesante.

Todo "este ruido" parece indicarnos que esta materia debe ser diferente a los estereotipos que nos han y nos hemos colgado cuando hablamos de enseñar y aprender ciencias. Estamos hablando de temas actuales, que nos interesan (como científicos y como personas), que nos afectan, que pueden cambiar la imagen que muchos tienen de la utilidad de lo que hacemos, etc. Por todo ello, nos parece una iniciativa ilusionante.

¿HEMOS INVENTADO ESTA MATERIA?

La presencia de una asignatura de estas características no es nueva en la Unión Europea; algunos sistemas ya la contemplaban en etapas educativas similares y otros tramitan su inclusión. Por lo tanto, hemos buscado iniciativas similares en los países de nuestro entorno.

No hace mucho la revista Alambique publicó un monográfico sobre esta asignatura (AA.VV., 2006). En él se recogían dos trabajos sobre la implantación de unas materias –aparentemente con características similares a la que nos ocupa- en dos contextos tan diferentes como Gran

Bretaña y Francia. Sólo nos ocuparemos del primero porque nos parece más próximo a la nueva CpMC. Vamos a recordar brevemente algunos datos que se ofrecían.

Millar y Hunt (2006) señalaban una serie de carencias en la enseñanza de las ciencias que justificaron el curso Ciencia divulgativa (Science for Public Understanding, SPU): una brecha entre las cosas que se enseñan en las clases de estas materias y la ciencia que se puede leer en el periódico o ver en la televisión; la falta de tiempo para que el alumnado pueda expresar sus propias ideas sobre estos temas y, en consecuencia, el sentimiento de que sus opiniones y creencias no son valoradas; la ausencia de una implicación creativa de los estudiantes; la concentración en los "hechos" y la ignorancia de reflexiones y debates sobre cómo usar y cómo poder usar el conocimiento científico.

En este contexto, en 1996, se empieza a gestar un curso de bachillerato de ciencia divulgativa, bajo la supervisión del AQA (Assesment and Qualifications Alliance). Pensaron en una materia que no se orientara a *productores* de conocimientos científicos sino a *consumidores* del mismo; que tuviera como objetivo facilitar y usar información sobre temáticas actualmente relevantes en la vida de los estudiantes (salud, medio ambiente, uso de tecnologías); que facilitara la compresión e interpretación de artículos periodísticos o de programas de televisión, o la participación en debates sobre cuestiones polémicas; e, incluso, que ayudara a poner en orden algunos conocimientos ya vistos en otros niveles o materias.

Por lo visto, se analizaron un número importante de publicaciones y producciones y, en base a las mismas, identificaron:

a) las explicaciones científicas que subyacían:

- El modelo de partículas en las reacciones
- El modelo nuclear del átomo
- La radioactividad
- Energía: transferencia, conservación y disipación
- Campos de fuerzas a distancia
- Estructura, escala y evolución del universo
- Célula como unidad de seres vivos
- Teoría embriológica de las enfermedades
- Modelo genético de la herencia
- Evolución por selección natural
- Interdependencia de las especies

b) los procesos científicos e implicaciones de las ciencias que precisaban:

- datos y explicaciones (ideas sobre datos, medida, evidencia, explicación)

- influencias sociales sobre la CyT (ideas sobre intereses y compromisos que influyen en el trabajo científico)

- nexos causales (ideas sobre factores que afectan a un resultado)

- riesgo y evaluación de riesgo (ideas sobre medición y evaluación de riesgo)

- decisiones sobre la CyT (ideas sobre la relación con la sociedad y el control de la misma)

En base a estos dos pilares –explicaciones y procesos- los contenidos se articularon en torno a unos temas de enseñanza. En el Cuadro 1 se detallan:

Unidad 1. Ciencias de la vida	Unidad 2. Ciencias físicas	Unidad 3. Trabajo del curso
- enfermedades contagiosas - riesgos para la salud - ética médica - medicina alternativa - enfermedades genéticas - ingeniería genética - debate sobre Darwin y la evolución	- uso de combustibles - suministro de electricidad - calidad del aire - combustibles y el medio ambiente - origen y efectos de la radiación - teorías en cosmología	- informe crítico sobre una lectura científica - estudio de una cuestión sobre un tópico científico

Cuadro 1. Módulos de trabajo de la Science for Public Understanding

Por último, todo lo han concretado en unos materiales de aprendizaje: un libro de texto (Hunt y Millar, 2000) y una web (www.scpub.org/), que contiene información para ayudar al profesorado y al alumnado. En el Cuadro 2, se ha recogido la secuencia de enseñanza de uno de ellos

EL USO DE COMBUSTIBLES

¿Para qué usamos la energía?

- Uso personal y familiar de la energía; contraste con los valores medios en UK y razones de las diferencias.

- Patrones de consumo en UK y en un pais en desarrollo; informe sobre principales fuentes de riqueza y empleo.

- Conexión entre consumo de combustibles y calidad de vida; cómo viviremos

- Grado de bienestar y consumo de energía per cápita; valores de otros paises próximos

¿Qué es la energía?

- Dificultades para definir el término energía. Glosario de términos relacionados con la energía.

- Conservación y eficiencia de la energía en las trasformaciones

¿Cómo abastecerse de energía?

- Fuentes renovables. Necesidades de inversión para aprovecharlas.

- Tendencias en el uso de las diferentes fuentes de energía. Problemas técnicos y factores económicos y políticos que condicionan su uso.

- El uso de las distintas fuentes de energía en otros paises.

- Fuentes de energía en UK: uso de las fuentes de energía renovables y de las centrales nucleares.

¿Qué necesidades y recursos tendremos?

- Razones por las que subirá el uso global de combustibles en los próximos 20 años y formas de hacerle frente

- Escenarios futuros del uso de recursos energéticos. Cuándo nos quedaremos sin gasolina

Cuadro 2. Índice del desarrollo de la temática "El uso de combustibles"

Al respecto, hemos de anticipar que hacemos nuestro el enfoque (contenidos de las temáticas, tipo de actividades, recursos utilizados, papel del profesorado y de los estudiantes…), aunque nos parece que la propuesta es difícil de trasladar a nuestros bachilleratos.

Por un lado, da la impresión que está dirigida a un alumnado debe estar acostumbrado a trabajar con internet, a identificar datos en una noticia y diferenciarlos de juicios de valor, a reconocer ideas semejantes y contradictorias en los materiales escritos, a leer sin dificultad tablas y representaciones complejas, a debatir y discutir en grupos, etc. Desde luego, si es así, los nuestros son diferentes. No obstante, esta afirmación no debe interpretarse como que pensamos que no es posible. Todo lo contrario… pero necesitan un cierto tiempo y hay que dárselo.

Por otro, hablan de unas funciones diferentes del profesorado: seleccionar documentos, explicar ideas relevantes (con rigor pero de forma asequible, principios que deben estar presentes en la divulgación de la ciencia), coordinar actividades, orientar la búsqueda de información, tener experiencia y conocimientos CTS… Probablemente también tengamos que

avanzar los profesores en esta manera diferente de afrontar nuestra labor docente… pero ¡podemos!

¿QUÉ DICE EL CURRÍCULUM DE ESTA ASIGNATURA?

De modo esquemático vamos a situar la asignatura, según el currículum oficial (MEC, 2007). Retomamos algunas de las ideas que expusimos en otro trabajo (Pro, 2008).

A) Como se ha dicho, se trata de una asignatura común que debe cursarse en todas las especialidades del Bachillerato, sean cuales sean las opciones anteriores que el alumnado tenga previsto realizar en un futuro. Desde nuestra perspectiva, esto tiene, entre otras, tres consecuencias:

- no se trata, por tanto, de una materia propedéutica y –lo que resulta importante en esta etapa educativa- su inclusión en las PAUs no está prevista… de momento.

- no se trata de una "ampliación" de física, química, biología o geología; los "contenidos habituales" de estas materias –mientras no cambien los programas- seguirán impartiéndose en ellas porque, en ésta, se trabajan "otros".

- no podemos negar la heterogeneidad del alumnado que va a cursarla; no sólo por su "motivación inicial" sino por el hecho de que algunos habrán elegido asignaturas de ciencias en el curso anterior –en 4º- y otros no.

B) En la justificación de la misma se insiste especialmente en la ciencia que se recoge en los medios de comunicación (ingeniería genética, nuevos materiales, fuentes de energía, cambio climático, recursos naturales, salud, tecnologías de la información, comunicación y ocio) y en la toma de decisiones ante los problemas cotidianos. Además se señala:

- que debe ser funcional y centrarse en problemas personales y sociales planteados;

- que no se puede limitar a dar respuestas sino a aportar medios para poder buscarlas;

- que debe contribuir a entender la complejidad de los problemas y los métodos para abordarlos;

- que debe incidir en que la CyT son actividades humanas incluidas en contextos sociales, económicos y éticos;

- que el enfoque debe huir de una ciencia academicista y formalista; pero sin estar exenta de rigor

Propone tres grandes finalidades: conocer algunos aspectos de los temas científicos actuales con sus implicaciones pluridisciplinares y ser

conscientes de sus controversias; la importancia de familiarizarse con los procedimientos para encontrar respuestas a los temas planteados (cómo buscar información sobre los mismos, cómo valorar su relevancia, cómo apreciar la existencia de evidencias); y en la adquisición de determinadas actitudes (curiosidad, antidogmatismo, tolerancia, argumentación fundamentada).

C) Los objetivos se plantean en términos de desarrollo de capacidades. Éstas son muy variadas: conocer el significado de términos presentes en controversias sociales y debates públicos; plantearse preguntas sobre cuestiones científicas de actualidad provenientes de diferentes fuentes; obtener, analizar y comprender informaciones, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones; adquirir un conocimiento coherente y crítico de las TICs; argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones científicas de interés social; poner en práctica determinadas actitudes y valores que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social; valorar las contribuciones de la ciencia y la tecnología a la calidad de vida, reconociendo aportaciones y limitaciones; identificar ejemplos de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, y de la interdependencia mutua.

D) Los contenidos se distribuyen en seis bloques. El primero tiene un sentido trasversal y común a todos los demás (como veremos, creemos que es el referente fundamental de la asignatura). En el Cuadro 3, lo hemos reproducido.

BLOQUE UNO

- Distinción entre las **cuestiones** que pueden resolverse me-diante respuestas basadas en observaciones y datos **científicos de otras** que no pueden solucionarse desde la ciencia

- Búsqueda, comprensión y selección de **información** científica relevante de **diferentes fuentes** para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de afirmaciones basadas en datos

- Análisis de **problemas científico-tecnológicos** de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones

- Disposición a **reflexionar** científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para **tomar decisiones** responsables en contextos personales y sociales

- Reconocimiento de la **contribución del conocimiento científico-tecnológico** a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico

- Reconocimiento de las **limitaciones y errores** de la CyT, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos

actuales y de casos relevantes en la historia de la CyT

Cuadro 3. Bloque Uno de CpMC

Los otros se agrupan en cinco bloques “Nuestro lugar en el universo”, “Vivir más, vivir mejor”, “Hacia la gestión sostenible del planeta” (aparece en el Cuadro 4), “Nuevas necesidades, nuevos materiales” y “La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento”.

BLOQUE CUATRO
La **sobreexplotación de los recursos**: aire, agua, suelo, seres vivos y fuentes de energía. El agua como recurso limitado.
Los **impactos**: la contaminación, la desertización, el aumento de residuos y la pérdida de biodiversidad. El **cambio climático.**
Los **riesgos** naturales. Las **catástrofes** más frecuentes. Factores que incrementan los riesgos.
El problema del **crecimiento limitado** en un planeta limitado. Principios generales de la **sostenibilidad económica, ecológica y social**. Los compromisos internacionales y la responsabilidad ciudadana.

Cuadro 4. Bloque Cuatro de CpMC

No obstante, hay que destacar dos hechos. En primer lugar, los epígrafes parecen desiguales. Algunos son de la envergadura de “La salud como resultado de los factores genéticos, ambientales y personales. Los estilos de vida saludable”, “La sobreexplotación de los recursos: aire, agua, suelo, seres vivos y fuentes de energía. El agua como recurso limitado” o “La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, telefonía móvil, GPS, etc. Repercusiones en la vida cotidiana”. Frente a estos hay otros más específicos.

En segundo lugar, el número de temas implícitos puede ser superior a 20 (casi uno por semana). Es cierto que algunos están tan relacionados que pueden abordarse conjuntamente pero, aún así, resulta excesivo si, como parece, muchas Comunidades Autónomas la han dejado con 2 horas semanales (no le han añadido ninguna en el 35% de su competencia). Es difícil de comprender cómo otras asignaturas, que también tenían asignadas 70 horas en la “propuesta estatal”, hayan subido un 50% o hayan duplicado su carga lectiva.

E) Aparecen diez criterios de evaluación, de los que cuatro, como mínimo, derivan básicamente del primer bloque (esto refuerza la idea de que sus contenidos sean el eje central de la materia). En el Cuadro 5 se recogen.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

1. Obtener, seleccionar y valorar **informaciones** sobre distintos **temas cien-tíficos y tecnológicos de repercusión social** y **comunicar** conclusiones e ideas **en distintos soportes** a públicos diversos, utilizando eficazmente las TICs para formarse opiniones propias argumentadas

2. Analizar algunas **aportaciones científico-tecnológicas** a diversos **problemas** que tiene planteados la **humanidad**, y la importancia del contexto político-social en su puesta en práctica, considerando sus ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, medioambiental y social

3. Realizar **estudios sencillos sobre cuestiones sociales con base cien-tífico-tecnológica de ámbito local**, haciendo predicciones y valorando las posturas individuales o de pequeños colectivos en su evolución.

4. Valorar la **contribución de la CyT** a la comprensión y resolución de los problemas de las personas y de su calidad de vida, **mediante una metodolo-gía** basada en la obtención de datos, el razonamiento, la perseverancia y el espíritu crítico, aceptando sus limitaciones y equivocaciones como cualquier otra actividad humana.

Cuadro 5. Algunos criterios de evaluación de CpMC

En las concreciones de cada uno, aparecen nuevos conocimientos: investigación médica y enfermedades de mayor incidencia, trasplantes y solidaridad, control de recursos, nuevos materiales y tecnologías frente al agotamiento de recursos, catástrofes naturales, clonación terapéutica y reproductiva, problemas de salud, crisis energética, control de la información, accesibilidad a los medicamentos del tercer mundo, intereses económicos en las fuentes convencionales de energía, basuras y reciclaje, cambio climático, nuestro origen, contaminación, desertización, modelos de desarrollo, ahorro y participación social… y un largísimo etcétera.

¿QUÉ SE PODRÍA HACER ANTE ESTA MATERIA?

Dejando a un lado las críticas que se comentan por sí solas, para nosotros, encontramos hechos que pueden resultar inicialmente problemáticos pero cuya solución, en muchos casos, está en nuestras manos.

En primer lugar, como hemos dicho, en contra de la orientación que tradicionalmente han tenido las materias de carácter científico de esta etapa, no pretende preparar para el acceso a los estudios universitarios. Esto puede llevar consigo el “síndrome de que sobra” porque muchas veces el bachillerato parece que tiene una sola finalidad (tanto para el profesorado como para el alumnado): preparar las PAUs. Sin embargo, desde nuestra perspectiva, esta situación también tiene aspectos positivos: no resulta prioritario “completar un programa” o “abordar los mismos contenidos, como ocurre con otras asignaturas. Estamos ante una

materia “libre de ataduras externas”. Si disfrutamos la materia, probablemente trasmitiremos esta satisfacción a nuestro alumnado.

En segundo lugar, se puede pensar que, aunque tengamos claro que vamos a impartir “una ciencia diferente” a la que hayan trabajado, el alumnado tiene una visión de cómo se trabaja en las clases de ciencias, probablemente muy diferente a la de la nueva asignatura; y esto afecta no sólo a los que les ha ido “mal con las ciencias” sino también a los que les ha ido “bien”. Al que se le “habían atravesado”, ¿va a dar otra oportunidad a algo que “suena otra vez” a ciencias? ¿Y al que le iba bien con su libro y sus apuntes y ahora debe buscar información con Internet, analizar noticias de prensa o debatir sobre temas usando argumentos fundamentados? En estas circunstancias, recordemos que los cambios en el aula normalmente conllevan el factor negativo de la inseguridad pero el positivo de la novedad. Usemos esto último y tengamos un poco de paciencia. Cualquier cambio metodológico –y este lo es- precisa de un periodo de adaptación, tanto del profesor como del alumnado. Pero, para poder convencer, hay que estar convencido.

En tercer lugar, la carga lectiva asignada por algunas Comunidades Autónomas –dos horas semanales- es manifiestamente insuficiente (como vimos la SPU de Gran Bretaña tiene menos temas y cuatro horas semanales). Esta escasa sensibilidad institucional con las ciencias resulta contradictoria con la “queja” por los resultados de PISA: si para evaluar un sistema educativo, la UE ha fijado como contenidos prioritarios la comprensión lectora, el pensamiento matemático y el aprendizaje de las ciencias (con todos nuestros respetos hacia las demás disciplinas y conocimientos), ¿cómo se puede hacer compatible con la asignación horaria que se le ha dado? Dado que los contenidos han sido elegidos de una forma tan adecuada; ¿cómo se explica que la Administración no haya incluido algunos en una materia obligatoria en 4º de la ESO? No obstante, no debemos olvidar que “más horas, no siempre implica mayor cantidad y calidad de aprendizaje”. Creemos que, en este momento, tenemos un reto más importante: justificar ante el estudiante que este tiempo es útil, está justificado y, si es posible, que es divertido

En cuarto lugar, en muchos centros, se ha entrado en el debate de quiénes deben impartir la asignatura. Dejando a un lado, reivindicaciones que no se sostienen (ya hemos defendido muchas veces que el que sabe no tiene por qué saber enseñar; pero el que no sabe… tampoco), parece que la materia va a ser impartida por el profesorado de Física y Química, y de Biología y Geología. Es muy posible que, en estos momentos, no existan muchos profesionales en nuestros centros que sean “especialistas” en todos los temas; hay muchos contenidos que no estudiamos en la universidad o que nuestro acceso a ellos se ha realizado “por afición” pero

no “por la profesión”. Por lo tanto, es indudable que tenemos que estudiar, lo que nos alegra porque algunos nos habían quitado la “capacidad de seguir aprendiendo”. Pero, además, es el momento de compartir, de colaborar entre los seminarios, de organizarnos… porque probablemente sea la única solución inmediata que tenemos.

En quinto lugar, uno de los fallos que tuvo la implantación de la Reforma LOGSE, por parte de la Administración, fue “no facilitar recetas”, olvidando que los profesores no piden unidades didácticas acabadas pero sí alguna “pista” para diseñarlas, adaptarlas a sus aulas, elegir las que más se acomoden a sus necesidades... No se puede “entregar una reforma a las editoriales” (por lo menos, a algunas…); ya hemos comprobado que no todas tratan de plantear propuestas coherentes con el marco oficial ni con sus finalidades educativas (Calvo y Martín, 2005; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Cualquier propuesta curricular nueva debe ser, por lo menos, comprendida por el profesorado que debe gestionarla. Por todo ello, consideramos imprescindible que la Administración realice convocatorias de proyectos para la elaboración de materiales y unidades didácticas. No se trataría de cerrar encubiertamente el currículum sino de presentar diferentes opciones de su desarrollo en el marco de los planteamientos previamente definidos. En esta línea sugerimos la lectura de trabajos recogidos en el monográfico de Alambique ya comentado (AA.VV., 2006) o más recientemente por la FECYT (2008).

Por último, quisiéramos decir que el currículum oficial ha marcado un marco, unas ideas, unas referencias… pero, ante ellos, caben implementaciones muy diversas. En otras asignaturas de carácter científico el peso de la tradición –de lo que siempre se ha dado- o de la universidad –que no sólo marca su “territorio” sino que condiciona el de los niveles no universitarios- hace difícil las modificaciones. En nuestro caso, tenemos la ventaja de que no hay nada que modificar. La materia será lo que hagamos con ella.

Ahora bien, si se introducen todos los cambios apuntados (contenidos actualizados, problemas reales sentidos por nuestros alumnos, formas diferentes de trabajo, incorporación de nuevos materiales, enfoque distinto de la evaluación y de la calificación…), será muy difícil impartir “esta ciencia” sin modificar “las otras ciencias” a las que estamos más habituados en las aulas. En ello, confiamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV. (2006). Monografía “Ciencias en el Mundo Contemporáneo”. *Alambique*, 49, pp. 5-94.

CALVO, M.A.; MARTÍN, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 17-32.

FECYT (2008). *Ciencias para el mundo contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. Madrid: FECYT

HUNT, A.; MILLAR, R. (ed.) (2000). *As Science for Public Understanding*. Londres: Heinemann.

MAS, V. (2006). Las ciencias para la ciudadanía en Francia: un análisis de la propuesta francesa similar a la que se va a introducir en España. *Alambique*, 49, pp. 30-42.

MEC (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

MILLAR, R.; HUNT, A. (2006). La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencias. *Alambique*, 49, pp. 20-29.

PRO, A (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 56, 87-98.

PRO, A.; SÁCHEZ; G.; VALCÁRCEL, M.V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 193-210.

(*) Muchas de las ideas expuestas en el trabajo fueron recogidas en Pro, A (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las Ciencias. Alambique, 56, 87-98.

CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO. EL TRATAMIENTO DE CONTROVERSIAS EN EL AULA Y SU EVALUACIÓN. EL CASO DE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

CABO, JOSE M. Y ENRIQUE, CARMEN

RESUMEN: El tratamiento de controversias en la materia *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*, de orientación CTS, es una de las estrategias didácticas básicas para su desarrollo. Se analiza el caso de la producción y consumo de alimentos transgénicos como controversia tecnocientífica, se identifican los ámbitos de conocimientos relacionados en la controversia, así como los conceptos científicos implicados y se proponen criterios de evaluación para el debate y discusión en el aula de este caso controvertido.

PALABRAS CLAVE: Ciencias para el Mundo Contemporáneo, controversias, CTS, alimentos transgénicos, evaluación.

SUMMARY: The treatment of controversies in the matter Sciences for the Contemporary World, of orientation STS, is one of the basic didactic strategies for its development. The case of the production and consumption of genetically modified food as controversy technoscientist are analysed, the fields of related knowledge in the controversy are identified, as well as the scientific concepts implied and criteria of evaluation for the debate and discussion in the classroom of this controversial case.

KEYWORDS: Sciences for the Contemporary World, controversies, STS, genetically modified food, evaluation.

INTRODUCCIÓN

La nueva materia común del bachillerato español "*Ciencias para el mundo contemporáneo*" (en adelante CMC) supone una innovación importante en el curriculum oficial tras la entrada en vigor de la LOE (Ley Orgánica de Educación).

Desde la perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología, Sociedad), viene a sustituir a la materia de bachillerato optativa CTS, con la novedad de que ahora será obligatoria para todas las especialidades impartidas por el profesorado de Ciencias Experimentales.

Las características de esta nueva materia pueden encontrarse en el Anexo I del RD 1467/2007 de 2 de noviembre (BOE nº 266 de 6.11.07). La revista Alambique dedicó en el 2006 un monográfico (el nº 49) en el que se pueden encontrar más detalles sobre CMC.

Por sus características, CMC puede considerarse una materia CTS. Así, su finalidad está más orientada hacia los futuros ciudadanos y su participación social, se estructura alrededor de problemas y se toman las relaciones CTS como eje aglutinador del problema (Pedrinaci, 2006), lo que coincide con la finalidad de la perspectiva CTS, la alfabetización científica y tecnológica (Membiela, 2001) y las estrategias de enseñanza aprendizaje que le son propias al movimiento educativo CTS, como el estudio de casos y el tratamiento de controversias y debates.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La utilización de la perspectiva CTS en las clases de ciencias no se ha sistematizado ni generalizado como se esperaba. Algunos trabajos (McFadden 1991; Solbes y Vilches 1997; Tsai 2001; Membiela, 2001); plantean un cierto estancamiento en la implementación del enfoque CTS en la enseñanza a nivel internacional.

Entre las reflexiones que Fernández-González (2008) realiza sobre esta materia, recoge la problemática anterior citando al menos cuatro tipos de objeciones del profesorado hacia la misma:

- El profesorado ve con recelo la presencia de contenidos de tipo ético, sociológico, económico y epistemológico.
- El profesorado que ha sido formado desde una perspectiva disciplinar debe ahora trabajar desde una perspectiva transdisciplinar.
- Se percibe la sustitución de contenidos científicos disciplinares por la discusión y el debate.
- La metodología docente de una materia típicamente CTS no permite su desarrollo desde planteamientos de corte tradicional.

La materia CMC supone una innovación relativa al curriculum oficial, pero no aporta en sí mismo ningún avance en cuanto a las dificultades que es previsible encontrar en el profesorado a la hora de desarrollar este curriculum.

En el momento actual, la formación docente del profesorado de Ciencias está transitando desde el Curso de Adaptación Pedagógica hasta el futuro Máster de Educación Secundaria. Por primera vez aparece, pues, una formación del profesorado que pueda considerarse como tal.

En este contexto no debemos olvidar que esta formación de posgrado debe cubrir tanto las materias de corte disciplinar como las transdisciplinares, tal es el caso de CMC.

OBJETIVOS

La presente comunicación pretende obtener información sobre la percepción de un caso controvertido, los alimentos transgénicos, con el objeto de analizar el conjunto de ámbitos de conocimientos que de forma espontánea pueden surgir en su debate. En síntesis, consideramos de utilidad responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los ámbitos de conocimiento implicados en el tratamiento de controversias relacionadas con los alimentos transgénicos?
- ¿Cuáles son los conceptos científicos utilizados para argumentar a favor o en contra de la producción y consumo de alimentos transgénicos?
- ¿Cuáles son los criterios de evaluación que se podrían utilizar para comprobar las diferencias de percepción del problema provocadas por el tratamiento de las controversias en el aula?

JUSTIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS TRASNGÉNICOS COMO CONTROVERSIA EN CMC

El anexo I del RD 1467/2007 realiza orientaciones didácticas al mismo tiempo que describe los elementos curriculares. El tratamiento de controversias sobre alimentos transgénicos se puede relacionar tanto con los objetivos como con los contenidos enunciados para la materia CMC.

En cuanto a la evaluación, al menos tres criterios pueden relacionarse con un debate sobre alimentos transgénicos. En concreto:

- Analizar algunas aportaciones científico-tecnológicas a diversos problemas que tiene planteados la humanidad y la importancia del contexto político-social en su puesta en práctica, considerando sus ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, medioambiental y social.
- Conocer y valorar las aportaciones de la ciencia y la tecnología a la mitigación de los problemas ambientales mediante la búsqueda de nuevos materiales y nuevas tecnologías, en el contexto de un desarrollo sostenible.

Y especialmente el siguiente:

- Conocer las bases científicas de la manipulación genética y embrionaria, valorar los pros y contras de sus aplicaciones y entender la controversia internacional que han suscitado, siendo capaces de fundamentar la existencia de un Comité de Bioética que defina sus límites en un marco de gestión responsable de la vida humana.

METODOLOGÍA

Con respecto a los dos primeros objetivos, se partió del marco teórico de la Teoría de la Acción Razonada (Azjen y Fishbein, 1980; Fishbein y Azjen, 1975), según la cual las acciones (en nuestro caso, el consumo o no de transgénicos, como conducta individual, y la opinión hacia la producción de transgénicos, en el ámbito social) dependen de las actitudes que, a su vez, vienen determinadas por las creencias conductuales sobre las consecuencias de una determinada acción.

Para el diseño de instrumentos de evaluación, se llevó a cabo un estudio previo de creencias salientes, es decir, de las creencias que los sujetos consideran relevantes en el tratamiento de la controversia entendida, desde el plano individual, como la disposición a consumir o no alimentos transgénicos.

Las creencias salientes permitieron diseñar, posteriormente, un instrumento específico para la evaluación de las actitudes hacia la producción y consumo de alimentos transgénicos. En nuestro caso, se exponen a continuación los datos sobre creencias salientes, que se tomaron siguiendo las recomendaciones de Fishbein y Ajzen (1975), mediante una pregunta abierta sobre las consecuencias derivadas de la producción y consumo de alimentos transgénicos que los sujetos perciben (¿Cuáles son las consecuencias que crees que se derivan de la producción y consumo de alimentos transgénicos?).

El análisis de las respuestas permitió, por un lado, clasificarlas de forma que se pudieran agrupar en bloques homogéneos de contenidos a partir de los cuales se dedujeron los ámbitos de conocimiento implicados y, en segundo lugar, se identificaron los conceptos y teorías científicas utilizadas en las argumentaciones.

Puesto que interesa conocer la percepción social de la controversia, y no las de los profesores de ciencias, se seleccionó una muestra incidental de 268 personas compuesta por profesorado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria de la Ciudad Autónoma de Melilla (162 profesores), alumnado de Magisterio austríaco (29 estudiantes), alumnado de Magisterio finlandés (29 estudiantes), alumnado de la Escuela Universitaria de Enfermería de Melilla (28 estudiantes), y profesorado

universitario cubano que participaba en un módulo de percepción social de Ciencia y Tecnología en un Máster Cubano de CTS realizado en la Universidad de Cienfuegos (20 profesores universitarios).

A fin de obtener una validación intercultural, la recogida de información se llevó a cabo en varios países. En otro estudio se han comparado los resultados de los estudiantes de Melilla y de Austria, obteniendo analogías y diferencias pero no en cuanto al tipo de ámbitos de conocimientos sino en cuanto a la valoración, positiva o negativa, que realizan manejando la misma información sobre un mismo ámbito (Enrique et al., 2008).

A continuación se describen los resultados obtenidos, teniendo en cuenta que se tiene en cuenta que un porcentaje escaso de sujetos no realizó ninguna argumentación, y por otro lado que se consideraron correctas aquellas argumentaciones que no presentaban contradicciones con los conceptos científicos y tecnológicos implicados en la discusión, si bien la mayor parte de las argumentaciones tenían que ver con razonamiento no formal, es decir, se referían más a conceptos relacionados con economía, relaciones bilaterales entre países, confianza hacia los sistemas de seguridad alimentarios europeos, etc.., que no pueden ser decididos por los conocimientos en Biotecnología de los sujetos, y en las que no es posible establecer una argumentación de tipo formal porque no existe información experimental bien delimitada desde el punto de vista del control de variables que cualquier “información experimental” debe tener en cuenta.

RESULTADOS

De los 268 participantes en el estudio, recabamos información válida de un 88% de la muestra. Los sujetos que argumentaron sobre posibles consecuencias lo hicieron en un rango de 1 a 8, siendo la media de respuestas 2,2 ámbitos de conocimiento citados.

La clasificación de las argumentaciones sobre ámbitos de conocimiento implicados en la producción y consumo de alimentos transgénicos junto a sus porcentajes de aparición se describen en la Tabla 1.

Si bien toda la información se concentra en cinco ámbitos, fue necesario considerar la categoría “Otros ámbitos” para incluir una serie de respuestas que más que plantear ámbitos de conocimiento planteaban cuestiones actitudinales y de valores.

Destacamos la percepción subjetiva del riesgo y referencias al mito de lo natural en el sentido de actitudes negativas hacia transgénicos relacionadas con la ética del respeto a la naturaleza. Solo en un caso se

hicieron justificaciones en base a ideas religiosas, más en concreto citando la "obra de Dios", lo que marca claramente la diferencia de otras controversias biotecnológicas referidas al ser humano, como el caso de la clonación terapéutica, en donde el debate religioso desde el punto de vista de la Iglesia Católica está más presente.

Tal y como se puede apreciar en al tabla 1, los porcentajes de aparición difieren muchos de unos bloques a otros. En orden de importancia, los alimentos transgénicos se tratan como algo relacionado con:

- El problema del hambre en el mundo.
- La salud del consumidor.
- El medio ambiente, especialmente por lo que respecta a los cambios en los seres vivos y problemas derivados.
- La economía y, por tanto, los mercados.
- Las relaciones entre tipos de países más o menos desfavorecidos.

En relación con el segundo objetivo, la Tabla 1 permite igualmente identificar los conceptos científicos implicados en las argumentaciones, que se pueden agrupar en dos bloques:

- Conocimientos relacionados con la salud: como enfermedad, alergias, cáncer, intoxicación alimentaria, metabolismo…
- Conocimientos relacionados con el medio ambiente: contaminación genética, mutaciones, plagas, resistencia a insecticidas, resistencia a plagas, cadena trófica…

En tercer lugar, nos planteamos los criterios de evaluación de la materia CMC en relación a lo que los estudiantes pueden aprender en actividades basadas en el debate sobre transgénicos. La cuestión es determinar algún indicador de calidad para establecer dichos criterios.

Por un lado, evaluar el grado de conocimientos científicos de los estudiantes es una tarea tradicional para un profesor de Ciencias, por lo que no parece prioritario tratar esta cuestión.

Lo que resulta más problemático es cómo evaluar las cuestiones procedimentales implicadas en los criterios, por ejemplo, la capacidad de análisis, o las cuestiones relacionadas con valores, es decir, la valoración de pros y contras, en condiciones de razonamiento informal, pues se trata de un problema abierto.

Dominio de las creencias	Creencias sobre alimentos transgénicos	Porcentajes (%)

Consecuencias sociales	Relación entre el aumento de producción de alimentos y el hambre en el mundo	42,0
Consecuencias económicas	Enriquecimiento de empresas	14,9
	Bajada de precios de los alimentos	8,9
Consecuencias políticas	Malo para los países pobres	3,7
Consecuencias para los consumidores	Consecuencias positivas	11,9
	Consecuencias negativas	35,0
Consecuencias ambientales	Contaminación genética	5,9
	Cambios en los seres vivos	17,2
	Resistencia a plagas	6,7
	Mutaciones en plagas	9,7
Otras	Desconfianza hacia los efectos secundarios del consumo	11,2
	Riesgos hacia la salud pública	24,6
	Mito de lo natural	14,2

TABLA 1.- Porcentajes de creencias según tipo de argumentaciones

El punto de partida previsible es que los sujetos perciban algunas de las consecuencias pero no todas las posibles. De hecho, la media es cercana a plantear dos tipos de argumentaciones, mientras que el debate en el aula permitirá el tratamiento de cuestiones que el sujeto no se planteaba inicialmente. Por tanto, el debate se debería iniciar con una petición de toma de postura individual ante la controversia, para pasar posteriormente al debate colectivo en el que los ámbitos de conocimiento personales se amplían al tener que tomar en consideración las argumentaciones de los demás, dejando para el final una nueva toma de posición individual, que permita visualizar los efectos del debate en cada estudiante.

De esta manera, el número de ámbitos de conocimiento implicados por cada estudiante en la toma de decisiones puede convertirse en un indicador de calidad de la percepción del problema pues, más que una postura adoctrinadora, lo que perseguimos es un enriquecimiento en la

capacidad de análisis y del tipo de información que se considera relevante para tomar la decisión.

Sin embargo, estos resultados plantean un nuevo problema, y es que la información científica relacionada con la manipulación genética no es tomada en cuenta por la mayoría de la muestra, que razona en base a conceptos más genéricos, como por ejemplo contaminación genética o mutaciones.

Las técnicas transgénicas, por ejemplo, el caso de la clonación mediante células adultas o células troncales, es relevante en otros contextos de la Biotecnología, pero no parece serlo en este.

CONCLUSIONES

En primer lugar, queremos señalar la existencia de diversidad de ámbitos de conocimientos que tienen relación con la controversia y el hecho de que para la mayoría de la muestra las argumentaciones no se fundamentan en conceptos científicos y técnicos sino más bien en la información procedente de las Ciencias Sociales.

Las controversias pueden clasificarse según el tipo de agentes sociales implicados (Vallverdú, 2005). Algunas presentan una mayor relación con argumentaciones de tipo científico y tecnológico, mientras que otras tienen su origen más en la sociedad en general que en la comunidad científica, que es sin duda uno de los agentes sociales implicados en las controversias, pero no siempre el más importante.

Esto podría influir en la selección de las controversias, pues quizás el profesorado se sienta más cómodo tratando controversias más “científico-tecnológicas”, como el caso de la información existente sobre la influencia de la telefonía móvil en la salud humana, en donde se pueden plantear los criterios para tomar en consideración y valorar las evidencias existentes, de forma que el tratamiento de las controversias en el aula utilice criterios como la naturaleza de la controversia para establecer una secuencia de casos para ser tratados a lo largo del curso.

En segundo lugar, se ha obtenido información que confirma que ciertos sujetos utilizan cierta información científica para argumentar, especialmente sobre Salud y Medio Ambiente, pero la información identificada no coincide exactamente con el núcleo conceptual de los alimentos transgénicos, es decir, sus razonamientos no implican informaciones específicas sobre ingeniería genética sino sobre conceptos básicos de genética y ecología.

Deberíamos plantearnos, pues, estrategias didácticas para aprovechar las actividades de tratamiento de controversias para el enriquecimiento de la información científico-tecnológica que se toma en consideración en la toma de decisiones.

En este sentido se puede hacer notar que aspectos citados como la contaminación genética no pueden responderse de igual forma para todos los tipos de alimentos transgénicos, puesto que las estimaciones sobre la probabilidad de que se produzca ese tipo de contaminación es muy diferente de unos casos a otros, mientras que ya está documentada en algunas variedades, se estima que la probabilidad es muy remota en otros casos.

Esto nos lleva a considerar la conveniencia de tratar la controversia de transgénicos concretos, en lugar de un debate general para todos los transgénicos, lo que permitiría por otro lado ligar la problemática a escenarios y contextos concretos, especialmente por la importancia de utilizar los casos locales allí donde se producen, como en el caso español, en donde sí existe producción de transgénicos en medio abierto.

En tercer lugar, la variedad de información científico-tecnológica y de otros ámbitos de conocimiento utilizados en el razonamiento informal de problemas abiertos de forma correcta debería ser considerado un indicador de calidad para el cumplimiento de los criterios de evaluación relacionados con aspectos procedimentales y actitudinales.

BIBLIOGRAFÍA

Azjen, I. y Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior* . Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Enrique, C.; Cabo, J.M.; Delicado, M. y Clemente, M. (2008). *Beliefs about transgenic foods among Austrian en Spanish students.* 10th International Conference on Public Communication Science and Technology (Red PCST). Malmö, Lund and Copenhagen.

Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Rev. Eureka Enseñ. Divulg. Ciencias.* 5 (2) pp. 185-199.

Fishbein, M. y Azjen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory and research*. Reading: Addison Wesley.

McFadden, Ch. P. (1991) Towards a STS school currículo. *Science Education* 75 (4) pp. 457-469.

Membiela, P. (2001). *Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

Pedrinaci, E. (2006) Ciencias para el mundo contemporáneo. ¿Una materia para la participación ciudadana? *Alambique* 49 pp. 9-19.

Solbes, J. y Vilches, A. (1989) Interacciones Ciencia Tecnología Sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. *Enseñanza de las Ciencias* 7 (1) pp. 14-20.

Solbes, J. y Vilches, A. (1997): STS interactions and the teaching of physics and Chemstry. *Science Education*, 81(4) pp. 377-386.

Tsai, Ch. (2001) a science teacher´s reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation. *Science Education* 86, pp. 23-41.

Vallverdú, J. (2005) ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología Sociedad,* nº 5 (2) pp. 19-50.

¿QUÉ CIENCIAS PARA QUÉ MUNDO?

Dumrauf, Ana[1,2]; **Cordero, Silvina**[1,2]; **Mengascini, Adriana**[1,4]; **Mordeglia, Cecilia**[1,4]

[1] Grupo de Didáctica de las Ciencias, Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, IFLYSIB-UNLP-CONICET-CIC

[2] Didáctica de las Ciencias Naturales, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata

[4] Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata

email: adumrauf@iflysib.unlp.edu.ar

RESUMEN

Esta comunicación presenta una discusión acerca de los supuestos y enfoques de la educación en ciencias naturales. Propone una perspectiva que, desde una lectura política, contemple de manera integral las realidades socioambientales regionales, sin perder de vista la situación planetaria.

PALABRAS CLAVE: situación planetaria, formación ciudadana, problemas socioambientales regionales

ABSTRACT

In this article we discuss assumptions and approaches about science education. The proposed perspective considers regional social and environmental realities from a political point of view without disregarding the planetary situation.

KEYWORDS: planetary situation, citizenship education, regional social and environmental problems

Hay otros mundos pero están en éste

Paul Éluard

Hace ya algunos años, transitando caminos diversos y compartiendo diferentes realidades, hemos emprendido un proceso de debate acerca de los fines que guían la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, y de revisión crítica de los fundamentos que sustentan nuestras prácticas educativas. En la inquietud por contribuir a una construcción de conocimientos que aporten a la transformación de la realidad, pensando y repensando individual y colectivamente, nuevas/antiguas preguntas han aparecido una y otra vez: ¿Para qué enseñar ciencias naturales hoy en nuestro país? ¿Qué finalidades perseguimos? ¿A quién o quiénes benefician y a quién o quiénes perjudican? ¿Cómo hacemos para encarar una enseñanza transformadora?

En este trabajo nos proponemos presentar algunos aspectos de esta reflexión a partir de una lectura política de nuestra realidad socioambiental y algunas respuestas posibles a estas preocupaciones. La noción de la presencia de "diversos mundos" en el mundo ha sido uno de los ejes de nuestra reflexión y ahondar en esa diversidad de mundos constituyó el propósito de los sucesivos apartados de esta presentación.

¿Qué mundo?

Eran noventa personas –entre ellas cerca de treinta niños– que estaban doblemente "en Pampa y la vía". Lo estaban por sus condiciones precarias de vida, situación que describe el dicho popular[1]*. Y también porque estaban a metros de la calle La Pampa y el cruce de las vías del ferrocarril Mitre, frente a la plaza Barrancas de Belgrano. Los adultos son cartoneros*[2] *que, desde comienzos de año, se habían asentado allí, sobre un playón de cemento. Desde ese lugar reclamaban que se reactivara el "tren blanco" con el que transportaban sus mercaderías* [de manera gratuita] *y que fue desactivado el 28 de diciembre, Día de los Inocentes, por la empresa Trenes de Buenos Aires. Ayer, antes del amanecer, el gobierno porteño y la Policía Federal los desalojaron por la fuerza, sin orden judicial. Como algunos se resistieron ante lo que consideraron un atropello, hubo nueve detenidos, seis de los cuales –entre ellos una mujer– tuvieron que ser asistidos porque sufrieron distintas heridas por la violenta represión. Anoche, siete de esas personas fueron liberadas.*

Diario Página 12, 23/02/08, Argentina

Una noticia en la prensa. Una perspectiva de la Ciudad de Buenos Aires, nuestra capital federal. Un mundo actual: el de la gente que recoge gran parte de la basura urbana y la traslada, por sus propios medios, hasta donde es acopiada para su posterior reciclado.

[1] En nuestro país, el dicho popular "estar en Pampa y la vía" hace referencia a quien está en una situación de pobreza, sin recursos.

[2] Personas que recorren las calles de las ciudades recolectando, y cargando en carros –arrastrados por caballos o por sus propios brazos- papeles y cartones descartados para su posterior venta.

"Y ahora estaban entrando de otra empresa, de Madera Dura, a topar los campos donde hay posesiones hasta de 80 años, que vivieron sus bisabuelos, sus abuelos, sus padres y sus hijos que hoy siguen trabajando [la tierra]*; entonces los compañeros dueños del lugar empiezan a parar las topadoras, a medida que iban bajando las topadoras, iban parándolas, que no topen el monte, que ése es el objetivo de nuestro movimiento, no solamente salvar para nosotros mismos, sino para nuestras familias, para la humanidad, para toda la sociedad. Porque el monte que estamos salvando no es para nosotros mismos, también pensamos un poco más allá y los que van a venir por atrás, que sean dueños también de esto, así como nosotros, y no dejar que también vengan a destrozar..."*

Testimonio de una integrante del

Movimiento Campesino de Santiago del Estero - Vía Campesina, Argentina, febrero 2006

Una narración de una escena frecuente en el interior de nuestro país. Un relato de lo que sucede en el "monte", en lo que aún es bosque nativo. La tasa de deforestación en Argentina es seis veces mayor que el promedio mundial[3]. Según informaciones de la Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, en cuatro años el desmonte creció casi un 42%. Los campesinos, campesinas y pueblos originarios se ven expulsados de sus predios y del territorio de sus antepasados por la acción violenta e inescrupulosa de empresas y empresarios, quienes actúan en connivencia con los gobiernos de turno.

Esquel (Chubut) es una ciudad de la Patagonia Argentina, donde los gobiernos nacional, provincial y municipal avanzan con un proyecto minero de oro contaminante a sólo 6 km de la ciudad, apoyando a la empresa transnacional Meridian Gold en contra del 81% del pueblo, que le dijo NO A LA MINA en el plebiscito del 23/Marzo/2003.

Los ***Vecinos Autoconvocados de Esquel*** *creamos esta página en internet para que todo el mundo se entere lo que nos está pasando, lo que le pasará al país si lo permitimos y como canal de información de otras asambleas y organizaciones con luchas similares. Los esquelenses estamos luchando con dignidad, conocimientos científicos, con amor por la vida y la naturaleza, en contra del enorme robo al país que propician las leyes de minería.*

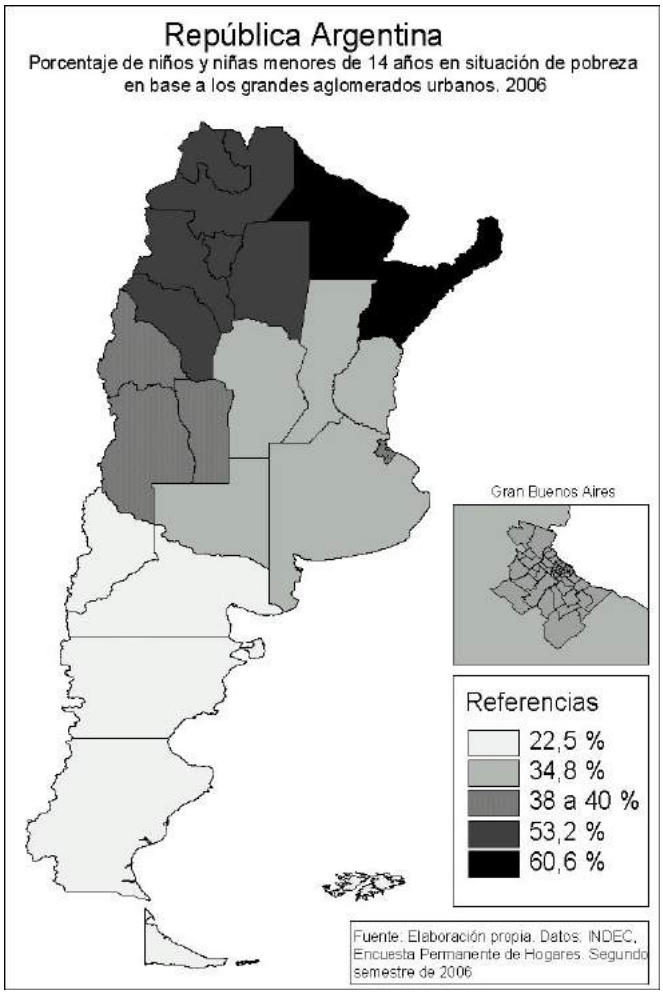
http://www.noalamina.org/

Un portal virtual con información acerca de la explotación minera en nuestro país. Un grupo de ciudadanos y ciudadanas organizados que encuentran en la red un medio para difundir la problemática que los convoca y su posición frente a ésta.

Muchas son las expresiones que nos quedan resonando de estas imágenes: personas; condiciones de vida; cartoneros; mercadería; desalojo; orden judicial; resistencia; represión; empresa; topadoras; posesión de la tierra; trabajo; monte; salvar el monte; nuestro

[3] Dato de la Fundación Proteger, miembro de la UICN. http://www.proteger.org.ar

movimiento; humanidad; sociedad; los que van a venir; proyecto minero; oro; contaminación ambiental; empresa transnacional; pueblo; plebiscito; vecinos autoconvocados; asambleas; lucha; dignidad; conocimientos científicos; amor por la vida y la naturaleza; robo al país; leyes. Todas ellas nos remiten a diferentes dimensiones de la complejidad cotidiana de éste, nuestro mundo.



En nuestro mundo, son muchos las y los cartoneros de diversas edades, desde niñas muy pequeñas hasta ancianos; los campesinos y campesinas que resisten al desalojo de sus tierras; los hombres, mujeres, jóvenes que viven en la pobreza y la indigencia. En nuestro país, las estadísticas están cuestionadas por los mismos encargados de elaborarlas (Diario Clarín, 2008) en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Aún así, reflejan una situación económica dispar en cada región del país. La Figura muestra un mapa[4] con la población de menores de 14 años que viven bajo la línea de pobreza, niños y niñas en cuyos hogares apenas se llegan a cubrir necesidades mínimas de alimentos, vestimenta, transporte, educación y salud (con una Canasta Básica calculada en $313,01[5] por mes por persona; EPH-INDEC, 2008). Ante estas imágenes/realidades, que aparecen constantemente en nuestro andar como educadoras, nos preguntamos: ¿Cómo tenemos en cuenta las realidades de quienes participan en nuestras clases de ciencias naturales? ¿De qué manera estamos aportando a la formación para la ciudadanía? ¿De qué manera tenemos en cuenta las situaciones de desigualdad, injusticia, saqueo, sufrimiento?

EL MUNDO EN LA ESCUELA

[4] Elaborado para este trabajo por el Prof. Sergio Perdoni.
[5] Cerca de €62.

Una clase de educación básica de ciencias naturales en una escuela urbana. Chicos y chicas con guardapolvos blancos, sentados en mesas alineadas mirando al frente del aula, donde está la maestra. Pertenecen a familias de clase baja o media-baja, viven en inquilinatos vecinos a la escuela o en barrios marginales de la ciudad. Dos enciclopedias, una lámina pegada en el pizarrón, unos elementos de cocina sobre el escritorio de la docente: agua en un vaso, hielo en otro, un calentador eléctrico, un hervidor. La maestra decidió abordar "El agua" y se esmeró en la preparación de la clase. En su exposición –con escasas participaciones de los alumnos- recorre los estados del agua, con mostraciones del material que ha traído; recuerda el ciclo del agua en la naturaleza, el agua en el cuerpo humano y en los vegetales, la importancia de la potabilización, los riesgos de contaminación de napas, las formas de riego y las características –"*cualidades: inodora, insípida, incolora, adopta la forma del recipiente*"- del agua:

Maestra: *¿Y si la olemos?*

Algunos alumnos: *No tiene olor…*

Alumno: *Tiene olor a lavandina*[6]*.*

Maestra: *No tiene olor. Es inodora.*

Situación recreada en base a registros de clase

Una clase, como otras, en un aula de la provincia de Buenos Aires, en la que participan chicos o chicas de ese mundo donde desalojan a sus padres cartoneros. En la escuela, el agua sale de las canillas, es supuestamente inodora, insípida, incolora. Nadie les pregunta de dónde obtienen el agua que beben en sus casas, cómo hace su familia para asegurar su potabilidad. La ciencia del mundo escolar nos enseña que el agua es inodora, aún a pesar del "olor a lavandina": huele al cloro adicionado en la potabilización.

De acuerdo con los Documentos Curriculares (2006) para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela secundaria de la provincia de Buenos Aires *"…en los procesos educativos actuales es preciso considerar una etapa necesaria dedicada a lo que ha dado en llamarse* ***alfabetización científica****, como un proceso importante de formación para ciudadanos que han de vivir y desarrollar su potencial en este mundo signado por los resultados de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas. La alfabetización científica constituye* (...) *una estrategia orientada a lograr que la población adquiera cierto nivel de conocimientos de ciencia y de saberes acerca de la ciencia que le permitan participar y fundamentar sus decisiones con respecto a temas científico-tecnológicos que afecten a la sociedad en su conjunto. La alfabetización científica está íntimamente ligada a una educación de y para la ciudadanía. Es decir, que la población sea capaz de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, de participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar la propia sociedad, y que no todo*

[6] Lejía, producto para limpieza con hipoclorito de sodio.

está determinado desde un punto de vista biológico, económico o tecnológico" (DGCyE, 2006).

A pesar de retomar la, por su origen, cuestionable noción de alfabetización científica (Dumrauf, 2006), este documento curricular plantea su versión más interesante: una educación para la ciudadanía, en referencia a un sujeto colectivo/población y a su capacidad de convertirse en agente de transformación social. También se afirma que *"Formar ciudadanos científicamente* (…) *no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo- sino* (…) *entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio-políticos"*. El o la estudiante aparecen como sujetos que están en proceso de construir subjetividad en "*un mundo que lo atraviesa desde todas sus dimensiones: culturales, políticas, científicas, tecnológicas, naturales*".

Este mundo desigual, entonces, aparece mencionado en las prescripciones, aunque con mayor explicitación en las consideraciones generales que en los contenidos a abordar. Entre estos contenidos, por ejemplo la temática del "agua" se plantea con la recomendación de ser tratada en vinculación con aspectos socioambientales y no simplemente como una "sustancia".

Cabría preguntarse, por lo tanto, ¿cuál sería el enfoque de enseñanza de las ciencias naturales más adecuado para nuestro mundo?

¿QUÉ ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS PARA ESTE MUNDO?

Hace algunos años que en las publicaciones en educación en ciencias naturales se hace referencia a la necesidad de atender a la situación del mundo. Edwards *et al* (2004) presentan una visión de la situación actual de emergencia planetaria, sus causas y algunas soluciones posibles. Parten de reconocerla como componente esencial de la educación ciudadana, proponen evitar un tratamiento reduccionista y presentan un estudio que evidencia la escasa atención que profesores de diversos países y libros de texto dan a tal situación.

Sostienen que *"cuando se estudian los problemas y desafíos concernientes al futuro de la humanidad, el objetivo fundamental señalado por los expertos es* ***sentar las bases de un desarrollo sostenible****"* (Edwards *et al*, 2004:51). Como problemas centrales identifican: "*el hiperconsumo de las sociedades desarrolladas"*; *"los desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos"*; y *"la explosión demográfica en un planeta de recursos limitados"*, creados por *"la imposición de intereses y valores particulares a través de conflictos bélicos, violencias de clase, interétnicas e*

interculturales… o a través de la actividad especuladora de empresas transnacionales que escapan al control democrático".

Estos problemas generan *"un crecimiento agresivo con el medio"* que produce *"contaminación ambiental y sus secuelas"*, *"una urbanización creciente y desordenada"*, el *"agotamiento de los recursos naturales"*, conllevando a *"la destrucción de la diversidad (biológica y cultural) y, en última instancia, la desertificación"*. Según los autores, una forma de poner un límite a esta situación planetaria sería *"universalizar los derechos humanos* (…) *y los derechos de 'tercera generación' o de solidaridad, como el derecho a un ambiente sano"*. En concreto proponen *"crear instituciones democráticas, también a escala planetaria, capaces de evitar la imposición de intereses particulares nocivos para la población actual o para las generaciones futuras"*; *"dirigir los esfuerzos de la investigación científica hacia el logro de tecnologías favorecedoras de un desarrollo sostenible"*; e *"impulsar una educación solidaria"*.

Haciendo otra lectura de la situación, Gadotti (2001) presenta el siguiente escenario mundial: globalización provocada por el avance de la revolución tecnológica, internacionalización de la producción y expansión de flujos financieros; regionalización definida por la formación de bloques económicos; fragmentación que separa globalizadores y globalizados, centro y periferia, los que mueren de hambre y los que mueren de consumo excesivo, rivalidades regionales, confrontaciones políticas, étnicas y confesionales. Para el autor, en este contexto debemos pensar la educación para el futuro.

Desde nuestro lugar de educadoras en este mundo desigual, consideramos imprescindible analizar crítica e integralmente las situaciones regionales, a fin de comprender realidades más próximas, más propias y de una manera más compleja, vistas como parte de la situación de emergencia planetaria. El análisis de problemáticas regionales como las presentadas al inicio de este trabajo, puede realizarse en una "*escala mediana*", *"en la que resulta posible identificar fenómenos globales hegemónicos que por un lado se articulan de múltiples maneras con condicionantes locales, nacionales y regionales, y que por otro lado se encuentran confrontados a resistencias locales, nacionales y globales"* (Santos, 2003:221).

Desde esta "*escala mediana*" puede verse un lado oculto, "otro planeta" en cada afirmación que caracteriza la "*situación de emergencia planetaria*" (Edwards *et al*, 2004). En este mundo no encontramos "*hiperconsumo*" sino hambre; a los "*desequilibrios*" los llamamos desigualdades; a la "*explosión demográfica*" la leemos desde complejas y diversas realidades que van desde tener numerosos hijas e hijos para cubrir el sustento

económico futuro de las parejas (Barkin, 2005) hasta la imposibilidad de acceder a información y medios para prácticas anticonceptivas.

En la periferia del planeta, el modelo de desarrollo no sustentable que implica "*crecimiento agresivo con el medio*", "*contaminación ambiental*", "*urbanización creciente y desordenada*", "*agotamiento de los recursos naturales*" y "*destrucción de la diversidad (biológica y cultural)*" es consecuencia del accionar de un sistema político. Según Barkin (2005:3-4) "*La sustentabilidad no es posible en las áreas rurales de Latinoamérica mientras la expansión del capital aumente los rangos de pobreza e impida el acceso de los pobres a los recursos necesarios para la mera sobrevivencia. El capitalismo no necesita ya de ejércitos crecientes de desempleados para asegurar salarios bajos, ni necesita controlar vastas áreas para asegurar el acceso regular a las materias primas y a los productos primarios requeridos por su maquinaria productiva. Más bien, el capital ha asumido control del Estado, modificando las estructuras social y productiva para deprimir los salarios y adquirir sus productos a bajos precios. Sin embargo, el mercado sigue desplazando a la gente a abandonar sus comunidades, empobreciéndola y sus entornos. Se requieren, por lo tanto, cambios profundos para facilitar una estrategia de desarrollo sostenible".*

Nuestro reconocimiento de los "diversos mundos" en el mundo, también nos lleva a plantear (acordando con Edwards *et al*, 2004) la necesidad de abordar los derechos humanos en la enseñanza de las ciencias naturales. Pero además consideramos imprescindible develar las causas profundas que llevan a, y sostienen, las situaciones de desigualdad entre grupos sociales y culturales, así como las relaciones de poder y dominación que nos atraviesan. Esta denuncia de la situación, tendiente a la desnaturalización de lo establecido, debería continuarse con el anuncio o construcción de "lo posible", de aquello que como personas o grupos sociales podemos transformar. En este sentido, estamos reconociendo la dimensión política de la educación científica en la formación de los y las ciudadanas.

Desde nuestro mundo resulta difícil (si no imposible) pensar que haya organismos internacionales que eviten la represión a cartoneros en Buenos Aires, que paren topadoras que desmontan y pretenden desalojar cientos de familias en nuestras provincias, o que detengan a mineras transnacionales que saquean y contaminan nuestras tierras. Pero numerosas organizaciones de ciudadanos y ciudadanas, como el Movimiento Campesino de Santiago del Estero-Vía Campesina y los Vecinos Autoconvocados de Esquel, nos muestran que quien conoce sus derechos puede defenderlos y, junto con los conocimientos científicos

específicos, puede tener herramientas para defender también su entorno natural y sociocultural.

CIERRE PROVISORIO

Una preocupación central en nuestra tarea cotidiana como educadoras e investigadoras en didáctica de las ciencias naturales es profundizar, cuestionar y cuestionarnos acerca de *para quién/es* es relevante la educación científica y *para qué* enseñar ciencias naturales. El eje temático "Ciencias para el mundo contemporáneo" propuesto para este Congreso nos llevó a ajustar nuestras preguntas: ¿qué ciencias para qué mundo?

Realizamos una lectura política de nuestra realidad socioambiental y propusimos algunas respuestas a estas preocupaciones compartidas: la educación científica debería ser accesible para todos y todas, para defender nuestros derechos y transformar situaciones de desigualdad. Tal vez, desde el punto de vista teórico, estas declaraciones no resulten originales. Sin embargo, nuestro desafío como educadoras está en trabajar para que se sigan concretando y profundizando, reconociendo que *"como experiencia específicamente humana, la educación es una forma de intervención en el mundo"* (Freire, 1997:95).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARKIN, D. (2005). *Riqueza, pobreza y desarrollo sustentable*. México: Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. http://anea.org.mx/publicaciones.htm

DIARIO CLARÍN. (2008). Contradicciones metodológicas en el INDEC. Otra denuncia de los técnicos en conflicto. http://www.clarin.com/diario/2008/02/27/elpais/p-01405.htm

DISEÑOS CURRICULARES PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA. (2006). Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.

DUMRAUF, A. (2006). La mirada de los otros. *Actas del SIEF 8*, pp. 323-330.

EDWARDS, M.; GIL, D.; VILCHES, A. y PRAIA, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las Ciencias,* 22 (1), pp. 47-64.

EPH-INDEC. Encuesta Permanente de Hogares-Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. www.indec.gov.ar.

FREIRE, P. (1997). *Pedagogía de la Autonomía*. México: Siglo XXI Eds.

GADOTTI, M. (2001). Pedagogía da Terra: Ecopedagogia e educação sustentável. En: TORRES, C. Paulo Freire y la agenda de la Educación Latinoamericana en el siglo XXI, pp 81-132.

SANTOS, B. S. (2003). *La caída del angelus novas: ensayos para una nueva teoría social y una nueva práctica política*. Bogotá: ed. Antropos. Citado en WEINSTOCK, A. M. (2006). No todo lo que (brilla) vale es oro. El caso del "No a la mina" de Esquel. Argumentos Nº 7. http://argumentos.fsoc.uba.ar/n07/articulos/weinstock.pdf.

CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADO DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD Y SU USO COMO JUSTIFICACIÓN EN LA TOMA DE DECISIÓN SOBRE UN PROBLEMA AMBIENTAL ABIERTO

Araitz Uskola Ibarluzea; Gurutze Maguregi González*; Mª Pilar Jiménez-Aleixandre

*** Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao UPV/EHU**

RESUMEN: En este trabajo se analizan las discusiones orales a lo largo del proceso de toma de decisión en pequeños grupos, acerca de un problema ambiental abierto. Se ha estudiado en qué medida utilizan el concepto de sostenibilidad, y qué diferentes significados construyen del mismo los dos grupos que lo utilizan. Se ha analizado, asimismo, el papel que juega en el proceso el concepto de sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad, toma de decisión, problema ambiental, educación ambiental

SUMMARY: This communication analyzes the oral discussions that took place among students in small groups making a decision about an environmental open-ended problem. This study focused on the use of the sustainability concept, and the different meanings made for it by the two groups that used the concept during the discussion process. It is also analyzed the role of the sustainability concept in the process, for the group that constructs an adequate meaning for it, and it is shown that it is used as a justification for one of the arguments, becoming the keystone for the decision making process of this group.

KEYWORDS: Sustainability, decision making, environmental problem, environmental education

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la educación científica y de la educación ambiental es la capacitación para la toma de decisiones y el desarrollo del pensamiento crítico (Sanmartí e Izquierdo, 1997). Como dice Hogan (2002), es importante comprender la naturaleza y el contenido de las discusiones de las y los estudiantes acerca de problemas ambientales como base para prepararles para participar activamente como ciudadanas/os en la toma de decisiones, por lo que será necesario crear

contextos de aprendizaje en las clases de ciencias y/o al trabajar educación ambiental que favorezcan el debate acerca de problemas ambientales.

Por otra parte, el proceso de discusión también supone una oportunidad para la innovación intelectual, para la construcción de conocimiento. Una de las estrategias utilizadas para promover procesos de discusión es la investigación de problemas sociocientíficos abiertos (Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005). Sadler, Barab y Scott (2007) proponen que la investigación de problemas sociocientíficos abiertos constituye un contexto importante de aprendizaje de los contenidos y procesos científicos, ya que, al realizar este tipo de trabajos, el alumnado sitúa el contenido en relación a un marco más amplio que le da sentido. En el mismo sentido, Jiménez-Aleixandre y Pereiro-Múñoz (2002) denominan a estos contextos de aprendizaje como comunidades productoras de conocimiento en oposición a la consideración del alumnado como comunidad consumidora de conocimiento.

La construcción de significado de conceptos ambientales a lo largo de un proceso de toma de decisión ha sido analizada por Eirexas y Jiménez-Aleixandre (2007), que estudiaron cuál era el uso y el significado construido de los conceptos ambientales “sostenibilidad”, “impacto ambiental” y “recurso renovable”, basándose en las producciones escritas y la discusión oral final acerca de la misma problemática que se analiza en esta investigación.

Las preguntas que nos formulamos en esta investigación son:

· ¿utiliza nuestro alumnado su conocimiento acerca del concepto de sostenibilidad en la toma de decisión sobre un problema ambiental abierto?

· ¿qué significado construye nuestro alumnado del concepto de sostenibilidad cuando lo utiliza?

· ¿qué papel juega el concepto de sostenibilidad en el proceso de toma de decisión?

2. METODOLOGÍA

La propuesta se basa en un trabajo hecho por el equipo de María Pilar Jiménez-Aleixandre con un grupo de estudiantes de Bachillerato de un pueblo de A Coruña en el 2004 (Eirexas, Federico, Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2005), en el que se ponía a los y las estudiantes en el caso de tener que decidir un sistema de calefacción, basándose en criterios económicos y ecológicos. En nuestro caso, planteamos el mismo problema, la elección de un sistema de calefacción de entre cinco posibilidades sin plantear los criterios. Además, elaboramos un dossier acerca de las distintas fuentes de energía, con información relevante acerca de las ventajas y desventajas de cada una de ellas. Decidimos que este dossier fuera lo más completo posible, ya que iba a ser la fuente de información más importante de que iba a disponer el alumnado.

La intervención tuvo lugar en un grupo de la asignatura optativa "Educación ambiental y educación no formal" de la titulación Educación Social a lo largo de cuatro sesiones de hora y media cada una, en mayo de 2004. Las tres primeras fueron dedicadas al trabajo cooperativo en grupos para la lectura de información y toma de decisiones, y la cuarta sesión se dedicó a la puesta en común.

Participaron 25 alumnas/os (23 chicas y dos chicos), distribuidas/os en cuatro grupos. En un primer momento, sólo entregamos a cada grupo una carta donde se les encomendaba la misión de tener que decidir un sistema de calefacción para un futuro edificio, teniendo que elegir entre Gasóleo, Gas natural, Propano, Biomasa y Electricidad, y, tras dar las primeras opiniones, se les entregaba el dossier informativo.

Las tres primeras sesiones fueron grabadas en audio y la cuarta fue grabada en vídeo. Se recogieron asimismo los informes elaborados por los distintos grupos, que tienen un formato de diario de las sesiones.

Los análisis que presentamos se basan en el análisis de las producciones orales de las tres primeras sesiones, es decir, en las discusiones orales entre miembros de un mismo grupo al construir la decisión de grupo acerca de la fuente de energía seleccionada.

Es de destacar que no hay documentado un análisis de este proceso, ya que en anteriores estudios se han analizado producciones escritas (Eirexas et. al., 2005), o discusiones en grupo grande moderadas por la profesora (Jiménez, López y Erduran, 2005), y discusiones entre grupos una vez tomada la decisión (López y Jiménez, 2007; Eirexas et. al., 2005), por lo que el interés que tiene nuestro análisis es que se centra, no en la calidad de las argumentaciones en una situación en la que diferentes grupos ya han tomado una decisión y tienen como objetivo defenderla frente a los otros grupos en una discusión final, sino en el proceso seguido dentro de cada grupo para llegar a tomar dicha decisión, así como el proceso individual que ha vivido cada persona dentro de dicho grupo.

Dado que nuestro objetivo se centra en estudiar los intercambios dialécticos entre las personas para constatar la construcción social del conocimiento y su papel en el proceso de toma de decisión, la situación de análisis que hemos escogido nos parece adecuada, ya que el grupo se encuentra en situación de construir su decisión y es de esperar que los miembros del grupo actúen con una mayor flexibilidad en esta situación que en la de defender su opción frente a la de los demás grupos.

3. Resultados

3.1. ¿Utiliza nuestro alumnado su conocimiento acerca de la sostenibilidad?

En la tarea, no habíamos indicado los criterios en los que basar su decisión y tenían, por tanto, que construírselos ellas/os mismas/os. Sin embargo, en el dossier facilitábamos información acerca de la contaminación, de las reservas de recursos, datos de tipo económico, etcétera, por lo que resulta esperable que utilicen estos criterios.

Dado que se trata de un problema ambiental, resulta interesante también analizar si se plantean la relación de la decisión que puedan tomar con la sostenibilidad, a pesar de que en el dossier no se hiciera mención a las generaciones futuras ni a las consecuencias que, de cara a futuro, tendría el agotamiento de recursos. Para ello, hemos analizado cuántas veces se mencionan el concepto de sostenibilidad o el de desarrollo sostenible a lo largo de las discusiones orales, en los tres grupos de los que disponemos de transcripción. Hemos analizado asimismo la aparición de términos

relacionados con el significado de sostenibilidad, como son “generaciones futuras”, “los que van a venir”, “nuestros niños” y el término “futuro”. En la tabla 1 se muestran los resultados:

Tabla 1. Frecuencia de aparición de los términos “desarrollo sostenible”, “generaciones futuras” y “futuro” en las discusiones orales de los tres grupos.

Conceptos	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Sostenibilidad	2	4	0
Generaciones futuras, los que van a venir	4	1	0
Futuro	20	3	1
TOTAL	26	8	1

Podemos observar que, cuantitativamente, la situación es muy diferente en los tres grupos. Mientras que en el grupo 1, aparece el concepto de sostenibilidad en numerosas ocasiones y en formas variadas, aunque destaca la consideración del futuro y del largo plazo, lo hace menos en el grupo 2 y prácticamente no lo hace en el grupo 3.

Sin embargo, el hecho de mencionar un término no quiere decir que estén utilizando un significado adecuado del mismo, por lo que hemos de proceder a un análisis más cualitativo, fijándonos en el significado que dan al concepto de sostenibilidad los grupos 1 y 2.

3.2. ¿QUÉ SIGNIFICADO CONSTRUYE NUESTRO ALUMNADO DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD?

En el grupo 2, identifican la sostenibilidad con valor moral y equilibrio; pero no parece que tengan construido un significado claro del concepto:

> 663 CRISTINA: Pues eso, ¿no? algo así, y aquí podemos por qué hemos elegido, por lo de valor moral, por no sé qué.
>
> 664 CARLOS: Sostenibilidad.

730 CLARA: Sostenibilidad es lo de... que haya mejor... ¿no?, equilibrio.

Relacionado con lo anterior, el hecho de que los recursos se acaben tiene un sentido económico, lo que coincide con las conclusiones de Eirexas y Jiménez-Aleixandre (2007):

106 CARLOS: Que va a haber cada vez menos.

107 CARMEN: Y va a valer más.

A pesar de lo anterior, en una ocasión parecen ser conscientes de que las consecuencias de que los recursos se agoten no sólo son económicas y las sufrirán las generaciones futuras:

595 CARLOS: No sé cuántos años le quedarán, ¿40 años o así?, ¿tendremos nosotros sesenta y...?

596 CRISTINA: O sea nuestros niños, los pobres, no sé.

La situación es muy diferente en el grupo 1, en el que el concepto de sostenibilidad se utiliza de forma clara relacionándolo con las generaciones futuras:

532 AINARA: (…) Yo también me inclino por el gas natural, (…). Entonces el gas natural es más económico, más cómodo y bueno, aunque haya pocos recursos pues, joder, todavía quedan años ¿no?. Y eso, pues no sé.

533 ARRATE: Es que no sólo pienses en los años que vas a estar aquí, piensa en los que van a venir luego.

534 AINARA: Ya pero...

535 AMAIA: Desarrollo sostenible.

738 AMAIA: Sí, puesto que las otras va a llegar un momento en el que se van a terminar y pensando un poco en el desarrollo sostenible del país, sería la opción más adecuada.

En relación con esto, también el concepto de energía renovable se relaciona con el agotamiento de recursos y la preservación de los mismos para las generaciones futuras y no exclusivamente como una cuestión económica:

90 ANE: No, si nos estamos comiendo para las generaciones futuras toda la energía.

91 ARANTZA: Sí.

92 AMAIA: ¡Qué egoístas somos!

3.3. ¿QUÉ PAPEL JUEGA EL SIGNIFICADO DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIÓN?

En el grupo 1, en el que hemos visto que se construye un significado más adecuado del concepto de sostenibilidad, y no se considera únicamente los costes económicos que acarreará el agotamiento de recursos, este significado, el "tener en cuenta a las generaciones futuras", es decir la solidaridad intergeneracional tan característica del concepto de desarrollo sostenible y de sostenibilidad, se convierte en un elemento importante en el proceso argumentativo, actuando como una justificación, según el modelo de Toulmin, del argumento a favor de la electricidad. Es introducido por Arrate en la intervención 533, como refutación a lo dicho por Ainara en la intervención anterior al señalar que "todavía quedan años" como justificación del argumento a favor del gas natural:

Sesión 2, Episodio 9 ("Exposición de opiniones individuales")

Línea	Actor	Transcripción	Interpretación
532	AINARA	(…)Yo también me inclino por el gas natural, (…)Entonces el gas natural es más económico, más cómodo y, bueno, aunque haya pocos recursos pues, joder, todavía quedan años ¿no?. Y eso, pues no sé.	Da su opinión La justifica
533	ARRATE	Es que no sólo pienses en los años que vas a estar aquí, piensa en los que van a venir luego.	Introduce "las generaciones futuras" para rebatir a 532
534	AINARA	Ya pero...	
535	AMAIA	Desarrollo sostenible.	Significado de 533

En este momento del debate, sólo Arrate y Arantza se decantan por la electricidad. Sin embargo, la utilización del significado del concepto de sostenibilidad como justificación se convierte en un instrumento de persuasión en este grupo, de tal forma que se inicia un proceso por el que convencen a tres personas más.

A nivel dialéctico se produce un cambio notable, ya que en la línea 589, en lugar de refutar, como había estado haciendo, Amaia pone condiciones para pasar de apoyar la opción del gas a apoyar la electricidad, y comienza un proceso de negociación. En el proceso de negociación parece que Arantza (591, 594) hace concesiones ("no llega con placas", "es cara") para convencer.

Sesión 2, Episodio 13 ("Negociación y cambio de opinión de tres personas")

Línea	**Actor**	**Transcripción**	**Interpretación**
589	AMAIA	Yo estaría de acuerdo con vuestra opción sabiendo el dinero que puede ir destinado.	Empieza proceso de negociación
591	ARANTZA	Tú vas a cubrir las necesidades que hay aquí.	
		Otra cosa es que igual las placas solares y las minihidráulicas sólo te llegan a cubrir la mitad,	Concede
		pero la otra mitad te va a venir. Tú aquí no te vas a morir de frío, ni vas a dejar de tener agua caliente.	
593	ARRATE	Tú produces tu propia energía.	
594	ARANTZA	O sea, sí que va a ser más caro,	Concede
		pero ese gasto...Según vas hacia el futuro es que va a ser la única que va a quedar.	El futuro como justificación
		Es que, mira, pone aquí, que el petróleo hasta el 2045.	
597	AMAIA	Nos estás convenciendo, pero insisto con que deberíamos saber.	Amaia empieza a cambiar de opinión
598	ARANTZA	Esto es a futuro,	El futuro como justificación
		porque si dices, ahora ¿cuál?, pues claro, todo el mundo iríamos al gas natural,	Concede
		pero como estamos mirando a futuro.	Repite
599	ALAIEN	Es que si miras así...	Alaien empieza a cambiar de opinión
603	ARRATE	Es que al gas natural le pueden quedar 100 años, y cuando se acabe, ¿qué?	El futuro como justificación

604	ANE	No creo que la universidad que hagamos dure 100 años.	
605	ARRATE	Dentro de 50 años cuando hagan otra, se van a encontrar con el mismo problema.	El futuro como justificación.
606	ANE	Pues que...	
607	ARRATE	Y ya no será que le queda 50 años.	
608	ALAIEN	Yo eso sí lo entiendo, que es ahora o dentro de...	El futuro como justificación
609	ANE	Claro, yo pienso ahora, yo pienso en ahora. Puedo pensar en el futuro, pero es que inconscientemente pienso en ahora. No sé cómo deciros, la universidad que hagan nueva, no creo que dure 100 años, ni 70, no creo.	El presente como justificación, contra 598
620	AMAIA	Es que claro, si ahora lo piensas fríamente y pensando en el futuro, pues sí que habría que, sí que me…	El futuro como justificación Amaia se convence

Tras el proceso de persuasión, realizan una ronda de opiniones donde constatan que han cambiado de opinión y son ellas mismas las que dan las razones del mismo, atribuyéndolas, como se puede observar en las siguientes intervenciones, a la valoración de las generaciones futuras como justificación:

703 AINARA: Pues a mí me ha convencido porque...

704 ALAIEN: A mí también, no lo veía y...

705 AMAIA: Yo es que ni lo entendía.

706 ANE: Y mira que yo soy fácil de convencer, ¿eh?

707 ALAIEN: Yo es que no estaba pensando con vistas al futuro, yo estaba...

708 ARRATE: Ya, lo más cómodo...

709 AMAIA: A ver, la cuestión, el dinerito.

4. Conclusiones

Podemos concluir que el enfrentamiento a la toma de decisiones acerca de un problema abierto supone una ocasión que les permite y, obliga en cierta manera, a utilizar los conocimientos que tienen, permitiéndoles

confrontar las ideas que tienen sobre distintos conceptos y a construirlos con los demás. El concepto de la sostenibilidad no es un concepto fácil de interiorizar, aunque la definición dada en el Informe Brundtland parezca sencilla. Además, es un concepto al que nuestro alumnado le cuesta darle significado, en parte por la presencia tan omnipresente como vacía de contenido que tiene este concepto en nuestros medios actualmente. Sin embargo, hemos podido constatar cómo un grupo de alumnas ha sido capaz, viéndose forzadas a justificar su decisión y discutir y persuadir al resto de compañeras, de construir significado de este concepto y de utilizarlo en su proceso argumentativo como la justificación más importante de su decisión, como el criterio principal de su decisión. El hecho de que hayan sido capaces de crear sus propios criterios, de utilizarlos dando los datos y justificaciones necesarias, nos hace pensar que efectivamente este tipo de tarea constituye una buena actividad para trabajar la capacitación para la toma de decisiones y el desarrollo del pensamiento crítico, objetivo de la educación científica y de la educación ambiental.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por la Cátedra UNESCO de la UPV/EHU de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

EIREXAS, F., FEDERICO, M., JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2005). Calidad en las justificaciones, uso de conceptos y consistencia entre datos e interferencias en la toma de decisiones. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. Actas del VII Congreso.

EIREXAS, F. y JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. (2007, Agosto). *What does Sustainability mean? Critical Thinking and Environmental Concepts in Arguments about Energy by 12th Grade Students*. Comunicación presentada en la Conferencia ESERA 2007, Malmö, Suecia.

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

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. y PEREIRO-MUÑOZ, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making

about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1171-1190.

JIMÉNEZ, M. P., LÓPEZ, R. y ERDURAN, S. (2005, Abril). *Argumentative quality and intellectual ecology: a case study in primary school*. Comunicación presentada en el NARST 2005 Annual Meeting. Dallas, Estados Unidos.

LÓPEZ, R. y JIMÉNEZ, M. P. (2007). ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de Primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3), 309-324.

SADLER, T., BARAB, S. y SCOTT, B. (2007). What do students gain by engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371-391.

SANMARTÍ, N. e IZQUIERDO, M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Investigación en la Escuela*, 32, 51-62.

ZEIDLER, D., SADLER, T., SIMMONS, M. y HOWES, E. (2005). Beyond STS: A research-based framework for Socioscientific Issues Education. *Science Education*, 89, 357-377.

EL MICROONDAS: DE OBJETO COTIDIANO A OBJETO DE ENSEÑANZA

Manuel Fernández González mfgfaber@ugr.es

Antonio Jesús Torres Gil ajtg@yahoo.com

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

RESUMEN

La nueva orientación "ciencia para el mundo contemporáneo" concede una importancia primordial a contenidos del entorno del alumno: objetos y fenómenos diarios (ciencia cotidiana) o problemas transmitidos por los medios de comunicación (ciencia informal). El presente artículo expone algunas claves del proceso de transposición de un objeto tecnológico cotidiano como es el horno microondas para adaptarlo a alumnos de 4º de ESO. El material elaborado se somete a prueba a fin de determinar si se adecua a dicho nivel.

PALABRAS-CLAVE: Didáctica de las ciencias, contenidos tecnológicos (microondas), transposición, explicación.

SUMMARY

"Science for the modern world" is a new orientation for science teaching. It gives great importance to contents located within the context of students. These include everyday objects and phenomena (everyday science) or problems reported in the media (informal science). This article describes key aspects in the transposition of a technical object, such as a microwave oven so that it can be understood by students who are 15-16 years old. The didactic material designed is evaluated in a pilot study in order to verify its adequacy for this teaching level.

KEY-WORDS: Science teaching, technological contents (microwave oven), adaptation, explanation.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias vive desde hace varias décadas una situación de crisis, manifestada por el rechazo a su estudio de muchos alumnos, hasta tal punto que un reciente informe (Rocard et al., 2008) ha alertado

sobre el "peligro capital para el futuro de Europa" que supone el despoblamiento de las carreras de ciencias.

Aunque las causas son complejas, es cierto que una gran parte de responsabilidad debe atribuirse al planteamiento que mantiene su enseñanza, que sigue mostrando: 1) una imagen de ciencia centrada en sí misma, académica y formalista; 2) una falta de conexión con la ciencia que está presente en el mundo cotidiano o en los medios de comunicación; 3) una ciencia que no atiende a aspectos sobre la naturaleza de la ciencia (Fernández-González, 2008).

Desde principios de los años 90 se comienza a señalar la necesidad de promover una "alfabetización científica" (AAAS, 1993), con un currículum centrado no en contenidos académicos, sino en cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología del entorno bien próximo o global. Este enfoque ha ido desarrollándose, acentuando el aspecto de "ciencia para la ciudadanía" con el objetivo de capacitar a los alumnos como "futuros ciudadanos" a tomar decisiones sobre problemas sociales de base científica (Marco, 2000).

Las ideas han terminado concretándose en proyectos, hasta llegar hoy día a asignaturas obligatorias, comunes a todos los alumnos, como la implantada en nuestro país con el nombre de "Ciencias para el mundo contemporáneo" (MEC, 2007).

El presente trabajo cae de lleno dentro del nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias, pues trata de adaptar algunos objetos tecnológicos de uso cotidiano a la enseñanza de aula (Caamaño, 2005). Más particularmente, mostraremos el horno microondas y, en especial, el proceso de transposición didáctica para llegar a documentos asequibles a alumnos de 4º de ESO.

2. Fundamentos

Muchos de los objetos tecnológicos que utilizamos, aunque muy familiares, encierran unos fundamentos científicos de consideración. Este motivo, junto a otros, hace que los profesores rehuyan su inclusión en los programas. Son vistos, sin más, de nivel inasequible.

Pero esta argumentación no tiene en cuenta una vía muy creativa que puede utilizar el profesor para convertir los contenidos científicos en objetos de enseñanza: la transposición didáctica (Chevallard, 1997). Sin embargo conviene señalar que, aunque este concepto se usa con frecuencia, el estudio de los mecanismos para llevarlo a cabo permanece casi inédito (Cajas, 2001).

Uno de los factores esenciales que interviene en la transposición es el factor explicativo. La filosofía de la ciencia señala diversos niveles de explicación de un mismo fenómeno (Halbwachs, 1977). La temática ha sido abordada igualmente desde el punto de vista del lenguaje, señalándose dos tipos fundamentales de enunciados: el descriptivo y el explicativo (Sanmartí, 1997). El primero, situado a un nivel más superficial, es más asequible de cara al aprendizaje; el segundo, más profundo y jerarquizado, es, como consecuencia, más arduo.

La información, además, ha de estar estructurada de forma coherente y debe presentarse utilizando un lenguaje no exclusivamente verbal. En la elaboración del material didáctico es esencial el papel de la imagen como complemento del texto y deben estudiarse muy bien sus relaciones, para que el apoyo mutuo refuerce a ambos (Soler, 2002).

3. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

A grandes rasgos, la investigación ha transcurrido siguiendo las siguientes etapas: 1) Se ponen de manifiesto los conocimientos de los alumnos sobre el microondas; 2) Se elabora el documento de aula sobre el microondas teniendo en cuenta tales conocimientos; 3) Se prueba si el nivel del documento se adecua a 4º de ESO.

3.1. CONOCIMIENTOS PREVIOS

El horno microondas es un aparato familiar al alumno y que goza de sus preferencias, como lo indica una encuesta en la que había que clasificar diversos dispositivos tecnológicos cotidianos. El microondas recogió una puntuación que superaba ampliamente el "límite de indiferencia", situado en una escala Lickert de 0 a 3, entre el 1 ("me interesa poco") y el 2 ("me interesa").

Por otra parte, revisados diversos libros de texto de 4º de ESO de editoriales conocidas, no se ha encontrado ninguna alusión al horno microondas, pese a figurar un tema de ondas en el temario oficial.

De todos modos, al tratarse de un objeto tecnológico familiar y que muchos han manejado directamente, los alumnos conocen muchas cosas de él. Para ponerlas de manifiesto se llevó a cabo otra encuesta entre 67 alumnos de 4º de ESO, cuyas respuestas se dan en la tabla 1.

Observaciones	**N**
Sirve para calentar comidas y bebidas	50

Posee una bandeja giratoria	16
Posee un regulador de la potencia y del tiempo de cocción	14
Funciona conectado a la electricidad	12
Se puede regular su potencia para descongelar	10
Calienta más deprisa que un horno normal	9

Oído de terceros	**N**
-Es peligroso meter algo metálico (se rompe, salen chispas, explota, etc.) (alguno de los alumnos mencionan haberlo visto)	36
Las microondas son perjudiciales para la salud.	7

Explicaciones	**N**
Funciona con ondas (microondas)	21
La bandeja giratoria sirve para que el calor se reparta por igual	7

Tabla 1. Conocimientos previos sobre el microondas. N=67 alumnos de 4º de ESO

3.2. ELABORACIÓN DEL MATERIAL DE AULA

A fin de proceder de forma sistemática y tratando de conseguir un patrón que pueda guiarnos en la elaboración de este y otros documentos, hemos ensayado el siguiente procedimiento, deducido de anteriores realizaciones.

Fase 1:

Documentos especializados $\xrightarrow{\text{normas}}$ Documento escolar de alto nivel

Fase 2:

Doc. escolar de alto nivel $\xrightarrow{\text{transposición}}$ Doc. de aula $\xrightarrow{\text{conoc. previos}}$ Doc. de aula (terminal)

Fase 1. Adaptación didáctica.-

La adaptación no sólo es el proceso de elaborar un único documento, recogiendo materiales de diversas fuentes. Es, en esencia, el paso de la visión del especialista a la visión del profesor. Para ello hemos seguido

algunas normas que se refieren a la estructura (1 y 2), o a los contenidos (3 y 4).

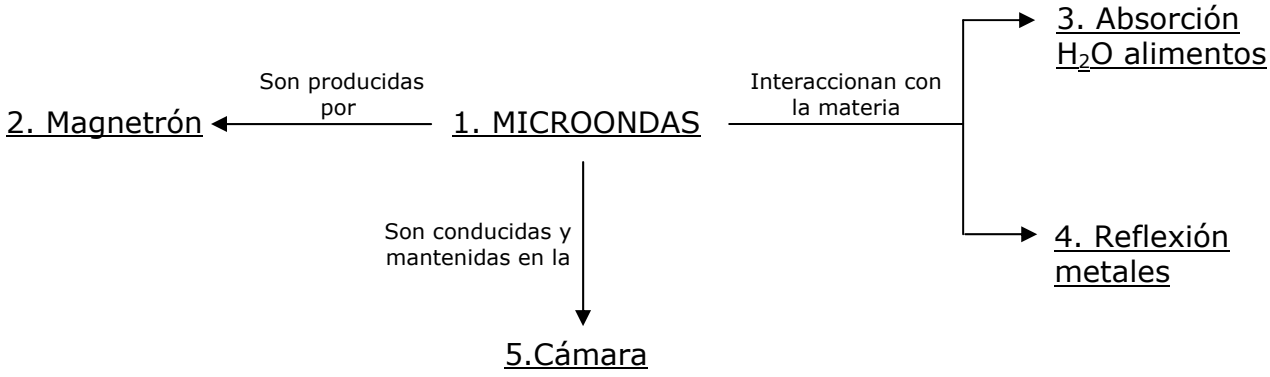
1) La exposición debe partir del fenómeno o proceso base del dispositivo (p.ej. las microondas) y seguir el orden causístico del proceso general o del mecanismo de funcionamiento.

2) Ha de estructurarse en apartados y subapartados, discerniendo lo principal de lo secundario, así como los diferentes niveles teóricos entre sí.

3) Deben aclararse tópicos que los especialistas se saltan por sabidos.

4) Hay que prescindir de detalles técnicos o ejemplos numéricos de escaso valor didáctico.

Hemos tomado como base un artículo seleccionado por su extensión, profundidad y claridad (Vollmer, 2004) y completado la información con otras fuentes. A continuación iniciamos la tarea de adaptación del material especializado, diseñando un esquema de bloques conceptuales (norma 1), que será el referente estructural para elaborar el documento de alto nivel:



Fase 2.1. Transposición didáctica.-

A partir del documento de alto nivel, ya podemos iniciar propiamente la transposición didáctica para conseguir el documento de aula. Aunque aquí hemos elegido para éste una exposición de corte clásico, puede ser readaptada fácilmente a cualquier modelo.

Señalamos a continuación las estrategias seguidas.

Alteración de la secuencia. En primer lugar ha de exponerse el concepto base que fundamenta el dispositivo. En nuestro caso se aborda en los apartados (1) y (2) del documento de aula (Apéndice 1) la causa y el mecanismo por que se calientan los alimentos.

Tratamiento de la información poco asequible. Cuando en el caso de un fenómeno o aparato una explicación es complicada, se puede recurrir a

una descripción. Ejemplo: en (4) aparece un discurso fundamentalmente descriptivo del horno microondas, completado con algunos fragmentos explicativos. En otros casos se recurre al uso de la analogía. Ejemplo: en (4) se compara el efecto de la rejilla con el de una pared metálica.

Aclaración adicional de tópicos. Con frecuencia en el documento de aula hay que aclarar cosas que en el documento de alto nivel no es necesario. Ejemplo: en (1) ha habido que insistir las unidades y en (2) en el mecanismo de incremento de la temperatura de un cuerpo. Asimismo conviene insistir sobre contenidos ya estudiados para recordarlos y consolidarlos. Ejemplo: en (1) la naturaleza de las o.e.m.

Supresión de información no asequible. Cuando la información contiene elementos no asequibles que se encuentran fuera del núcleo fundamental de la cuestión, no hay problema en suprimirla. Así, en (2) se ha eliminado todo lo referente a la polaridad de las moléculas H_2O. Esto arrastra, tanto en (1) como en (2), no incluir las oscilaciones del campo eléctrico. Por lo que acaba de decirse conviene hacer un análisis previo de los conceptos implicados en cada bloque del documento de alto nivel.

Supresión de información asequible. También puede suprimirse información que los alumnos podrían entender bien. Razones: no recargar el documento de contenidos porque esto desvía la atención sobre lo fundamental. Ejemplo: En (1) se suprime la identificación de las ondas por λ. Se ha hecho por su frecuencia (más familiar por la radio y TV), ya que no se da $\lambda f=c$. Como consecuencia, en (4), han de omitirse los detalles de las dimensiones de la rejilla y su relación con λ.

Otras veces la información se refiere a detalles técnicos sobre el funcionamiento del aparato, que no aportan novedad a los principios nucleares. Ejemplo: en (2) se ha omitido el mecanismo de descongelación ("defrost") con ciclos de descongelación.

Nivel de explicación. La mayoría de las veces unos mismos hechos pueden ser explicados a niveles diferentes, si bien es cierto que un nivel más superficial suele ser menos preciso. Ejemplo: en (4) se ha suprimido la descripción de los componentes del magnetrón y lo referente a las ondas estacionarias con los conceptos de nodo y antinodo. Entonces el giro de la bandeja para homogeneizar las temperaturas se justifica, sin más detalle, porque las microondas se reflejan desigualmente en las paredes metálicas.

Fase 2.2 . Adecuación a los conocimientos previos de los alumnos.-

Por último hay que comprobar si el documento de aula justifica los conocimientos previos expresados por los alumnos (tabla 1) y, en caso de que no sea así, debe retocarse hasta conseguir el documento de aula

terminal. Aunque esto puede haberse ido haciendo a lo largo de todo el proceso, lo hemos tratado separadamente por razones de claridad expositiva.

3.3. Exposición de los contenidos y evaluación

La experiencia de aula se realizó con dos grupos de 4º de ESO (58 alumnos en total) que seguían la asignatura de Física y Química con el mismo profesor.

En primer lugar, se repartió fotocopiado el documento sobre el microondas, que al estudiar el tema de ondas, se incluyó como aplicación. Se le dio el mismo tratamiento que a los contenidos habituales, advirtiéndose que lo expuesto también sería materia de examen. En efecto, en la prueba de evaluación se incluyó una cuestión no memorística (explicativa) acerca del microondas.

Lo que aquí se busca es constatar si el nivel de los nuevos contenidos (el microondas) no desentona con los habituales del curso y, por ello, son igualmente asimilables. De este modo, a través de la evaluación del dispositivo se está evaluando la adecuación del documento. Si las notas obtenidas en la cuestión sobre el microondas son al menos similares que las de las demás, los resultados serán positivos a este propósito. Como "cuestión" de control tomamos el conjunto de todas las cuestiones cualitativas del examen (se excluyen las numéricas, poco similares a la experimental) y la nota utilizada es, en realidad, la media del conjunto.

Para que no hubiera mucha dispersión, se evaluó cada pregunta con las letras A, para una respuesta satisfactoria (notable-sobresaliente); B, para una respuesta aceptable (suficiente-bien); C, para una respuesta incorrecta (insuficiente).

4. Resultados y discusión

Los resultados globales recogidos de la muestra de 58 alumnos quedan reflejados en la tabla 2. En la tabla 3 se contraponen para cada alumno las calificaciones de las cuestiones microondas (CM) y control (CC).

	Cuestión microondas (CM)	Cuestión control (CC)
A	33 alumnos (57%)	22 alumnos (38%)
B	14 alumnos (24%)	28 alumnos (48%)
C	11 alumnos (19%)	8 alumnos (14%)

Tabla 2.- Resultados globales. N = 58 alumnos.

		Cuestión microondas (CM)		
		A	B	C
Cuestión control (CC)	A	16	4	2
	B	15	8	5
	C	2	2	4

Tabla 3.- Tabla de doble entrada. CM y CC en cada alumno.

De las tablas 2 y 3 podemos concluir que:

- Tabla 2.- El porcentaje mayor de las respuestas A, a CM (57%) y CC (38%), apuntan a que la comprensión del dispositivo, tal y como se ha enseñado, está al menos al mismo nivel que el de los otros contenidos.
- Tabla 2.- 47 alumnos (81%) han respondido destacada o aceptablemente (A o B) a CM, lo que es un índice positivo de la calidad del material utilizado y de la comprensión suscitada.
- Tabla 3.- En 16 alumnos (28%) existe coincidencia en las evaluaciones, muy satisfactorias (A y A), de CM y CC. Las discordancias son mucho más minoritarias (p.ej. 2 alumnos obtienen A en CM y C en CC; y otros 2, C en CM y A en CC).
- Tabla 3.- Hay 17 alumnos (30%) cuyas respuestas son destacadas (A) a CM y no-destacadas (B o C) a CC; frente a 6 (10%) en los que ocurre lo contrario: no-destacadas (B o C) a CM y destacadas (A) a CC. Este desequilibrio a favor del microondas revela que la materia se presenta a un nivel asequible para el alumno y, además, le resulta de temática atractiva.

5. CONCLUSIONES

- El horno microondas, lo mismo que otros dispositivos tecnológicos de uso cotidiano, despierta el interés de los alumnos, pero ni el aparato ni sus fundamentos se tratan en los libros de texto de secundaria.

- Se pueden elaborar documentos de aula para niveles inferiores (4º ESO) de aparatos tecnológicos complicados, como el microondas, mediante una adecuada transposición didáctica.
- Se proponen unas normas de transposición para, partiendo de un documento de alto nivel, llegar al documento de aula adaptado al nivel elegido. También han de ser tenidos en cuenta los conocimientos previos de los alumnos acerca del aparato.
- El documento así elaborado se ha llevado al aula y se ha tratado en igualdad con los demás contenidos. La evaluación sitúa al microondas en lugar preferente, lo que indica que el documento se adapta bien a los alumnos y, además, corrobora el interés que despierta el tema.

6. BIBLIOGRAFÍA

AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1993). Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.

CAAMAÑO, A. (Coord.) (2005). Contextualizar la ciencia. *Alambique*, 46.

CAJAS, F. (2001). Alfabetización científica y tecnológica: La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254.

CHEVALLARD, Y. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

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.*

HALBWACHS, F. (1977). Historia de la explicación en física. En Piaget, J. *La explicación en las ciencias*, pp. 74-101. Barcelona: Martínez-Roca.

MARCO-STIEFEL, B. (2000). La alfabetización científica. En Perales y Cañal (Dirs.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 141-164. Alcoy: Marfil.

MEC, MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (2007). Real Decreto sobre enseñanzas mínimas del bachillerato. *B.O.E.* nº266 de 06-11-2007. Madrid: M.E.C.

ROCARD, M., CSERMELY, P., JORDE, D., LENZEN, D., WALWERG-HENRIKSSON, H., HEMMO, V. (2008). Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. *Alambique*, 55, 104-117.

SANMARTÍ, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12, 51-61.

SOLER, V.F. (2002). El problema de la imagen en la enseñanza de la física. *Alambique*, 32, 92-100.

VOLLMER, M. (2004). Physics of the microwave oven. *Physics Education*, 39(1), 74-81.

APÉNDICE 1. DOCUMENTO: EL HORNO MICROONDAS

¿Qué son microondas?

Todas las ondas electromagnéticas (como la luz visible y otras) están formadas por campos eléctricos y magnéticos. Las o.e.m. de frecuencias comprendidas entre f=300MHz y f=300GHz reciben el nombre de microondas (1MHz=10^6Hz y 1GHz=10^9Hz).

Alimentos: absorción

Cuando las microondas inciden sobre la materia pueden ser absorbidas o reflejadas. La energía de las microondas es absorbida en alto grado por los cuerpos constituidos por agua. Es el caso de la mayoría de los alimentos, que están constituidos por una parte considerable de agua. Las microondas provocan un movimiento intenso de las moléculas H_2O, que, según la teoría cinética, se traduce en un incremento de la temperatura del alimento, tanto mayor o tanto más rápido cuanto mayor su contenido en agua.

Puesto que en el hielo las moléculas H_2O se mantienen en posiciones fijas, el movimiento está atenuado y por esta razón los alimentos congelados se calientan con más dificultad.

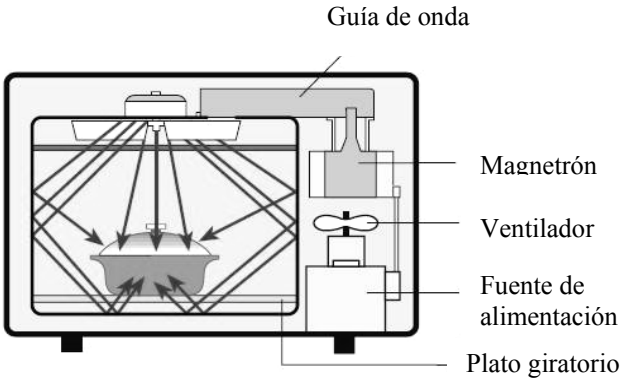
Metales: reflexión

En cambio, los metales reflejan las microondas. No obstante, un porcentaje mínimo de ellas es absorbido. Esta energía absorbida provoca un pequeño calentamiento si el objeto metálico es grande (es el caso de las paredes del horno). Pero si el objeto es pequeño, dado el reducido calor específico de los metales, puede llevarlo a alcanzar altas temperaturas. De ahí las recomendaciones de no introducir objetos metálicos en el horno.

Partes de un microondas

En un horno microondas (v. fig.) las microondas se generan en el magnetrón. Cuando llegan a la cámara de cocción se reflejan en las paredes metálicas y podrían provocar partes quemadas y partes frías en los alimentos. Para evitarlo, se colocan en una bandeja que, al girar, produce un calentamiento más homogéneo.

La puerta delantera lleva un cristal recubierto con una rejilla metálica, cuyos agujeros, al ser muy pequeños, actúa como una auténtica pared metálica. Por tanto, poca o nula radiación se escapa del horno.



Esquema de un microondas

¿CONTRIBUYEN LAS ACTIVIDADES PARA EL USO RACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PROPUESTAS EN LOS TEXTOS DE SECUNDARIA, AL DESARROLLO DE LOS PERFILES ARGUMENTATIVOS DE LA CIUDADANÍA?

García de Cajén, Silvia Beatriz[(1)], Domínguez Castiñeiras, José Manuel[(2)]

[(1)]Dpto. de Profesorado de Física y Química. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina. E-mail: garciadecajen@hotmail.com

[(2)]Dpto. de Didáctica das Ciencias Experimentais. USC. España. E-mail: ddacabdz@usc.es

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan los perfiles argumentativos que subyacen en las actividades propuestas en una muestra de libros de texto de Ciencias Naturales y de Física, recomendados al alumnado de Secundaria de la provincia de Buenos Aires (Argentina), sobre el uso racional de la energía eléctrica, en el apartado de transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica.

PALABRAS CLAVE: Educación Secundaria, Perfiles Argumentativos, Libros de texto, Actividades, Energía eléctrica

ABSTRACT

In this paper we present profiles argumentative underlying the proposed activities in a sample of textbooks of Natural Sciences and Physics, recommended students of Secondary Education in Provincia of Buenos Aires (Argentina), on the rational use of electric power, in the section related to the transformation of electric power in an ohmic resistance

PALABRAS CLAVE: Secondary Education, Profiles Argumentativos, Textbooks, Activities, Electric Power

INTRODUCCIÓN

El nuevo diseño curricular de Educación Secundaria (12 a 17 años) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) (DGCE, 2006), señala la alfabetización científica como un fin de la enseñanza de las ciencias. Dicha

alfabetización se conceptualiza como *un proceso elemental de formación para ciudadanos que han de vivir y desarrollar su potencial en un mundo impregnado con los resultados de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas.*

La investigación en didáctica de la Física destaca la necesidad de enseñar conocimientos nuevos (De Pro y Saura, 2001) como así también la enseñanza de las relaciones CTSA. A este respecto el diseño curricular mencionado contempla que la *potencia eléctrica, la energía en circuitos eléctricos, la transformación de energía eléctrica en calor y las aplicaciones cotidianas del efecto Joule*, constituyen conocimientos relevantes para la formación del ciudadano del nuevo siglo, recomendando el aprendizaje de destrezas de *identificación de problemas físicos factibles de ser abordados por consideraciones energéticas y planteo de preguntas problematizadoras.*

De lo anterior se infiere que la cuestión energética constituye una problemática sustantiva en la formación de la ciudadanía, dentro y fuera del aula. A este respecto, la investigación educativa aporta resultados que evidencian las dificultades de aceptación que presentan (Dias y cols., 2005) los programas de *uso racional de energía* propuestos por organismos no escolares. Además, la *crisis* del sector energético, conjugada con contextos socioeconómicos, comportamientos ciudadanos y cuestiones climáticas, no contribuyen a mejorar la situación, de no mediar intervenciones eficaces.

Un ejemplo de ello lo constituye el caso argentino. En el año 2004 se implantó, a nivel nacional, el *Plan de Uso Racional de la Energía Eléctrica* con aplicación de un sistema de premios y castigos respecto del costo de cada kWh, sobre un referencial de *consumo* domiciliario de 600 kWh bimestrales. Dicho plan se manifestó poco efectivo, ya que la demanda de energía eléctrica siguió creciendo y con frecuencia ocurren cortes de energía que afectan prácticamente a la totalidad de los sectores socio-productivos. La multa económica no surtió efecto en una cultura de creciente uso de tecnología -que demanda energía eléctrica que se mantiene a bajo costo- y en una ciudadanía que parece necesario alfabetizar sobre la problemática energética. De manera que, en el año 2008, se instala el *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía* destinado a contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores demandantes de energía. Dicho plan señala que la experiencia registrada muestra que el éxito de las políticas de eficiencia energética requiere, además de la adopción de tecnologías de alta eficiencia, la generación de profundos cambios estructurales basados en la modificación de las conductas individuales mediante programas y planes que deben ser conducidos por organismos altamente especializados y que

deben contemplar una estrategia cultural-educacional cuyo objetivo último sea el cambio hacia una cultura de uso eficiente de la energía.

Consecuentemente con lo anterior el nuevo currículo de la provincia de Buenos Aires indica que se deberá *promover el uso de la energía preservando el medio ambiente* y *elaborar planes para lograr el ahorro energético.*

Dicho currículo sostiene además, que *la formación científico-tecnológica en la escolaridad obligatoria ha de brindar herramientas que permitan dar sentido a datos, encontrar explicaciones posibles y coherentes a fenómenos naturales y procesos tecnológicos del medio, promover habilidades, destrezas y competencias para desarrollar plenamente las potencialidades del pensamiento crítico-reflexivo, imprescindible para una participación activa y responsable en una sociedad democrática.*

Desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias Experimentales se concibe el aprendizaje como una actividad intrínsecamente cognitiva y social que, mediante sucesos definidos socialmente, permite la apropiación de nuevas formas de conocimiento, razonamiento y discurso. Se describe la educación como un proceso de *culturización* (Eichinger y cols., 1991) en el que los estudiantes, como miembros de comunidades de aprendizaje, utilizan el lenguaje y las herramientas de la disciplina mientras "hacen" ciencia. De modo que aprender ciencias en tales comunidades implica, además de la construcción de nuevos significados, la capacidad de argumentar sobre problemas de ciencias.

Cabría suponer que la escuela debería estar especializada en educar al alumnado de modo que pudiese adquirir cultura científica. De este modo las actividades que se propusieran en el aula de ciencias deberían promover, por ejemplo, la formación de perfiles argumentativos que contribuyesen a la relación y compromiso de la ciudadanía con las cuestiones energéticas a las que se enfrenta la población mundial. Reconociendo que son muchos los aspectos que influyen sobre los cambios de conducta y que no se consiguen a corto plazo, la ciencia escolar debería ser un factor clave para dicha culturización.

Culturizar y educar científicamente para el mundo contemporáneo requiere de la argumentación dialógica (Scott y Mortimer, 2002), mediante la que se examinan diferentes perspectivas para construir acuerdos. En tal sentido, las actividades que se proponen al alumnado en el aula juegan un papel relevante en la formación de *perfiles argumentativos* (García de Cajén, 2007). Para ello es necesario contemplar qué enfoques, que estrategias argumentativas y de comunicación, y que criterios de toma de decisiones se utilizan en el aula. Con frecuencia, tales actividades son tomadas de los libros de texto que

se recomienda consultar al alumnado. Los de más reciente edición proponen actividades vinculadas con el uso racional de energía, de ahí el interés y la relevancia del estudio sobre si dichas actividades contribuyen a la formación de perfiles argumentativos en la ciudadanía.

En el presente trabajo se analiza el discurso contenido en las actividades propuestas por determinados libros de texto de Educación Secundaria, recomendados por el profesorado a sus alumnos y alumnas, cuando abordan la problemática de la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica.

METODOLOGÍA

El estudio se aplica sobre una muestra constituida por seis libros de texto de Secundaria, recomendados por el profesorado, que proponen actividades sobre el uso racional de la energía en relación con el fenómeno de transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica. Editados en la última década por Estrada y Santillana, también son recomendados por la administración educativa nacional a las bibliotecas escolares: cuatro del Área de Ciencias Naturales (EB_2, SB_2, EB_3, SB_3) para alumnado de 12 a 14 años, y dos de Física (ES_4, SS_4) para 15 a 17 años. Las abreviaturas utilizadas indican en primer lugar la inicial de la editorial (E:Estrada; S:Santillana), luego el ciclo de Educación Secundaria (B:Básico; S:Superior) y finalmente, subindicado, el año de Secundaria (2:2do.año;...; 4:4to.año). La información se recoge mediante el vaciado del discurso de las actividades relacionadas con el uso racional de la energía eléctrica.

.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

El análisis se realiza mediante el estudio interpretativo del discurso, tomando como referencial el patrón argumentativo de Toulmin (Toulmin, 1995), basado en las leyes de la electricidad (potencia eléctrica, ley de Ohm, resistencia en función de la naturaleza y dimensiones de la misma), que se utilizan en la resolución de un problema auténtico. En dicho problema se solicita elegir la estufa que más calienta, entre dos de resistencia de distinta longitud (García de Cajén y Domínguez Castiñeiras, 2005). Además se analizan las demandas cognitivo-lingüisticas y las estrategias de resolución, con el objetivo de averiguar si se promueve, en dichas actividades, la formación de perfiles argumentativos.

En el tratamiento de la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica prácticamente la totalidad de los textos de la muestra investigada, proponen actividades relacionadas con el *uso racional de*

energía eléctrica. La totalidad de los mismos, contextualiza la cuestión en relación con la potencia eléctrica de los electrodomésticos, refiriéndose al *consumo* de energía. Esta expresión contradice el principio de la conservación de la energía, que se enuncia en los textos, y dificulta el tratamiento del fenómeno de degradación de la energía. En la Tabla 1, se recogen las demandas cognitivas y las estrategias de resolución, de las actividades analizadas.

Tabla 1: Caracterización de actividades del uso racional de energía eléctrica, en textos de Secundaria

Textos	Propósito didáctico	Contexto de aplicación	Concepción Intercambio energético	Demanda Cognitiva	Estrategia de resolución demanda
EB_2	----------	----------	----------	----------	----------
SB_2	Uso racional de la energía	Electrodomésticos	Consumo	Magnitud P	Leer valores
EB_3	Uso racional de la energía	Electrodomésticos	----------	P = V.I V = R.I	Calcular I Calcular R
SB_3	Uso racional de la energía.	Electrodomésticos	Consumo	Magnitud P y E E = P.t	Lectura valores Calcular E Calculo $
ES_4	Uso racional de la energía.	Electrodomésticos	Consumo	Situaciones P = E/t P = V.I	Analizar abuso del consumo y uso de energías alternativas Calcular E y P
SS_4	Uso racional de la energía.	Electrodomésticos	Consumo Disipación	P = E/t P = V.I $P = V^2/R$ $P = I^2.R$	Calcular I y R en artefactos con distinta P Comparar R de artefactos con distinta P Comparar P entre 2 R serie Comparar P entre 2 R paralelo Comparar P entre R en serie y paralelo Analizar causas del fenómeno calentamiento

Se ejemplarizan actividades de dos de los textos (EB_3, ES_4), a fin de poner de manifiesto algunos resultados representativos de la cuestión estudiada.

En el caso del texto EB_3 plantea una actividad (cuadro 1) en la que se requiere aplicar las leyes de la electricidad para calcular I a partir de los datos de P y V, de una lista de electrodomésticos. Para resolver el problema solo se necesita calcular y confrontar valores numéricos y determinar si el resultado calculado supera o no determinados valores límites.

Cuadro 1

Determinen si el tomacorriente indicado para cada uno de los siguientes artefactos es el correcto, y justifiquen sus respuestas. Calculen, además, la resistencia de cada artefacto mediante la ley de Ohm:

Artefacto	*Potencia*	*Voltaje*	*Toma corriente*
plancha	*600 W*	*220 V*	*6 A*
Estufa	*2300 W*	*220 V*	*10 A*
Estufa	*2000 W*	*110 V*	*10 A*
Lámpara dicroica	*75 W*	*12 V*	*6 A*

La actividad requiere operar con la expresión P=V.I. Se podría aplicar la expresión $P=V^2/R$, pero se pierde la oportunidad de hacerlo puesto que para determinar la R el mismo enunciado indica que se opere con la ley de Ohm. Se obliga a utilizar la I como si no fuera posible la determinación de P a partir de los datos.

Disponer de los valores I, R y P de distintos artefactos, podría aprovecharse para plantear un estudio comparativo e interpretativo del fenómeno de transformación de energía eléctrica en artefactos con resistencia, tales como son la estufa y la plancha conectadas a la misma red eléctrica de 220 V. Sin embargo, la actividad no promueve la relación entre los resultados de R e I, y mucho menos entre ellos y la potencia, desde una visión sistémica que posibilitaría la elaboración de un razonamiento para el que sería necesario relacionar las distintas variables.

La inclusión en la tabla de dos estufas con distinta potencia podría derivar en problemáticas similares al problema auténtico. Quizás el profesorado podría convertirla en una actividad que promueva la argumentación sobre

la cuestión y la toma de decisión sobre el pretendido uso racional de la energía. Pero sin la intervención docente intencionada, no parece posible que surjan esas demandas.

Por su parte, el texto ES_4 propone el análisis de situaciones (cuadro 2), que no enuncia, indicando tener en cuenta el *abuso de consumo*. Como se puede observar, no se presenta la situación problemática real, ni se propone el análisis desde el punto de vista energético, lo que podría derivar en cálculos que no estarían vinculados con un razonamiento que justificase la toma de decisiones reales, o bien en respuestas vagas.

Cuadro 2

Actividad: Uso racional de la energía. Propósito: analizar diferentes situaciones actuales sobre el uso de la energía, con el objeto de identificar aquellas que impliquen abuso en el consumo y las que impliquen el uso de energías alternativas.

Otras cuestiones (cuadro 3) demandan aplicar fórmulas P=E/t y P=V.I. Esto supone centrar la resolución en un mero reemplazo de datos, lo que conduce a un resultado descontextualizado y poco real pese a que se intenta situar la cuestión en un contexto cotidiano.

Cuadro 3

En una factura de consumo de energía eléctrica se indica que el consumo fue de 500 kWh. Si los usuarios que deben abonarla aseguran que sólo tienen cuatro lamparitas de 60 W, Durante cuánto tiempo estuvieron encendidas para justificar la factura recibida?

El hecho de que se haga referencia a la factura de la energía eléctrica o al cálculo de la potencia desaprovechada, son aspectos superficiales y poco relacionados con las situaciones reales. De este modo no se formulan preguntas que movilicen el razonamiento ni la argumentación, o que pongan a los estudiantes ante la necesidad de tomar decisiones. ¿Acaso podrían concebir como real que con cuatro lamparitas se *consuman* 500 kWh, en el tiempo de facturación por bimestre? Ni encendidas las 24 horas de todos los días del bimestre se alcanzaría ese valor, equivalente a

lo que se factura a un usuario residencial con equipamiento de electrodomésticos y tecnología propia del mundo contemporáneo.

A su vez, qué idea sobre eficiencia energética se pretende formar presentando, sin cuestionar, un aparato que desaprovecha el 50% de la potencia (cuadro 4). Como no se plantean cuestionamientos, estos problemas sólo suponen cálculos e instalan valores que distorsionan la realidad, además de reforzar la idea de que la energía se consume.

Cuadro 4

Un aparato que permanece encendido durante ocho horas, conectado a una fuente de 15 V, con una intensidad de corriente de 2 A, tiene una potencia desaprovechada de 15 W. Indiquen cuánta será su potencia aprovechable (pp. 48).

CONCLUSIONES

Si bien algunas actividades demandan la aplicación de algunas de las leyes que requiere el problema auténtico planteado como referencial del análisis, es evidente que no requieren de tomas de decisión, discusiones ni argumentos que contribuyan a la culturización de la población para el uso racional de la energía eléctrica. Si se considerara que aquella requiere de comunidades que practiquen el lenguaje y las destrezas de argumentación mientras *hacen* uso racional y eficiente de la energía, habría que replantear qué actividades proponer.

Las actividades centradas en el dato o cálculo de potencia, se muestran insuficientes para activar argumentaciones, reflexiones y conciencia para el uso racional y eficiente de la energía eléctrica. Formar culturalmente a la población es complejo. Requiere de actividades planteadas como problemas que despierten el interés social, inviten a recabar información, a tomar decisiones, entre otros criterios a tener en cuenta, tal como se señala respecto de la ciencia para el mundo contemporáneo.

Se concluye que las actividades que los textos analizados plantean sobre el uso racional de la energía, contribuyen escasamente a la formación de perfiles argumentativos de una ciudadanía con competencia para realizar razonamientos prácticos y adoptar decisiones relativas a la problemática de la energía eléctrica, según se demanda desde la alfabetización científica. Si los programas oficiales de uso racional y eficiente de energía eléctrica requieren del apoyo de la ciencia escolar, es importante conocer la potencialidad de las actividades que proponen los textos de consulta

actuales. Surge además la necesidad del diseño de secuencias de enseñanza específicas.

Finalmente quisiéramos señalar que lo indicado hasta aquí nos lleva a considerar la necesidad de seguir investigando sobre los perfiles argumentativos de los profesores y de los alumnos. Los resultados de estas futuras investigaciones podrían tener claras implicaciones en la mejora de las prácticas docentes y del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como en el desarrollo de las tareas de aula.

AGRADECIMIENTOS:

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto A/011181/07) «*Relación entre investigación educativa, práctica docente y dificultades de aprendizaje. Planificación e implementación de secuencias de actividades para la enseñanza de ciencias y matemática.*»

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Pro Bueno, A. y Saura, O. (2001). Nuevos tiempos, nuevos contenidos de Física. *Alambique,* N° 19, 53-62.

DGCE (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires), (2006). *Prediseño Curricular Educación Secundaria Básica-7° año. La escuela que todos queremos.* La Plata: DGCE

Dias, R.; Balestieri, J. y Mattos, C. (2005). Reflexoes sobre uma educacao para o uso racional de energía. Comunicación. *Nuevos currículos, currículo CTS: cambio de enfoque, cambios de contenido*. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada, 7 al 10 de septiembre de 2005. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra. Año 2005*.

Eichinger, D.; Anderson, CH.; Palicsar, A. y David, Y. (1991). *An illustration of the Roles of content knowledge, Scentific Argument and social norms in collaborative Problem Solving*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago. Illinois.

García de Cajén, S.B.; Domínguez Castiñeiras, J.M. y García-Rodeja Fernández, E. (2001). Argumentación a partir de un problema auténtico sobre la transformación de la energía eléctrica en una resistencia. *ADAXE. Revista de Estudios e Experiencias Educativas.* N° 17, 165-190.

García de Cajén, S.B. y Domínguez Castiñeiras (2005). Estrategias de argumentación de los textos sobre la transformación de energía eléctrica, a partir de las leyes de electricidad. Ponencia. Simposio *La Construcción del discurso científico socialmente contextualizado*. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada, 7 al 10 de septiembre de 2005. *Enseñanza de las Ciencias. Número extra. Año 2005*

García de Cajén, S.B. (2007). *Perfiles argumentativos sobre la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica: currículo, libros de texto y profesorado*. Tese de doutoramento. Facultade de CC. Da Educación. Servicio de Publicaciones e intercambio científico de la Universidad de Santiago de Compostela.

Scott, P. y Mortimer, E. (2002). *Discursive activity on the social plane of high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions*. Paper presented at the 2002 AERA. Annual Meeting, New Orleans. USA.

Toulmin, S.E. (1995). *The uses of Argument*. Nueva York: Cambridge University Press. (1ra. ed., *The uses of Argument*, 1958).

¿VA A SER TAN FÁCIL EL USO DE LAS TICs EN LAS CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO?

Angel Ezquerro Martínez. IES Mariano José de Larra. Aluche (Madrid)

RESUMEN: Las TICs van a tener un papel importante en la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo en el Bachillerato. No obstante, se sabe poco sobre la incidencia de estos recursos en el aprendizaje de las ciencias. En este trabajo queremos aportar datos sobre qué le ocurre al alumnado (qué percibe, cómo lo interpreta, qué piensa…) cuando visualiza un video de producción propia sobre "La producción y los problemas de utilización de los recursos energéticos"

PALABRAS CLAVE: Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Uso de videos. Recursos energéticos. ESO y Bachillerato. Procesamiento información.

ABSTRACT: The TICs are very important to the subject "Sciences for Humanity Contemporary" at High School. Nonetheless, we do not know much about the incidence of these didactic resources in the learning of sciences. In this work we would like to proude students with data about what happens to the students when perceiving, interpreteting or thinking… when they watch a video at "producive and the problems of useing the energetic resources"

KEYWORDS: Science for Humanity Contemporary. Use of videos. Energetics resources. Secundary and High School. Information processing.

ORIGEN Y PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

Desde nuestra perspectiva, uno de los aciertos que puede tener la LOE (MEC, 2007) es la aparición de la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo en el Bachillerato.

Muchas son las valoraciones positivas que se han realizado de la misma (por ejemplo, Pro, 2008). Primero supera el anacronismo curricular de considerar que la formación científica obligatoria debe concluir a los 15 años. Lo que nos llevaba al absurdo de que, sobre algunos temas, parte de la ciudadanía –casi la mayoría- no tienen derecho a ser formados. Pero, además, decíamos que, bien planteada, supone un cambio profundo en los contenidos habituales de las clases de ciencias.

Esto exige modificar la orientación, ni se trata de preparar para la universidad ni para la selectividad. Además, debe llevar consigo una forma

de trabajo diferente en las clases y parece que se puede apoyar en unos recursos distintos: noticias de prensa, información de Internet, programas televisivos (Ezquerra, 2003). Por supuesto, demanda una forma de evaluar y de calificar más cercana a las tareas desarrolladas.

La materia consta de seis bloques de contenido. El primero –llamado "Contenidos comunes"- es transversal. En el Cuadro 1, se recogen los conocimientos del mismo.

- Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en observaciones y datos científicos de otras que no pueden solucionarse desde la ciencia
- Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de afirmaciones basadas en datos
- Análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones
- Disposición a reflexionar científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para tomar decisiones responsables en contextos personales y sociales
- Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico
- Reconocimiento de las limitaciones y errores de la CyT, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la CyT

Cuadro 1

Como puede apreciarse, implícita y explícitamente, se pretende que no sólo se aborden una serie de temáticas actuales, sino que esté presente cómo se alude a ellos en los medios de comunicación, qué criterios se deben usar para distinguir las afirmaciones fundamentadas de las especulaciones, cómo pueden evolucionar los problemas y las posibles soluciones, qué papel está jugando la ciencia y la tecnología en esta situación.

No obstante, todos estos aspectos –que valoramos muy positivamente- van a encontrar unos obstáculos importantes: sabemos poco sobre cómo va a reaccionar el alumnado y el profesorado en este contexto novedoso, cómo se conectará la información audiovisual con los contenidos académicos y cómo se utilizarán los aprendizajes escolares cuando se sitúen ante unos contenidos televisivos (Ezquerra, 2006). Creemos que existe un déficit importante en la investigación sobre estos temas y, en este trabajo, queremos aportar datos de una experiencia sobre lo que

percibe el alumnado cuando visualiza un video de producción propia sobre la utilización de los recursos energéticos.

DISEÑO Y ELABORACIÓN DEL VIDEO

En un trabajo reciente (Ezquerra y Pro, 2008) comentamos la necesidad del uso de medios audiovisuales dentro de la escuela, las ventajas que suponen los videos de elaboración propia, los elementos que debíamos definir para conjugar las reglas de la comunicación audiovisual con las intenciones educativas, etc. En este contexto, justificábamos los elementos de un modelo de guionización para la realización de videos. Siguiendo un proceso equivalente, hemos realizado el que llamamos "¡Jo! ¡Qué hambre!"; su guión está sintetizado en el Anexo.

El vídeo comienza relacionando alimento-energía y capacidad para hacer cosas (secuencias 2 y 3). Además, se aprovecha para recordar la situación de hambruna que sufren millones de personas (secuencia 4). La ausencia de música, la repetición a espasmos y el entremezclado con grandes manjares refuerza el impacto emotivo de estas terroríficas escenas.

Luego se establece una analogía entre el funcionamiento energético del cuerpo humano, las máquinas y la sociedad (secuencia 5). El objetivo es doble: tratar de deshacer el mensaje de la publicidad sobre la "calorías malas" y preparar el camino para el análisis de las necesidades energéticas de la sociedad en conjunto.

Posteriormente se aportan varios ejemplos sobre diferentes fuentes de energía acoplando diálogo e imagen (secuencia 6); además, se plantea una pregunta evidente: *"¿cuál es mejor?"*. Para su respuesta se comienza por indicar –subrayar- que el gasto energético de una acción es siempre el mismo –principio de conservación de la energía- y se entremezclan imágenes de dibujos animados realizando una acción (abrir una puerta) con carátulas de unidades de energía (secuencia 7).

En la segunda parte del audiovisual se dibujan los problemas que tiene la sociedad a la hora de elegir una fuente de energía. Para ello se utiliza como analogía una situación cercana al alumnado: cómo calentar comida en una excursión (secuencia 8). Las imágenes acompañan al diálogo y se hacen algunos guiños irónicos (secuencia 9).

La despedida sigue los cánones de los mensajes publicitarios, directos y compactos: *"Hay que saber para poder opinar, para poder elegir"* (secuencia 10). Concluye con la repetición de los datos de las carátulas.

DISEÑO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para los propósitos de nuestra investigación es preciso definir la muestra y el cuestionario utilizado.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Para la conformación de la muestra acudimos a compañeros que quisieron colaborar; en concreto, 5 profesores de 4 centros distribuidos en 3 provincias diferentes que implicaron a 186 alumnos pertenecientes a 10 grupos-clase. En la Tabla 1 se muestra el número de alumnos por niveles.

NIVEL	Grupos-clase	Alumnos
1º BTO	2 (20%)	25 (13%)
4º ESO	4 (40%)	63 (34%)
3º ESO	4 (40%)	98 (53%)
Total	10	186

Tabla 1.

INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

El objetivo del instrumento de recogida de información era valorar la adquisición de información comunicada en diferentes formatos audio-visuales (verbal, de texto, visual,…). Se exhibió el vídeo y a continuación se pasó el cuestionario e-8 (Cuadro 2).

CUESTIONARIO e-8	
ÍTEMS	**INTENCIONES**
P.1/e-8. Define energía.	Valorar el alcance de la información verbal de mensajes simples.
P.2/e-8. ¿Cuánta energía necesitas al día?	Valorar la adquisición de información numérica en formato de texto.
P.3/e-8. ¿Cuál es nuestra fuente de energía?	Valorar el alcance de la información verbal de mensajes simples.
P.4/e-8. ¿Cuántas personas mueren al año de hambre en el mundo?	Valorar la adquisición de información numérica en formato de texto.
P.5/e-8. Indica los tipos de energía que conoces.	Valorar el alcance de la información verbal de mensajes simples.
P.6/e-8. ¿Qué unidades de energía conoces?	
P.7/e-8. ¿Cuánta energía necesitas para calentar un kilogramo de agua?	Valorar la adquisición de información numérica en formato de texto.
P.8/e-8. Indica ventajas e inconvenientes de las fuentes de energía.	Valorar la síntesis sobre las ventajas e inconvenientes de cada fuente de energía.

	Valorar la capacidad para adquirir información audiovisual compleja y relacionarla.

Cuadro 2

RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados para cada pregunta se muestran en tablas, donde se detallan la frecuencia y los porcentajes de cada categoría para todo el Grupo; para los niveles educativos, sólo los porcentajes.

P.1/e-8.

Debían definir energía, término que había aparecido en el vídeo. Los datos se muestran en la Tabla 2.

Categorías	Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
Capacidad	149	80%	100%	75%	79%
Sistema	91	49%	64%	29%	58%
para realizar	144	77%	96%	71%	77%
Trabajo	148	80%	100%	75%	78%
Cuerpo	8	4%	32%	0%	0%
Modificar	2	1%	4%	0%	1%
Entorno	1	1%	0%	0%	1%

Tabla 2.

Se puede observar que, tres de cada cuatro, optan por: *Capacidad* (80%) *para realizar* (77%) *trabajo* (80%); el término *sistema* se usa menos (49%). Los de bachillerato tienen mejores resultados; ningún grupo ofreció una definición alternativa a la recogida en el video, dado que el resto de términos tuvieron una presencia anecdótica (<4%).

P.2/e-8.

Debían indicar la energía que necesitamos al día, dato mostrado en el video. Los resultados aparecen en la Tabla 3.

Categorías		Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
Valor numérico	**2500**	**157**	**84%**	**100%**	**90%**	**77%**
	2000	3	2%	0%	0%	3%
	25000	3	2%	0%	0%	3%
kcal		**120**	**65%**	**88%**	**71%**	**54%**
Otras (cal, kjulios)		34	19%	4%	19%	21%
Otras (kg, kw)		2	2%	0%	0%	2%

Tabla 3

El dato medio ofrecido por el vídeo (2500 kcal) fue respondido por un porcentaje notable (84%); los resultados mejoran con el nivel educativo. Esta tendencia se mantiene al analizar las unidades empleadas (kcal).

P.3/e-8.

Se solicitaba cuáles son nuestra fuente de energía, dato comunicado de forma verbal en el vídeo. En la Tabla 4 se muestran los más notables.

Categorías	Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
Alimentos/Comida	**141**	**76%**	**96%**	**84%**	**65%**
Sol	9	5%	0%	3%	7%
Oxígeno	6	3%	0%	0%	6%
Calorías	5	3%	0%	0%	5%
Otras (agua, electricidad)	8	5%	0%	4%	6%

Tabla 4

La mayoría responde adecuadamente, aunque menos que en el anterior (76%); las diferencias pueden deberse a una menor capacidad de extraer información del audiovisual o a la influencia de los conocimientos del espectador. Se mantiene la tendencia por cursos.

P.4/e-8.

Se preguntaba por cuántas personas mueren al año de hambre en el mundo; se exponía en el vídeo con una carátula muy contundente.

Categorías	Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
9000000	**152**	**82%**	**100%**	**76%**	**84%**
1 cada 4 seg.	42	23%	20%	11%	31%
9000	6	3%	0%	4%	3%
millones, muchas	2	2%	0%	0%	2%
Errores	6	6%	0%	2%	5%

Tabla 5

Los resultados son semejantes a los de otros trabajos cuando se usan carátulas (Ezquerra y Pro, 2008); las otras respuestas son anecdóticas. Se produce una modificación en la tendencia en la distribución por cursos.

P.5/e-8.

Se solicitaban los tipos de energía. En el vídeo se indicaba verbalmente la diferencia entre tipos y fuentes de energía, y se apuntaban ejemplos. Los resultados aparecen en la Tabla 6.

Categorías	Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
Eólica	155	83%	80%	89%	81%
Solar	**155**	**83%**	**68%**	**84%**	**87%**
Nuclear	**106**	**57%**	**52%**	**63%**	**54%**
Hidráulica	93	50%	28%	65%	46%
Térmica	74	40%	44%	52%	31%
Mareomotriz	72	39%	16%	67%	27%
Fósil	**54**	**29%**	**52%**	**22%**	**28%**
Eléctrica	48	26%	24%	25%	27%
Química	44	24%	60%	19%	17%
Fotovoltaica	42	23%	56%	10%	22%
Cinética	41	22%	28%	48%	4%
Biomasa	26	14%	0%	32%	6%
Renovable	23	12%	0%	5%	20%
No renovable	20	11%	0%	5%	17%

Tabla 6

Llama la atención el número de categorías distintas; en la tabla sólo se listan aquellos con una incidencia mayor del 10%. Mientras algunas son muy nombradas, otras apenas aparecen (mareomotriz, fotovoltaica o biomasa). Existen fuentes con una presencia equivalente en todos los grupos (eólica, térmica o eléctrica). No discriminaron entre fuentes (en negrilla) y tipos de energía. La indicación verbal no fue suficiente.

P.6/e-8.

Se solicitaba que se indicaran las unidades de energía. Los resultados se recogen en la Tabla 7.

Categorías	Grupo	(%)	1º Bto	4º ESO	3º ESO
Julios	162	87%	100%	89%	83%
Calorías	112	60%	48%	59%	64%
kW h	66	35%	48%	48%	24%
Kcal	41	22%	48%	30%	10%
kW, kW/h	27	15%	12%	4%	22%

Errores	24	15%	0%	9%	19%

Tabla 7

Se obtuvieron 16 categorías, de las que sólo cinco superaron el 10% en el Grupo. El "julio" es la más mencionada, pero sorprende que la "caloría" no alcance los mismos porcentajes, sobre todo en el alumnado de bachillerato. Los porcentajes de kW·h en 3º ESO se deben a que se estudia normalmente en este nivel. Las unidades erróneas se concentran en 3º, pero en una cuantía baja. El vídeo no incluía el listado de unidades, por lo que su mención se debe a otros conocimientos adquiridos en el marco de actuaciones ajenas a este trabajo.

P.7/e-8.

Se pedía cuánta energía se necesita para calentar 1 kg de agua; el dato aparecía en el vídeo en una carátula móvil (Tabla 8).

Categorías		**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
Valores numéricos	**200**	**141**	**76%**	**92%**	**75%**	**72%**
	250	7	4%	4%	5%	3%
	2000	3	2%	0%	2%	2%
Kcal		**103**	**55%**	**100%**	**59%**	**42%**
Cal		35	19%	0%	17%	24%
Julio		9	5%	0%	10%	3%
Otros		6	3%	0%	0%	6%

Tabla 8

La respuesta correcta fue elegida por el 76% del Grupo, ligeramente inferior al de otras situaciones en las que la información se expuso con una carátula. El reparto por grupos sigue la misma tendencia

P.8/e-8.

Se solicitaba que indicaran las ventajas y desventajas de tres fuentes de energía: solar, fósil y nuclear. Como en circunstancias anteriores, se usaba del vídeo para estimular sus opiniones; por eso, en el audiovisual se planteaba que *"energía buena o mala"* estaba en función de *para quién* y *por qué*.

Se obtuvieron muchas categorías pero algunas con frecuencias bajas, por lo que las hemos excluido de nuestras tablas.

A) En relación con la energía solar los valores más representativos aparecen en la Tabla 9.

SOLAR VENTAJAS	**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
No contaminante	97	52%	12%	79%	45%
Renovable	110	59%	56%	56%	62%
Barata/gratis	34	18%	24%	13%	20%
6 categorías (<2%)					
SOLAR DESVENTAJAS	**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
No funciona sin sol	74	40%	4%	37%	51%
Difícil de manejar	27	15%	40%	17%	6%
Cara	30	16%	12%	22%	13%
Baja potencia	13	7%	0%	5%	10%
13 categorías (<3%)					

Tabla 9

Las categorías con mayor presencia entre las ventajas son *renovable* (59% del Grupo) y *no contaminante* (52% del Grupo). Llama la atención que en Bachillerato apenas se considere el carácter no contaminante de esta fuente de energía, con porcentajes incluso menores a los de 3º ESO.

En cuanto a las desventajas se observa que las categorías *no funciona sin sol* y *difícil de manejar* presentan valores dispares pero inferiores a los obtenidos en las ventajas. También en este caso se distribuyen de manera inversa respecto a los curso. Asimismo, resulta curioso que sean los de 3º ESO los que indicasen la *baja potencia*.

B) En relación con las energías fósiles los valores más representativos aparecen en la Tabla 10.

FÓSILES VENTAJAS	**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
Fácil de usar/manejar	22	12%	16%	14%	9%
Fácil de adquirir	18	10%	0%	13%	10%
Mucha potencia	16	9%	0%	11%	9%
Desarrollada	13	7%	52%	0%	0%
18 categorías (< 5%)					
FÓSILES DESVENTAJAS	**GG**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
No renovable	94	51%	64%	57%	43%

Contaminante	81	44%	20%	54%	43%
Cara	14	8%	8%	10%	6%
9 categorías (< 3%)					

Tabla 10

Las ventajas más señaladas son *fácil de usar* (12% del Grupo) y *fácil de adquirir* (10%). Pero llama la atención las grandes diferencias por niveles, mientras *desarrollada* fue utilizada por el 52% de 1º Bto el resto de niveles no la consideraron.

Las desventajas se reparten aceptablemente: *no renovable* aparece en un 51% del Grupo y *contaminantes* en un 44%. Por grupos, llaman la atención los valores *contaminantes* en 1º Bto. No sabemos cómo interpretarlos pero todo apunta a la falta de atención de los estudiantes.

En relación con la energía nuclear los valores más representativos aparecen en la Tabla 11.

NUCLEAR VENTAJAS	**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
Mucha energía/ potencia	62	33%	32%	49%	23%
Renovable	20	11%	0%	6%	16%
Fácil de adquirir	10	5%	0%	2%	9%
19 categorías (< 5%)					
NUCLEAR DESVENTAJAS	**Grupo**	**(%)**	**1º Bto**	**4º ESO**	**3º ESO**
Contaminante	115	62%	72%	62%	59%
Peligrosas	40	22%	36%	37%	8%
No renovable	31	17%	4%	11%	23%
Produce enfermedades	9	5%	12%	0%	6%
3 categorías (< 5%)					

Tabla 11

La ventaja más mencionada sería *mucha energía/potencia* (33% del Grupo); las demás no superan el 10%. Volvemos a encontrar diferencias entre grupos, tanto en las ventajas como en los inconvenientes. Así, los alumnos de bachillerato no consideran el carácter *renovable o no* mientras los de 3º ESO prestan especial atención a este aspecto.

CONCLUSIONES

En primer lugar, parece que la imagen invita al alumnado a participar. En nuestro caso, los ejercicios sobre imágenes han favorecido que afloren sus concepciones, adecuadas o no, sin el aparente corsé del discurso más academicista (Aguilar et al., 2007).

Para valorar cómo asimila y pone de manifiesto el alumnado los mensajes audiovisuales debemos considerar los diferentes canales de comunicación.

- En relación con las cuestiones que aludían a información numérica, transmitida exclusivamente mediante texto (carátulas) (P.2/e-8; P.4/e-8; P.7/e-8), los datos eran retenidos por un porcentaje superior al 80% del Grupo. En estos casos, la retención fue ligeramente superior (sobre un 15%) para bachillerato.

- En las cuestiones que aludían a información transmitida sólo mediante mensaje verbal, distinguimos entre las simples (P.3/e-8; P.6/e-8) y las más complejas (P.5/e-8; P.8/e-8).

  - Para las de elaboración más simple, las respuestas deseables oscilaron entre el 60% y el 80%, existiendo cierta dependencia con los cursos.
  - Para las de procesamiento más complejo, las respuestas deseables no superaban el 40% del Grupo. La dependencia con el nivel académico fue notable.

- Para el formato integrado audio-textual (lectura de una carátula) (P.1/e-8) entre el 70% y el 80% del alumnado fue capaz de recoger y repetir estos mensajes simples, observándose pequeñas diferencias entre los niveles educativos analizados.

En definitiva, podemos pensar que la visualización de un documental permite la identificación de información; si bien, en general, será necesario valorar el formato considerado para cada mensaje (verbal, texto, visual…) y el impacto que presumiblemente puede tener.

Tras nuestra experiencia en el uso de las herramientas audiovisuales como instrumento de enseñanza y de aprendizaje, creemos que estos planteamientos deben dar origen a una línea de investigación didáctica (Ezquerra, 2007), lo que evidentemente supera con mucho el objetivo de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, S.; MATURANO, C.; NÚÑEZ, G. (2007). Utilización de imágenes para la detección de concepciones alternativas: un estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 6(3), 691-713.

EZQUERRA, A. (2003). ¿Podemos aprender ciencia con la televisión? *Educatio Siglo XXI*, 20-21. pág: 117-142.

EZQUERRA, A.; PRO, A. (2006). Posibles usos didácticos de los espacios meteorológicos de la televisión. *Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencia*, 5(1), pág: 114-135.

EZQUERRA, A. (2007). Sobre el efecto de los medios en la cultura científica. *Revista Española de Física*, 21(1), 1-3.

EZQUERRA, A.; PRO, A. (2008). "¿Qué ropa me pongo?" Cómo percibe el alumnado los contenidos científicos con audiovisuales. *Investigación en la escuela,* 64, pág: 73-92.

MEC (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

PRO, A. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 56, en prensa.

ANEXO. GUIÓN VÍDEO: ¡Jo! ¡Qué Hambre!

Hilo argumen-tal	**DIÁLOGO**	**TEXTO/FX GRÁFICOS**	**IMÁGENES**	**Tiempo**
Indicador		NEGRO 2 s Indicador videoclip NEGRO 2 s		
TÍTULO: ¡Jo! ¡Qué hambre!		¡JO! ¡QUÉ HAMBRE!	Cortinilla de entrada	1 0:05
Vitalidad y energía.	Hola, ¿cómo estás?... Supongo que sabes que comemos para poder hacer cosas. La comida nos da la posibilidad de jugar, de trabajar,… de vivir. A esa capacidad de hacer la llamamos energía. Pero, ¿qué pasa si no comemos….?	Energía, capacidad de un sistema para realizar trabajo.	Persona comiendo y con mucha vitalidad (energía). Niños jugando. Dibujos animados "trabajando".	2 0.10
El hambre: al principio duele, luego limita, más tarde produce daños.	Las primeras horas, los primeros días, sentimos hambre, un conjunto de sensaciones dolorosas que nos avisan que falta energía y nos empujan a buscar comida. Pasados unos días, empezamos a sufrir limitaciones en nuestras actividades. Más tarde, se producen daños –a veces irrecuperable- en nuestro organismo. Algunas partes de nuestro cuerpo "roban" a otras las pocas energías que aun quedan. Al final, se agota nuestra capacidad de hacer: de respirar, de pensar…. Y nos apagamos.	Carátula móvil inferior: TÚ NECESITAS unas 2500 kcal al día.	Dibujos animados sintiendo hambre. Escenas de hambre *in crescendo*: personas y animales desnutridos. Imágenes agónicas. Máquinas viejas y abandonadas.	3 0.47

Hilo argumen-tal	DIÁLOGO	TEXTO/FX GRÁFICOS	IMÁGENES	Tiempo
Pero, tenemos fuentes de energía y reservas energéticas.	Afortunadamente, esto no nos pasa habitualmente. Nuestro organismo sabe obtener energía de los alimentos – nuestra sabrosa fuente de energía- y podemos comer con frecuencia. Además, nuestro cuerpo dispone de reservas para un par de días.	Cada 4 segundos muere una persona de hambre. 9 millones al año.	En tono irónico: escenas del lujo occidental mezcladas con los datos de la carátula.	4 1:30
Todo funciona con energía. Broma.	Pero, existen otras "máquinas" que saben utilizar otras fuentes de energía: Los coches, los aviones o nosotros al quemar leña obtenemos energía de una reacción química: la combustión. Nuestros aparatos eléctricos obtienen de la corriente o de una batería la energía que necesitan, o se paran. Las aves, los molinos y los barcos a vela utilizan el viento.		Persona comiendo, coches, aviones, ciudades iluminadas,… Fuego. Central solar y torres eléctricas Broma: Esqueleto. Aves.	5 1:50
Fuentes y tipos de energía.	Utilizamos el principio natural en que se apoya su obtención para distinguir entre los tipos de energía: térmica, de fisión, eólica, química, fotovoltaica, etc. Y, hablamos de fuente de energía, cuando nos referimos a las reservas de donde la sacamos energía fósil -carbón, petróleo o gas-, energía nuclear, energía solar.		Imágenes y esquemas de centrales eléctricas: solar, térmica, eólica, fotovoltaica, nuclear.	6 2:26

Hilo argumen-tal	DIÁLOGO	TEXTO/FX GRÁFICOS	IMÁGENES	Tiempo
¿Cuál es mejor?	Bueno, pero ¿cuál es mejor? Para realizar una acción, un trabajo, necesitamos una determinada cantidad de energía, de donde la saquemos no importa, siempre es la misma cantidad. Sólo que en ocasiones es más fácil conseguir la energía de un sitio que de otro, cuesta más dinero o menos, o daña el entorno o no.	Carátula: La energía se mide en julios (J) calorías (cal), kilovatios por hora (kW · h) Carátula: 1 cal = 4,18 J 1 kW · h = 3,6 millones J.	Dibujos animados haciendo trabajo de abrir una puerta. Carátula. Maquinitas habituales. Carátula. Dibujos animados (broma dinero) Imágenes de personas de acampada.	7 3:00
Un ejemplo cercano.	Imaginemos que vamos de acampada y queremos calentar un litro -un kilo- de agua para hacer la comida. Esto supone unas 200 kcal. Podemos sacar esta energía con un colector solar. No supone ningún gasto, pero son incómodos de manejar y sólo funcionan si hay sol. También podemos usar una pequeña bombona de gas. Cuesta dinero y pesa pero, si yo no soy el encargado de comprarla y llevarla, me puede interesar. Otra posibilidad es hacer una hoguera, sólo tenemos que recoger leña, pero es muy peligroso para el entorno. Lo que no podremos hacer es usar electricidad en medio del bosque.... ¡Claro!	Carátula móvil superior: calentar 1 kg de agua cuesta unas 200 kcal.	Imágenes de naturaleza: bosques, ríos,… Colector solar. Bombona de gas. Dibujos animados intercambiando dinero. Persona caminando por la selva. Bosque quemado.	8 3:30

Hilo argumen-tal	DIÁLOGO	TEXTO/FX GRÁFICOS	IMÁGENES	Tiempo
Cómo elegir la mejor fuente de energía: barata, renovable y no dañina.	¿Qué fuente de energía es más adecuada? Pues, depende, ¿verdad? Si pesamos en toda la sociedad en conjunto, resulta la misma situación. Hay que echar cuentas para saber que es más adecuado en cada caso. Y sobre todo, para que empresa o gobierno es más "adecuada" una determinada fuente de energía frente a otra. Las energías renovables: viento, sol, mareas, etc. serían fuentes inagotables, pero aun no sabemos utilizarlas bien y no nos sirven para, por ejemplo, mover coches. Además, ¿a quien le puede interesar que caliente mi casa sin pagar la factura de la luz....? Las fuentes convencionales, están muy desarrolladas, realmente funcionan, pero dependen de los intereses de unos pocos que las controlan y, además, dañan el entorno natural.		Central solar. Gente en ciudad. Imágenes y esquemas de centrales eléctricas. "Rizo" señalando las cuentas. (Broma) Manifestaciones. Mapamundi: político, físico y mudo. Centrales renovables e imágenes naturaleza. Militares y juego de azar. Gasolineras y anuncio de petrolera.	9 4.25
Saber te hace libre. Broma.	No te dejes convencer cuando no te ofrecen datos. Hay que saber para poder opinar, para poder elegir.	Repetición carátulas. Carátula final: That´s all folks!		10 5:30
FIN			Fundido final.	6:05

NOTA: De la lectura exclusiva del diálogo puede inferirse una confusión entre fuentes de energía y energía. Así en: "…hablamos de fuente de energía, cuando nos referimos a las reservas de donde la sacamos: energía fósil -carbón, petróleo o gas-, energía nuclear, energía solar…" o "…Las energías renovables: viento, sol, mareas, etc. serían fuentes inagotables…".

Sin embargo, en el contexto audiovisual, con el apoyo del resto de canales de comunicación que mantienen el hilo del discurso, se observa que no se desvirtúa el rigor del mensaje y que la ausencia circunstancial del término *fuentes* es un detalle de agradecer para no cargar el diálogo con reiteraciones.

ANÁLISIS DE UNA ACTIVIDAD ORIENTADA A PROMOVER LA LECTURA CRÍTICA EN LAS CLASES DE CIENCIAS

Begoña Oliveras , Neus Sanmartí, UAB

RESUMEN

La innovación que presentamos en esta comunicación se genera en el marco del grupo de investigación de la UAB LIEC (LLengua i Ensenyament de les Ciències), que agrupa a profesores de secundaria y universidad. En este momento el grupo investiga cómo promover la lectura crítica de textos de contenido científico de diferentes fuentes, y analizar cómo esa lectura favorece un aprendizaje de las ciencias relevante socialmente.

Esta actividad, que forma parte de una investigación para analizar el desarrollo de competencias básicas a través de textos de diferentes fuentes, muestra cómo a partir de la lectura crítica de un artículo de prensa se pueden trabajar muchas de las competencias básicas del currículo de la LOE obteniendo resultados satisfactorios.

PALABRAS CLAVE

Competencias básicas, competencia científica, enseñanza ciencias secundaria, lectura crítica de textos.

ABSTRACT

The activity shown in this communication has been developed in the UAB LIEC (Lengua i Ensenyament de les Ciències) investigation group formed by high school and university teachers. At this moment, this group is working in how to instigate the scientific text‘s critical reading and how to analyze their impact over science learning.

This activity is part of an investigation oriented to analyze the basic abilities developed due to text’s critical reading from different sources. A press article was used to work in many different basic abilities like LOE curriculum. Satisfactory results were obtained.

KEY WORDS

Basic abilities, scientific ability, high school teaching science, critical reading.

JUSTIFICACIÓN

En estos últimos años se ha iniciado una reflexión en profundidad en el marco de la UE sobre los saberes que se han de promover desde la escuela, ya que los objetivos del aprendizaje han de ser diferentes en función de los cambios sociales. Si queremos ciudadanos preparados para actuar responsablemente en el mundo contemporáneo, necesitamos formar personas con capacidad para participar en las decisiones que se toman colectivamente. Es decir, ciudadanos que sepan argumentar sus opiniones de manera fundamentada y que las expresen de manera que los demás las entiendan y que escuchen y sean capaces de negociar puntos de vista. Los cambios tecnológicos no nos permiten pensar en una profesión u oficio para toda la vida, ni en una manera de actuar siempre igual. Por tanto, habrán de ser capaces de aprender constantemente para poder "cambiar de trabajo" si las circunstancias lo exigen, de trabajar en equipo, de resolver problemas complejos e imprevisibles y, en general, tener iniciativa.

Paralelamente, el desarrollo de Internet conlleva que la información esté al alcance de todo el mundo y que la función de la escuela no sea tanto transmitirla, como de comprenderla y utilizarla con inteligencia.

Los cambios que requiere el mundo contemporáneo donde nuestros alumnos tendrán que desenvolverse no se refieren solamente a nuevos instrumentos tecnológicos, sino que implican necesariamente cambios en los contenidos a enseñar y en cómo los aprenden.

LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

La competencia científica se define como "la capacidad para utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de evidencias, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce" (OCDE, 2000). Por tanto, implica disponer de conocimientos, pero no tanto como finalidad de repetirlos como de saberlos utilizar para actuar.

El análisis de las preguntas de evaluación planteadas en el marco del proyecto PISA (OCDE, 2000, 2003 y 2006) muestra que la adquisición de la competencia científica requiere un trabajo fuertemente interrelacionado con el desarrollo de otras competencias: la comunicativa (en la utilización de todo tipo de lenguajes), la digital, la matemática, la de aprender a aprender, la de autonomía e iniciativa, y la social y ciudadana. Si nuestros alumnos continúan pensando que en clase de química no es importante

cómo escriben o reflexionan sobre valores asociados a una determinada actuación, querrá decir que la visión de aprender está muy lejos de lo que hoy en día necesitan para vivir en el mundo contemporáneo (Oliveras y Sanmartí, 2008).

LECTURA CRÍTICA

Si una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias hoy es desarrollar competencias que permitan a nuestro alumnado seguir modificando y adquiriendo nuevos conocimientos a través de su vida, la lectura es una de las capacidades importantes a desarrollar. Los chicos y chicas deberán profundizar en la lectura autónoma y significativa de textos de diversas fuentes no estrictamente escolares, ya que son los que circulan fuera de la escuela (Da Silva y Almeida, 1998), textos que les permitirán establecer relaciones entre lo que se habla dentro y fuera de ella, y además, continuar aprendiendo al finalizar los estudios obligatorios. Los textos científicos, aparte de la dificultad propia de la lectura en sí, tienen un modelo de ciencia implícito que dificulta aun más su comprensión. Debido a esto es importante trabajar la lectura y comprensión de textos científicos desde la misma clase de ciencias, para que el alumnado extraiga el modelo implícito de ciencia que ha de posibilitar su comprensión y pueda hacer su interpretación. Pero no es suficiente leer y comprender un texto, es igualmente importante que el alumnado sea capaz de hacer una lectura crítica e inferir, por ejemplo, la credibilidad de los datos y argumentos que aporta (Cassany, 2006). En esta línea de trabajo se encuentra el grupo LIEC de la UAB.

La necesidad de potenciar la lectura y comprensión de textos escritos se manifiesta desde todos los campos y desde hace muchos años. En el marco educativo europeo se plantea la lectura como “comprensión, utilización y reflexión sobre textos para llegar a metas propias, desarrollando conocimientos y el potencial propios y para participar en la sociedad” (OCDE, 2000). Esta meta es ambiciosa y pensamos que para conseguirla es necesaria trabajar conjuntamente desde diferentes materias.

Entendemos que este aprendizaje es el resultado de una actividad social compartida. Varios autores han establecido que los alumnos entienden mejor un texto y retienen mejor la información cuando ha estado analizado en un grupo que cuando únicamente ha estado trabajado individualmente (Dansereau, 1987; Colomer, 2002). En este sentido, se ha intentado promover estrategias de lectura cooperativa en este trabajo (Márquez y Prat, 2005), así como orientadas a la reflexión metacognitiva sobre cómo leemos (Sardá et al, 2006) y a la autorregulación.

La lectura autónoma y significativa de todo tipo de textos de divulgación científica se tiene que aprender en las clases de ciencias para permitir al alumnado modificar y adquirir conocimientos a través de la vida, es decir, desarrollar lo que entendemos como competencias básicas (Sanmartí, 2003). Cada vez hay más trabajos que inciden en la necesidad de profundizar en las formas de comunicación en las clases de ciencias y, en concreto, en la lectura. Destacamos entre otros los de Welligton y Osborne, (2001); Sardà et al. (2006); Márquez et al. (2007); Marbà et al. (2008).

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN Y MUESTRA

El objetivo de la investigación se concretó en analizar qué sucede cuando se aplica una actividad fundamentada en la lectura crítica y comprender las razones de las dificultades que surgen y de los aprendizajes competeciales del alumnado.

La innovación se aplicó a una clase de 16 alumnos/as de 4º ESO del IES Doctor Puigvert, Barcelona (St. Andreu). La actividad duró en total 4 horas.

CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD DISEÑADA

La actividad se planteó como una aplicación de los contenidos trabajados hasta ese momento alrededor del concepto de enlace químico y la relación entre las propiedades de los materiales y los distintos tipos de enlaces. Se centró en el análisis de un artículo periodístico titulado “Grafitis a prueba de bomba” (La Vanguardia 10/09/07), que planteaba el problema de eliminar los grafitis dibujados sobre el vidrio. Según el autor del artículo el problema era debido a los ácidos que mezclaban los grafiteros con las tintas.

Los objetivos propuestos fueron desarrollar la capacidad del alumnado en relación a:

1. Aplicar el conocimiento que había empezado a construir sobre las propiedades de los materiales y el enlace químico al análisis de un hecho y a la búsqueda de soluciones a un problema.
2. Leer críticamente un artículo de prensa e interesarse por su lectura.
3. Encontrar información en Internet para resolver un problema reconociendo el conocimiento teórico que guía la búsqueda.
4. Escribir un texto argumentado las opiniones de forma fundamentada.
5. Trabajar en grupo, cooperativamente.

La actividad se realizó en grupos de 4, de manera que siempre se proponía una primera reflexión individual, para posteriormente discutirla en grupo.

a) Punto de partida

Para iniciar la actividad se les pidió que leyeran el título de la noticia y el texto al pie de la fotografía. Cada alumno, individualmente, pensó la respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿En qué periódico se ha publicado el artículo? ¿Quién es su autor?

2. Fijaos en el título y en las imágenes e intentad imaginar de qué trata la noticia.

3. ¿A quiénes creéis que va dirigida?

4. ¿Por qué creéis que os propongo leer y discutir el contenido de este artículo en la clase de Química?

Después se inició una conversación para intercambiar puntos de vista.

b) Lectura del artículo

La lectura se dividió en 7 partes. Cada alumno leía una y, en grupo, se consensuaba el contenido principal de la misma (el problema, dificultades para la limpieza, soluciones, sanciones a los grafiteros...).

Posteriormente respondieron individualmente al siguiente cuestionario:

1. ¿Cuál es el problema que plantea el autor en este artículo?

2. ¿Con qué finalidad crees que lo escribió?

3. ¿Te parece bien que haya *grafiteros*? ¿Por qué?

4. ¿El autor piensa que hay solución al problema? ¿Tú qué piensas? Justifica la respuesta.

5. El autor del artículo es probablemente un periodista. ¿Tú crees que también es científico? ¿Está interesado en la ciencia? Razona tu respuesta.

6. ¿Cómo crees que se podrían borrar las pintadas de los cristales?

c) Planteamiento y resolución del problema de la limpieza de los grafitis

Después del trabajo individual los alumnos se volvieron a agrupar y se les pidió que razonaran como científicos y definieran qué problema se plantearían. El cuestionario fue:

1. Imaginaos que sois científicos y os piden que leáis este artículo. ¿Cuál será el problema que buscaríais resolver?

2. El autor dice que la causa de la dificultad de borrar los *grafitis* son los ácidos mezclados con tintas o el alquitrán. ¿Creéis que es simplemente una hipótesis o que es un hecho con base científica?

3. Para resolver el problema ¿qué conocimientos os harían falta?

4. ¿Qué pasos seguiríais para resolver el problema? ¿Qué información buscaríais y dónde?

Si no sabían cómo plantearse o resolver el problema, se ayudó a los grupos con la siguiente pauta de trabajo:

Para solucionar el problema...

Podéis seguir los pasos siguientes:

a) Escribir todas las aplicaciones que conozcáis del vidrio.

b) Deducir las principales propiedades del vidrio.

c) A partir de vuestros conocimientos de química, justificar por qué creéis que el vidrio tiene estas propiedades.

d) Una de las propiedades del vidrio es que es inerte químicamente y por eso se utiliza como envase de reactivos químicos como, por ejemplo, ácidos. Si es así, ¿quiere decir que el autor de la noticia se equivoca? Escribir las palabras-clave que creéis que os ayudaran a encontrar en Internet información útil para argumentar vuestra opinión.

f) Finalmente, individualmente, escribir una carta al director de *La Vanguardia* argumentado las razones por las que el autor del artículo debería revisar o no algunas de las afirmaciones incluidas en texto.

d) Comunicación de los resultados

Para finalizar la actividad cada alumno/a escribía un texto dirigido al autor del artículo. Para escribir la argumentación el alumnado disponía de la pauta siguiente:

Pauta para construir una argumentación:

- Mi idea es que. . . . . .
- Mis razones son. . . .
- Argumentos en contra de mi idea pueden ser. . . . . .
- La evidencia que daría para convencer a otros es. . . . . .

Con las informaciones y datos recogidos y tus conocimientos, redacta la carta para defender tu idea.

De esta pauta se pueden deducir criterios para evaluar la calidad del escrito propuesto y mejorarlo a partir de la co-evaluación entre los mismos alumnos:

Redactor/a: .....

Evaluador/a: .....

Criterios de evaluación	**Si**	**R**	**No**	**¿Qué aconsejarías para mejorarlo?**
1. ¿La idea que se defiende es relevante en relación al problema planteado?				
2. ¿Las razones o argumentos tienen base científica?				
3. ¿Tienen en cuenta los puntos de vista contrarios?				
4. ¿Indica evidencias que convencen?				
5. ¿Está escrita de una manera que se entiende?				

PRIMEROS RESULTADOS

Las respuestas a las preguntas iniciales muestran que hay diferentes representaciones sobre el contenido del artículo, desde aquellos que creen que se refiere a las personas que ensucian las paredes o a los compuestos químicos de los *grafitis*, hasta los que relacionan las dificultades de borrarlos. La mayoría de alumnos creen que la noticia va dirigida a los *grafiteros*.

Las respuestas a la segunda parte de la actividad muestran que la mayoría del alumnado identifica el problema que plantea el autor. Haber leído el texto cooperativamente es el factor que más ha influido en su

comprensión. Las opiniones que expresan sobre los *grafitis* muestran que, excepto en un caso, todos piensan que no se tendrían que hacer o sólo en sitios determinados y temáticas concretas de los dibujos. El debate conlleva que los alumnos argumenten sus opiniones y posibles actuaciones, que reflexionen sobre valores y actitudes y que vayan co- y auto-regulando opiniones iniciales más superficiales.

Inicialmente el alumnado piensa en los *grafitis* sobre vidrios como pinturas y, por tanto, el problema creen que se puede resolver encontrando un compuesto que disuelva estas "pintadas". También creen que el autor del artículo tiene un buen conocimiento científico.

Todos coinciden que necesitan buscar más información pero se sitúan más en el rol de alumnos que de científicos. Algunos piensan que necesitan conocer más sobre tipos de vidrios, otros grupos hablan de componentes de las pinturas y de disolventes. En general, el lenguaje que utilizan es poco preciso. Del resultado de este análisis se puede deducir que el alumnado muestra dificultades para identificar los conocimientos que necesita activar para analizar el problema, aunque se hayan impartido recientemente.

Sólo cuando afrontan la resolución del problema se produce el cambio. Fue clave animarlos a que pensaran en las aplicaciones de los vidrios, ya que empezaron a relacionarlas con sus propiedades. Un grupo incluso apreció que en el laboratorio utilizaban botellas de vidrio para guardar los ácidos y esto les permitió deducir que los ácidos no atacaban a los vidrios.

El resto de grupos entraron en conflicto cuando supieron que el vidrio era un material inerte y que esta propiedad tenía que ver con su estructura y el enlace entre partículas. Cada grupo y, de hecho, cada alumno/a siguió su propio proceso, pero todos acabaron cuestionándose la validez de algunas afirmaciones incluidas en el artículo. Dudaban si el problema se debía al hecho de que hay vidrios con propiedades distintas o que hay ácidos que sí atacan al vidrio.

Para resolver la duda los alumnos se plantearon buscar información en Internet para evaluar si el problema se debía a los "ácidos mezclados con las tintas" tal como dice el artículo. Después de pensar en palabras para realizar la búsqueda en Internet, y de encontrar distintos artículos, todos llegaron a la conclusión que el único ácido que ataca el vidrio es el ácido fluorhídrico y que, por tanto, el autor no tendría por qué decir que todos los ácidos atacan a los vidrios, ya que no es una información del todo correcta. Los alumnos también creen que de la información que se da en el artículo se podría deducir que los ácidos utilizados "pintan" el vidrio, cuando, de hecho, reaccionan con él y, debido a ello, es imposible borrarlos utilizando disolventes.

Finalmente, el texto argumentativo redactado para convencer al autor del artículo de los aspectos que tendría que mejorar permite comprobar que, en general, tienden a argumentar sobre alguna de las variables posibles, pero no en relación a todas. Sin duda, el aprendizaje de la argumentación desde la complejidad requiere la realización de muchas más actividades similares.

CONCLUSIONES

La actividad ha cumplido con los objetivos que nos habíamos planteado, permitiendo trabajar distintas competencias: científica comunicativa, autonomía personal, aprender a aprender el tratamiento de la información e información digital. El planteamiento de la actividad ha posibilitado que los propios alumnos fueran autorregulando sus dificultades. Sorprende las dificultades iniciales para conectar sus conocimientos científicos con el contenido del artículo. No obstante, en el momento que reconocen que sus conocimientos les permiten encontrar información útil y fundamentar su opinión, se sienten muy motivados. Los alumnos pidieron realizar más actividades de este tipo.

La lectura de este artículo ha ayudado al alumnado a comprender la relación entre las propiedades de los materiales y el enlace químico a la vez que trabajar una serie de competencias básicas del currículum. Pensamos que la lectura de textos con contenido científico de diferentes fuentes tiene un papel fundamental en la asignatura de ciencias, no solo para mejorar la comprensión de fenómenos científicos sino a la vez ayudar al alumnado a desarrollar una serie de competencias básicas para desenvolverse en un mundo contemporáneo.

En estudios posteriores sería conveniente analizar el contenido de textos científicos utilizados para favorecer el conocimiento científico y la relación del contenido y la comprensión. Además sería conveniente analizar cómo la lectura crítica de textos de contenido científico de diferentes fuentes favorece un aprendizaje de las ciencias relevante socialmente. En esta misma línea continuará investigando el grupo LIEC.

La investigación presentada está financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto Número SEJE 006-15589C02-02) y por la Generalitat de Catalunya (Proyecto Número 2006 – ARIE-1004).

BIBLIOGRAFIA

CASSANY, D. (2006). *Detrás de las líneas: sobre la lectura contemporanea.* Barcelona: Empúries.

COLOMER, T. (2002). La enseñanza y el aprendizaje de la comprensión lectora. En: Lomas,C.(comp.)*El aprendizaje de la comunicación en las aulas*. Barcelona: Ed.Paidós.

DA SILVA, C.; ALMEIDA, M.J. (1998). Condicoes de produçao da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. En: Almeida, M.J. y Da Silva, C. (edres.) *Linguagens, leituras e ensino da ciencias.* Campinas: Associaçao de Leitura do Brasil.

DANSEREAU, D. (1987). Transfer from cooperative to individual studing. *Journal of Reading,* 30, 7, 614-619.

MARBÀ, A.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. (2008). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? Reflexiones y propuestas. *Alambique,* en prensa.

MÁRQUEZ,C.; PRAT, A.; MARBÀ, A. (2007). A critical reading of press advertisement in the science class. *Actes Congrés ESERA 2007*. Malmö University.

MÁRQUEZ, C.; PRAT, A. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), 431-440.

OECD (2000). Mesuring student knowledge and skills. The PISA 2000. Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Inquiry. Paris: OECD Pub. Service.

OECD (2003). *Marc conceptual per a l'avaluació PISA 2003*. Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya.

OECD (2006). *Marc conceptual per a l'avaluació PISA 2006*. Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya.

OLIVERAS, B.; SANMARTÍ, N. (2008). Treballant les competències en la classe de Química. *Educació Química n.1*. En prensa

SANMARTÍ, N. (2003). Ensenyar ciències a partir d'un currículum fonamentat en el desenvolupament de competències bàsiques. *Actes Congrés de competències bàsiques.* Barcelona: Departament d'Ensenyament.

SARDÀ, A., MÁRQUEZ, C., SANMARTÍ, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2).

WELLINGTON, J.; OSBORNE, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

ENTREVISTAS A PROFESIONALES DE LIMPIEZA, COCINA Y PELUQUERÍA: UN RECURSO PARA LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Mª Ángeles Sánchez Guadix *

Mª Ruth Jiménez Liso**

Esteban de Manuel Torres***

***IES Isabel la Católica Guadahortuna Granada**

****Universidad de Almería**

*****Universidad de Granada**

RESUMEN: Las entrevistas personales a profesionales relacionados con el mundo de la Química contribuyen al desarrollo de competencias científicas, así como a la conexión afectiva entre el conocimiento cotidiano y el académico.

ABSTRACT: Let me say that all the personal interviews done to professional people connected with the world of Chemistry, contribute to the development of the technology competences, as well as to the evaluation of knowledges which, at first sight, could be regarded out or too far from the Academic context.

PALABRAS CLAVE: competencias científicas, conocimiento profesional, química

KEY WORDS: technology competences, professional knowledge, chemistry.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN: UNA COMPETENCIA CIENTÍFICA

Competencia apela a saber, a saber hacer, a ser, a vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar (Chamizo e Izquierdo 2007). Si se trata de competencia científica estará relacionada con las actividades científicas y también con las cotidianas que requieran aplicar conocimientos relativos a la ciencia. Por otra parte, dentro de este saber hacer se debe buscar, comprender y seleccionar información científica de diferentes fuentes.

Suele ser frecuente usar, como fuentes, artículos de periódicos o de Internet, con el objetivo, en algunos casos, de pedirle al alumnado que resuma con sus propias palabras las explicaciones científicas para una

audiencia lega que demuestre manejarse en las más importantes cuestiones relacionadas con la ciencia y que presente y analice argumentaciones sobre las aplicaciones de la ciencia y la tecnología (Millar y Hunt, 2006).

Ahora bien, resulta más extraño llevar los saberes populares al aula, para, en palabras de Chassot (2007), iluminarlos con saberes académicos y convertirlos en saberes escolares. Esta viene siendo nuestra línea de trabajo desde hace tiempo (Sánchez, Jiménez y de Manuel, 2002, Sánchez Guadix, 2007): los objetivos de nuestros trabajos han sido buscar en revistas de sociedad el saber químico popular reflejado en trucos de limpieza, cocina y belleza enviado por lectoras (conocimiento cotidiano), buscar la explicación (conocimiento científico) y establecer las posibles aplicaciones didácticas de los dos (conocimiento escolar).

En la presente comunicación damos un paso más: proponer el uso de entrevistas personales a profesionales que usan, o pueden usar, estos trucos, para que el alumnado valore cómo se pueden conectar estos conocimientos con el profesional y útil.

Entre los contenidos propuestos para la asignatura “ciencias para el mundo contemporáneo” encontramos, precisamente, la búsqueda y selección comprensiva de información de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de las afirmaciones basadas en datos. En cuestiones cotidianas como la limpieza, la cocina o la peluquería se puede reflexionar científicamente para tomar decisiones responsables relativas, por ejemplo, al consumo responsable y ecológico o sobre la publicidad (Campanario, Moya y Otero, 2001) y, sobre todo, valorar el conocimiento científico como útil en actividades cotidianas (Gil-Pérez y Vilches, 2005).

Con respecto al papel del alumnado en esta propuesta, consideramos que lo ideal sería que fuese el que diseñara las entrevistas y las realizara. En cuanto al diseño, hemos de tener en cuenta que los receptores de esta materia ya han cursado la enseñanza obligatoria y, según sus preferencias, la carga lectiva científica habrá sido mayor o menor, pero ¿hemos conseguido que sus conocimientos hayan evolucionado hasta hacerlos rigurosos y, sobre todo, útiles? ¿están, por tanto en condiciones de plantear una entrevista que haga aflorar la utilidad de las explicaciones científicas? Ante estas dudas, y como experiencia piloto, hemos decido ser nosotros quienes diseñaran la entrevista inicial, eso sí dejando claro la posibilidad de flexibilizarla ante el desarrollo de la entrevista.

En cuanto a la posibilidad de entrevistar, no nos cabe ninguna duda: se desenmascaran prejuicios peyorativos hacia quienes no tienen una formación académica y que, por otra parte, manifiestan su satisfacción al

comprobar su valoración para aprender (Chassot, 2007). Por tanto, las entrevistas tienen un valor social muy alto y gratificante que se debe fomentar.

De cualquier forma, una vez realizadas las entrevistas podemos utilizarlas para que sea el alumnado el que destaque las ideas, acertadas o no, más llamativas de las mismas. Sería conveniente que los alumnos intentaran corregir qué es lo que está equivocado o qué falta, que indicaran las explicaciones con las que están de acuerdo y con cuáles no, dieran argumentos cinéticos en sus opiniones y manifestaran sus dudas.

Una vez que se trabaja con situaciones cotidianas será más fácil reconocer la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos en general, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico.

NUESTRA INVESTIGACIÓN

Con la intención de medir cualitativamente la interpretación científica del trabajo realizado, diseñamos unas entrevistas teniendo en cuenta que el número de procesos físicos y químicos que ocurren en una peluquería, en una cocina o en el proceso de limpieza es muy grande. Por esta razón es difícil plantear una entrevista similar a un peluquero, a un cocinero o a un limpiador. De ahí que las entrevistas se hayan centrado en su trabajo concreto, muy diferente según la profesión desarrollada. Ahora bien, en todas hemos procurado seguir una estructura similar: a) Descripción de fenómenos; b) Interpretación de los mismos c) Planteamiento de trucos o indagación de trucos aportados por los entrevistados.

Preguntas iniciales	Objetivos
1. ¿Hay distintos productos de limpieza para cada tipo de superficie? (D) ¿Por qué? (I).	1. Comprobar cómo interpretan la dependencia de la naturaleza de la superficie con el proceso de su limpieza (que no se disuelva y que no reaccione con el agente limpiador). Valorar el uso e interpretación de trucos planteados.
2. Si a pesar de las precauciones, se termina estropeando el suelo, ¿hay forma de recuperarlo? (D) ¿Cómo y por qué? (I).	2.Valorar cómo se utilizan los procesos físicos o químicos fácilmente reversibles
3. ¿Cómo quitar los restos de cal? (D) Plantear el uso de vinagre para este fin y contrastar la opinión de los profesionales de limpieza sobre el uso de productos naturales (I)	3. Valorar los usos e interpretaciones que se hacen sobre las reacciones químicas implicadas en esta eliminación.
4. Si el problema que tenemos es que se ha atrancado el sumidero. ¿Qué podemos hacer?(D) ¿Por qué? (I)	4. Comprobar qué se prefiere: el proceso físico de eliminar los restos de sustancias desmontando el fregadero o arrastrándolas frente al químico que implica utilizar bases o ácidos fuertes y agentes oxidantes y por qué. Confrontar la opinión de nuestros entrevistados frente a distintos trucos.

P5. Comentamos otros trucos de limpieza y buscamos una explicación a los mismos (I).	5. Conocer la opinión de los profesionales de la limpieza sobre distintos procesos caseros y el uso que hacen de ellos. Contrastar si los nuevos trucos planteados son reconocidos por las entrevistadas. Averiguar, como en casos anteriores, si distinguen entre algunos procesos físicos (frotar, arrastre adsorción, etc.) y químicos.

Ejemplo I: Estructura inicial de las entrevistas de limpieza con preguntas descriptivas (D) o interpretativas (I) y concreción de los objetivos generales para las mismas

A todos estos profesionales debemos suponerles un cúmulo de conocimientos físico-químicos, algunos explícitos, pero en su mayoría implícitos. Es nuestra misión sacarlos a flote, sin abrumar al entrevistado con términos científicos y evitando poner en duda su valía profesional, sino proclamándola como idónea para motivar a jóvenes para aprender ciencia. Hemos procurado crear un clima de confianza, curiosidad y naturalidad siguiendo las recomendaciones de Cohen y Marion (1990) para minimizar algunos de los inconvenientes de las entrevistas.

Los diez entrevistados han autorizado su presencia real en esta comunicación por lo que no vamos a camuflar ni sus nombres ni la descripción de sus trabajos. Las entrevistas se realizaron en horas de trabajo, excepto dos; Ángeles y Rocío prefirieron dedicarnos parte de su tiempo libre. De cualquier forma todos los entrevistados pararon su actividad para atendernos; en el caso de los peluqueros nos hicieron un hueco en su agenda y los cocineros aprovecharon el tiempo muerto entre los almuerzos y las cenas. Las limpiadoras eran las que contaban con menos tiempo, siempre inquietas por terminar su faena. El encuentro con los entrevistados lo realizó una sola investigadora provista de una grabadora, que generalmente era un elemento distorsionador al principio, pero que después de unos minutos pasaba totalmente desapercibido.

- Procedimiento de análisis

Los formatos de las preguntas condicionan los modos de respuestas, de tal forma que éstas han sido flexibles pero más difíciles de valorar, por lo que las hemos sometido a un análisis de contenido. En él se realiza inicialmente la lectura de las transcripciones de las entrevistas, discriminando lo que puede ser interpretación de lo que es descriptivo, ya que no siempre a una pregunta descriptiva encontramos una respuesta descriptiva pura y, al contrario, a veces la respuesta a una pregunta de tipo interpretativo vuelve a ser descriptiva. Intentamos cuantificar este hecho contabilizando el número de líneas que ocupa cada una de estas respuestas en la transcripción de la entrevista.

Entrevista	Líneas Totales	L. respuestas	L. interpretación	L. descripción
Raúl	290	192	62 (32,3%)	130 (67,7%)
Rocío	275	187	53 (28,3%)	134 (71,7%)
Pepi	129	78	7 (8,9%)	72 (91,1%)

Ejemplo II: Cuantificación de respuestas en el caso de cocineros

Podemos afirmar que, pese a formular preguntas de tipo interpretativo mayoritariamente, se recurre mucho a la descripción para responderlas. Son los profesionales de la peluquería los que más esfuerzo realizan por buscar una interpretación del proceso seguido en su trabajo, ya que alrededor del 40% de las líneas de estas entrevistas representan una justificación del mismo (también son mayoritarias las preguntas interpretativas).

Una vez realizada esta cuantificación, seleccionamos distintos fragmentos de las entrevistas que denotan interpretaciones, relacionándolos con los objetivos y procedemos a delimitar escalas para dichas interpretaciones. En algunos casos, las respuestas corresponden a niveles muy iniciales de la argumentación científica, pero anotamos que no queremos medir con estas entrevistas el desconocimiento científico de los profesionales sino su grado de acercamiento a la ciencia que, en cierta forma, indica una medida de la alfabetización científica de la muestra seleccionada. Por tanto, el análisis que aquí destacamos pretende indagar en las explicaciones que aportan los profesionales a diferentes fenómenos observables en su tarea laboral (o doméstica) con la idea de que puedan servir para la construcción del conocimiento científico escolar a través del conocimiento científico profesional y cotidiano. Para este análisis confeccionamos, en la mayoría de los casos, tablas en las que aparecen por escalas las respuestas. Dichas escalas pueden abrir caminos a la construcción, por parte del alumnado, de interpretaciones y argumentaciones científicas.

Cambio químico	Manifestación	Prevención: regulación del pH del medio	Raúl	Rocío	Pepa
Destrucción de la clorofila por desplazamiento del ion central de magnesio por iones hidrógeno	Desaparición del color verde brillante de las verduras	Añadir bicarbonato (inconveniente: las verduras se ablandan)	X		
		Utilizar abundante agua para diluir		X	
		Añadir verduras en agua hirviendo poco a poco para no bajar la temperatura y disminuir tiempo de cocción.	X	X	X
		Cocinar con la olla destapada para evitar ácidos volátiles.			

Ejemplo III: Escala de observación para regular el pH en la cocción de verduras

- Algunas conclusiones

Observamos un principio primitivo de interpretación de los fenómenos que ocurren en la limpieza asociando los cambios químicos como “fuertes” o que “comen”. En todos los casos, las limpiadoras saben utilizar el agente limpiador adecuado para la superficie tratada, pero no justifican el porqué; se limitan a reiterar sus observaciones. Además todas muestran cautela a la hora de manejar productos de limpieza. Las experiencias de las limpiadoras con los productos comerciales les hacen prestar especial atención y les inducen a considerarlos como peligrosos y nocivos. Igual consideración les merecen los fenómenos observables de ciertas reacciones (efervescencia, emisión de gases, olores, abrasión, etc.). Esto nos indica que trabajan apoyadas en la costumbre y en su experiencia. Además, cuando son conscientes de que algo pasa (por ejemplo, una reacción química con formación de humos o vapores tóxicos), procuran evitarlo (no mezclan productos de limpieza o recurren a procesos físicos).

Por otra parte, se reconoce la bondad de los remedios caseros por ser más naturales, incluso más inocuos para el medio ambiente. Los “trucos” son asumidos con relativa tranquilidad por considerarlos “menos reactivos”, “menos fuertes” y nada peligrosos o perjudiciales. En algunas ocasiones relativizan la utilidad (o reactividad) de los trucos por no observar los mismos fenómenos (efervescencia, gases, etc.). A pesar de esto, utilizan mayoritariamente productos comerciales formulados para la limpieza de una superficie concreta, lo que indica la preponderancia de la publicidad sobre sus propias creencias.

Estas ideas nos obligan a plantear actividades didácticas, relacionadas con los procesos físicos y químicos que ocurren en la limpieza, como problemas abiertos, basadas en los fenómenos observables que impliquen buscar interpretaciones y argumentaciones científicas (Sánchez, Jiménez y de Manuel, 2006).

A lo largo de las entrevistas hemos podido comprobar que los cocineros conocen y aplican la mayoría de los trucos de cocina que recopilamos de las revistas, aunque desconocen su fundamento. En nuestras conversaciones comprobamos cómo estos profesionales nos describen su trabajo y realizan una interpretación, a veces rudimentaria, de lo que está pasando. Esta es una poderosa razón para introducir en las aulas los cambios físicos y químicos culinarios para así conocer, cuando sea posible también a nivel submicroscópico, qué está pasando en ellos y de esta manera valorar las estrategias más adecuadas para conseguir un determinado fin en la cocina.

Cambios físico-químicos en el huevo					
	Cambios	**Manifestaciones**	**Raúl**	**Rocío**	**Pepa**
Por envejecimiento del huevo	Pérdida progresiva de CO_2, aumento del pH, separación de proteínas.	Aspecto "acuoso"	X	X	
		Giros irregulares	X		
		Cambios de densidad		X	X
	Debilitación de enlaces azufrados, pérdida de H_2S.	Mal olor	X	X	X
Por mala manipulación	Rotura de cáscara	Derrame del huevo en el medio de cocción	X		X
Por la cocción	Expansión del aire interior	Rotura de cáscara		X	
	Desnaturalización de proteínas (acelerada en medio ácido)	Se evita el derrame de la clara en agua acidulada.		X	
	Coagulación clara a 63º C y de la yema a 68º C	Tiempos de cocción	X	X	X
	Formación de sulfuro de hierro sobre la yema por exceso de cocción	Color verdoso			
		Disolución en medio ácido			

Ejemplo IV: Descripciones de los cocineros sobre los cambios físico-químicos que sufre un huevo

Son numerosos los procesos químicos que ocurren en la peluquería, fundamentalmente los relacionados con reacciones de oxidación-reducción y ácido-base. De cualquier forma son procesos complejos, con alto nivel de exigencia cognitiva submicroscópica para llevarlos al aula. Ahora bien, son cambios químicos cotidianos y fáciles de observar como clientes potenciales de peluquerías, por lo que no se debe descartar su estudio a nivel macroscópico, especialmente en lo referido al manejo de productos (provocar cambios químicos o no), tiempos de acción, efectos del calor como acelerador de los cambios y reversibilidad (cambios en la estructura del pelo temporales y permanentes). Aconsejamos que el alumnado se convierta también en entrevistador de profesionales de peluquería y observadores del trabajo realizado para que sean ellos los que saquen conclusiones macroscópicas de las explicaciones obtenidas.

	Productos usados	Composición	Modo de actuar	Ilde	Mª José	Ángeles

Ciencia	Líquido rizador	Hay de dos tipos: los que contienen sales de ácido tioglicólico (como el tioglicolato de amonio al 15%-15% que le confiere gran alcalinidad), y las que utilizan sulfitos de amonio o sodio que contienen ligeras cantidades de álcalis (pH entre 7 y 8.5).	La función del amoniaco, o de cualquier alcalino que lo sustituya, es la de servir de vehículo al ácido tioglicólico, abrirle las escamas del cabello para que pueda llegar al cortéx el ácido tioglicólico SH-CH_2-COOH. Cada dos moléculas de ácido tioglicólico, liberan dos hidrógenos que son los que se interponen entre los dos azufres de la cadena de disulfuro y hacen que se separen.			
Grado de aproximación		Tioglicoles y ácidos.	Rompe la estructura del pelo disolviendo los puentes disulfuro.	X		
		Amoniaco y ácido “tioglicólico”	Se mete en la cutícula y cambia la estructura del pelo.		X	
		No sabe	Rompe la estructura del pelo			X
Ciencia	Neutralizador	Disolución de peróxido de hidrógeno o de bromuro sódico en suaves disoluciones ácidas (como ácido acético, ácido cítrico o ácido tartárico).	El ácido neutraliza el líquido rizador y el oxidante genera los puentes disulfuro (un átomo de oxígeno se une con los hidrógenos que había interfiriendo entre los dos azufres, se forma una molécula de agua y se reconstruyen los puentes).			
Grado de aproximación		No contesta	El agua caliente elimina los ácidos y el fijador recupera la estructura del pelo, sin neutralizar porque si se mezclan salen humos.	X		
		Péroxido de hidrógeno, pero bajo, porque lleva agua, proteínas...	No puede ir el agua oxigenada fuerte porque sólo fija, es neutralizante.		X	
		No sabe	Se lava muy caliente y pones dos veces neutralizante que fija el rizo			X

Ejemplo V: Grado de aproximación a la ciencia de los peluqueros sobre el proceso de moldeado del pelo

- Propuestas futuras de investigación

Nuestros trabajos futuros pasarán por la utilización de estas entrevistas en el aula como recurso didáctico, en términos similares a los expuestos en esta comunicación, y por el planteamiento de cuestionarios para valorar logros y proponer mejoras. De la misma forma, planteamos otras investigaciones sobre la utilización de conocimientos químicos en trabajos reales relacionados con esta disciplina, por ejemplo, mantenimiento de piscinas, jardinería y agricultura, restauración, etc, diseños de nuevas entrevistas y análisis de las mismas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPANARIO, J.M.; MOYA, A. Y OTERO, J. (2001). *"Invocaciones y usos inadecuados de la ciencia en la publicidad".* Enseñanza de las Ciencias, 19 (1), pp. 45-56.

CHAMIZO, J.A. E IZQUIERDO, M. (2007) *"Evaluación de las competencias de pensamiento científico".* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales 51, pp 9-19.

CHASSOT, A. I. (2007). "*Haciendo educación en ciencias en los estudios de Pedagogía con la inclusión de saberes populares en el currículum".* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales 51, pp 20-27.

COHEN, L y MANION, L. (1990). *Métodos de investigación educativa.* Editorial La Muralla, S.A. Madrid.

GIL-PÉREZ, D. Y VILCHES. A. (2005) *Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones ¿necesidad o mito?. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias Vol 2,nº 3, pp. 302-329.* Disponible en http://www.apac-eureka.org

MILLAR, R. Y HUNT, A. (2006) "*La ciencia divulgativa: una forma diferente de enseñar y aprender ciencia".* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales 49, pp 20-29.

SÁNCHEZ GUADIX, M.A, JIMÉNEZ LISO, M.R. Y DE MANUEL TORRES, E. (2002). *"Condiciones de uso de la química cotidiana".* Libro de actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La Laguna. Pp 583-590.

SÁNCHEZ, M.A.; DE MANUEL, E. Y JIMÉNEZ, M.R. (2006). La ciencia en los trucos caseros de limpieza: ¿para qué y cómo llevarla al aula? Comunicación presentada a los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Zaragoza.

SÁNCHEZ GUADIX, M.A. (2007). "*Aprendiendo química con el tratamiento culinario de frutas, hortalizas y verduras"*. Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia. Vol 4, nº3 pp 489-505. Disponible en http://www.apac-eureka.org

¿QUÉ DESTREZAS RELACIONADAS CON LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS UTILIZAN LOS ALUMNOS DE BACHILLERATO AL ESTUDIAR EL TERREMOTO DE PISCO (PERÚ)?

Martín Ibáñez, Mª Belén. I.E.S. Elcano. Cartagena (Murcia)
Jaén García, Mercedes. Universidad de Murcia

RESUMEN

En este trabajo se analizan algunas de las destrezas relacionadas con la resolución de problemas que se utilizan frente a una situación problemática real. El problema está basado en el terremoto ocurrido en Pisco (Perú) en el año 2007. Se utilizan distintos instrumentos para identificar las habilidades y destrezas que pueden desarrollar los estudiantes durante las distintas etapas de resolución del problema.

PALABRAS CLAVE: resolución de problemas, destrezas, aprendizaje, riesgos sísmicos

ABSTRACT

In this work some skills related to the problems resolution in a problematic real situation are analyzed. The problem is based on the earthquake happened in Pisco (Peru) in 2007. Different instruments are used to identify the abilities and skills that can develop the students during the different stages from resolution of the problem.

KEY WORDS: problems solving, skills, learning, seismic risks

1. INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas basados en situaciones reales, puede ser un recurso de gran utilidad para la nueva asignatura: *Ciencias para el mundo contemporáneo*. En la descripción de esta asignatura se alude directamente a la necesaria formación ciudadana en temas científicos básicos, parece ineludible poner al alcance de todos los ciudadanos una cultura científica básica que les permita conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre estos temas, sobre todo en los que son objeto de polémica y debate social.

Tradicionalmente, en la enseñanza de las ciencias, ha sido habitual la tendencia a suministrar respuestas, en vez enseñar a buscarlas y esto ha

alejado al ciudadano cada vez más de la ciencia porque, si bien la utiliza, no se siente capacitado para cuestionarla, ni siquiera para emitir una opinión. Con esta asignatura se quiere ofrecer a los estudiantes la posibilidad de aprender lo que les será de gran utilidad para su futuro, en una sociedad sometida a grandes cambios, fruto de las revoluciones científico-tecnológicas y de la transformación de los modos de vida, marcada por intereses y valores particulares a corto plazo, que están provocando graves problemas ambientales, en cuyo tratamiento y resolución pueden contribuir la ciencia y la tecnología.

Si se plantea al estudiante un problema actual relacionado con su vida cotidiana, se verá forzado a realizar conjeturas, a construir nuevas ideas en busca de la solución, a poner en funcionamiento sus ideas sobre el tema, a indagar sobre las consecuencias de los hechos, a establecer relaciones, etc. en definitiva, a desarrollar una serie de destrezas y habilidades ligadas a la resolución de problemas que no sólo serán importantes en el ámbito de la construcción del conocimiento científico, sino que su desarrollo podrá ser muy útil en situaciones cotidianas relacionadas con la ciencia. (Watts, 1991).

Este tipo de estrategias puede ayudarles a construir sus conocimientos en contextos reales al mismo tiempo que podrán considerar la ciencia más útil, cercana e incluso decisiva, tal como se propone en las *"Ciencias para el mundo contemporáneo"*. También presenta otras ventajas como el incremento del interés y confianza en sus propias ideas. Por otra parte, la utilización de una situación conflictiva real puede acercar a los estudiantes al conjunto de factores sociales, políticos y económicos que influyen en la realidad y que se obvian en las actividades habituales, esto podrá incrementar la transferencia de los conocimientos científicos a sus experiencias cotidianas.

Cuando los estudiantes intentan aplicar sus conocimientos y destrezas, adquiridos de forma tradicional, a la resolución de problemas reales, sus resultados son bastante mejorables (Fortus et al, 2005). Esto significa que es difícil desarrollar en los estudiantes las capacidades necesarias para su formación ciudadana, aunque dispongan de conocimientos adecuados, muestran bastante inseguridad al transferir sus conocimientos a una situación real (Jaén y Martínez, 2006).

Al enfrentarse a los nuevos conocimientos hay una fuerte resistencia a enlazar estos contenidos con otros anteriores que resultan básicos para lograr la solución del problema. El conocimiento de los alumnos funciona como "islas" difíciles de articular. Estas conexiones de la memoria a largo plazo, resultan indispensables para que los aprendizajes sean efectivos, pues direcciones inapropiadas podrían llevar a los estudiantes hacia ideas incorrectas. El planteamiento de problemas abiertos puede ayudar a los

estudiantes a visualizar los pasos lógicos que le llevarán a la solución y les proporcionará recursos para establecer conexiones clave entre sus islas de conocimiento (Reid y Yang, 2002).

Estas situaciones nos proporcionan un contexto de aprendizaje por indagación en el que se podrán desarrollar habilidades ligadas a la resolución de problemas, esenciales en el aprendizaje de las ciencias. Estas destrezas básicas se asocian fundamentalmente a la capacidad de pensamiento crítico, al razonamiento analítico, la creación productiva, la comunicación, la argumentación, etc. (Chang y Weng, 2002).

Algunas destrezas relacionadas con la indagación se pueden desarrollar al construir explicaciones ante un problema. Hsin-Kai y Chou-En (2006) obtienen progresos significativos en la identificación de relaciones causales, el proceso de razonamiento, la evaluación de explicaciones y la identificación de evidencias, al plantear a sus alumnos diferentes situaciones problemáticas. Su análisis también sugiere que las fases de una actividad problemática proporcionan diferentes oportunidades para desarrollar unas destrezas frente a otras.

Aunque mediante esta actividad se consiguen también otro tipo de aprendizajes como la comprensión de conceptos y teorías, el desarrollo de habilidades intelectuales propias de la metodología científica, actitudes, etc. en este trabajo nos centraremos exclusivamente en la adquisición de destrezas.

En este sentido, trataremos de identificar una serie de habilidades básicas en la resolución de problemas que se ponen de manifiesto al plantear un problema en el aula, para ello hemos seleccionado algunas de las propuestas por diversos autores (Chang y Weng, 2002); (Hsin-Kai y Chou-En 2006); (Reid y Yang, 2002) y (Taconis et al, 2001). Nos centraremos en la identificación ya que la valoración del nivel de competencia alcanzado en cada una de las destrezas es una tarea que presenta diferentes niveles de dificultad y complejidad, que necesitaría establecer una serie de criterios que plantearemos en estudios posteriores.

En relación con lo anterior, hemos diseñado un problema centrado en el riesgo sísmico. En concreto se ha escogido una situación real, la del terremoto de Pisco (Perú) en Agosto de 2007. Al plantear la situación problemática se han tenido en cuenta las ideas, destrezas y actitudes de los alumnos y se ha intentado que las tareas no estén alejadas de sus capacidades e intereses y el alumno se sienta protagonista de sus propios aprendizajes.

Los contenidos que se trabajan en esta actividad son aptos para ser incluidos en la unidad **4. Hacia una gestión sostenible del planeta**

(Los riesgos naturales. Las catástrofes más frecuentes. Factores que incrementan los riesgos), de la asignatura de Ciencias para el mundo contemporáneo.

2. METODOLOGÍA

La actividad se ha realizado con un grupo de alumnos de la asignatura de Ciencias de la Tierra y el Medioambiente de 2º de bachillerato. El grupo estaba compuesto por 11 alumnos que trabajaron de forma cooperativa, formando grupos. Las sesiones de trabajo fueron 3, de 55 minutos cada una. Todas las sesiones fueron registradas en grabadoras de sonido.

El problema estaba relacionado con el terremoto que se produzco en Pisco (Perú) en Agosto pasado, que fue portada de periódicos e informativos de televisión debido al gran número de victimas que ocasionó. El enunciado se plantea a partir de una noticia de prensa y se demanda al estudiante que indague sobre las diferencias de este terremoto con otros ocurridos en zonas como Japón. El desarrollo del problema se realizó en varias fases adaptadas del modelo propuesto por Jaén (2000):

- Identificación del problema
- Búsqueda de hechos y datos
- Generación de ideas
- Búsqueda de soluciones

Para la recogida de datos hemos utilizado estos tres instrumentos:

- Grabaciones de sonido de los alumnos mientras realizaban las tareas
- Un protocolo de observación usado durante las sesiones.
- Elaboración de informes (Inicial y Final)

La información recopilada mediante estos instrumentos, se ha analizado de forma complementaria con el fin de describir los resultados de forma global. Esto quiere decir que no en todos los elementos de análisis se ponen de manifiesto todas las destrezas, algunas solo se observan utilizando uno de ellos. Las hojas de informe nos proporcionan datos sobre la identificación del problema, utilización de la información que tienen en la memoria, la identificación de las relaciones causa-efecto y si se emprenden las tareas de forma sistemática. Los protocolos de observación recogen información sobre la dinámica de trabajo, la capacidad de argumentación y discusión de los miembros del grupo y su grado de implicación. Pero en los tres últimos aspectos han sido fundamentales las grabaciones de los alumnos en las que se puede apreciar claramente las discusiones, argumentaciones, la implicación de cada miembro del grupo, distribución y organización de las tareas, etc.

Señalar también la importancia de las grabaciones para analizar lo que sucede en el grupo durante la resolución de las tareas. En ellas se pone de manifiesto lo que los alumnos discuten, argumentan, sus exposiciones, comentarios, etc. de forma más clara que lo que reflejan en los informes.

Las habilidades relacionadas con la resolución de problemas que hemos seleccionado son las siguientes:

- Identificar la información en el problema
- Aplicar argumentaciones o razonamientos
- Utilizar información que tiene en la memoria
- Emprender la tarea de resolución de problemas de forma sistemática
- Evaluar soluciones alternativas
- Identificar inconsistencias lógicas
- Identificar las relaciones causa-efecto

3. RESULTADOS. ANÁLISIS DE LAS DESTREZAS DESARROLLADAS

Para indagar sobre las destrezas hemos establecido una serie de cuestiones o interrogantes que hemos utilizado como referencia al analizar los informes, grabaciones y los protocolos de observación.

En la siguiente tabla se indican las cuestiones mediante las cuales hemos identificado las distintas destrezas. Las cuestiones planteadas nos han servido para establecer de forma sencilla distintos niveles de adquisición y utilización de estas habilidades de tipo cognitivo.

CUESTIONES INDAGADAS	DESTREZAS
¿Reconocen el problema con precisión? -De modo muy concreto -De modo mas global -Señalan causas y efectos al identificarlo ¿Identifican en el problema toda la información que se les da?	Identificar la información en el problema
¿Utilizan sus conocimientos anteriores? ¿Utilizan información que tienen en la memoria pero dudan y piden reafirmación? ¿Relacionan la información obtenida con los conocimientos que ellos ya poseían? ¿Utilizan en sus argumentos sus conocimientos anteriores?	Utilizar información que tiene en la memoria
¿Discuten y argumentan entre ellos? ¿Se muestran pasivos esperando las propuestas de los compañeros?	Aplicar argumentaciones o razonamientos

¿Se centran en las cuestiones importantes del problema?	
¿Argumentan sus ideas con precisión y claridad?	
¿Proponen soluciones inviables o ilógicas mientras trabajan pero después las descartan? ¿Cuáles?	
¿Utilizan información irrelevante para llegar a sus conclusiones?	
¿Se implican en la argumentación, razonamiento y discusión de los distintos aspectos que surgen en el desarrollo del problema?	
¿Estructuran adecuadamente la nueva información obtenida?	Emprender las tareas de resolución de forma sistemática
¿Se fijan en aspectos no relevantes?	
¿Discuten y argumentan entre ellos?	
¿Todos los componentes del grupo se implican en la tarea?	
¿Se distribuyen el trabajo?	
¿Leen la información y toman nota de los datos necesarios?	
¿Leen la información y no tienen claro que hacer?	
¿Leen la información y no toman notas?	
¿Extraen de la información que se les presenta los datos importantes?	
¿Estudian adecuadamente la información, la comentan?	
¿Discuten sobre la información necesaria? ¿Cuál?	
¿Terminan en el tiempo previsto?	
¿Piden aclaraciones a las cuestiones del informe?	
¿Enfocan toda la actividad hacia la solución?	
¿Se interesan en reflejar los resultados en el informe?	
¿Se fijan en aspectos triviales? ¿Cuáles?	
¿Discuten sobre cuestiones relevantes del problema? ¿Cuáles?	
¿Son realistas y prácticos a la hora de dar soluciones?	
¿Eligen una solución viable?	
¿La exponen con claridad?	
¿Emprenden las tareas de resolución de un modo ordenado o trabajan sin criterio?	
¿Discuten sobre los pasos a seguir?	
¿Saben lo que tienen que hacer desde el principio o piden ayuda?	
¿A medida que van trabajando en la resolución del problema se olvidan del problema en sí y divagan sobre aspectos relacionados? ¿Cuáles?	
¿El informe recoge todo lo que han trabajado?	
¿Llegan a conclusiones válidas?	

¿Explican por qué no han elegido otras soluciones? ¿Proponen soluciones alternativas?	Evaluar soluciones alternativas
¿Identifican relaciones causa-efecto en la generación de ideas? ¿Analizan las relaciones causa-efecto de las soluciones propuestas?	Identificar las relaciones causa-efecto
¿Las soluciones que proponen son inviables o ilógicas? ¿Hacen propuestas incoherentes desde el punto de vista científico?	Identificar inconsistencias lógicas

Tabla 1. Relación entre las destrezas y los interrogantes planteados

Los resultados indican que todos los grupos identifican de forma clara el núcleo del problema, aunque la mayoría se centran exclusivamente en la existencia de un terremoto y no establecen relaciones más globales. Un grupo alude a las victimas como parte del problema y, en general, no le dan excesiva importancia al origen del sismo.

Se detecta claramente las dificultades que tienen para relacionar sus conocimientos anteriores con el problema, aunque al final lo consiguen, manifiestan muchas dudas que tratan de solucionar con la profesora. Estas relaciones se centran, fundamentalmente, en los procesos que se dan en los límites de placas.

La aplicación de argumentaciones y razonamientos en todos los grupos, durante el desarrollo de la actividad es evidente, aunque bastante superficial. El interés por defender sus posturas no se traslada al gran grupo cuando en la última etapa del problema han de poner en común sus propuestas. Parecen más preocupados por sus propias conclusiones que por las del resto, incluso aunque estas sean diferentes. Tampoco consideran muy relevantes sus razonamientos ya que no los reflejan en los informes, en estos tienden a escribir sólo los acuerdos que toman después de su discusión.

En un aspecto en el que si se han detectado diferencias notables entre los distintos grupos es en el modo de resolver las tareas. Excepto uno de los grupos, el resto no trabajan de forma sistemática, no toman nota de la información conforme la van estudiando, no se organizan al examinar los documentos, ni al comentar los datos y les resulta difícil reflejar sus argumentaciones en los informes. En líneas generales, realizan un mayor esfuerzo que el que se refleja en la puesta en común y en los informes.

La identificación de las relaciones causa-efecto, se trabaja en todos los grupos, en mayor o menor medida. Mientras un grupo realiza planteamientos que abarcan desde los procesos geológicos que originan el terremoto, el PIB del país, etc. hasta sus repercusiones en el ámbito

social, otro obvia todos los aspectos sociales incluidos en la situación problemática.

Los estudiantes no plantean de forma clara soluciones alternativas ni detectan inconsistencias lógicas en sus propuestas o en las de sus compañeros, quizás debido a las características del problema, aunque no descartamos otras posibilidades como la dificultad intrínseca de estas tareas.

Otro aspecto que nos ha interesado es la distribución de las distintas destrezas durante las fases de resolución, ya que éstas no se distribuyen por igual.

FASES DE PROBLEMA	DESTREZAS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	Identificar la información en el problema Utilizar información que tiene en la memoria
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	Utilizar información que tiene en la memoria Emprender las tareas de resolución de forma sistemática
	Utilizar información que tiene en la memoria Aplicar argumentaciones o razonamientos
GENERACIÓN DE IDEAS	Emprender las tareas de resolución de forma sistemática Identificar las relaciones causa-efecto Identificar inconsistencias lógicas
	Utilizar información que tiene en la memoria Aplicar argumentaciones o razonamientos
BÚSQUEDA DE SOLUCIONES	Identificar las relaciones causa-efecto Evaluar soluciones alternativas Identificar inconsistencias lógicas

Tabla2. Destrezas de resolución de problemas en las distintas fases del problema

Aunque en todas las fases se identifica el desarrollo de algunas habilidades, parece claro que las etapas más provechosas son durante la generación de ideas y la búsqueda de soluciones. Esto parece coherente con la importancia de estas fases desde el punto de vista de los aprendizajes y los procesos cognitivos que se pueden formalizar.

4. CONCLUSIONES

La resolución de problemas puede ser una estrategia coherente con los objetivos propuestos en la asignatura Ciencias para un mundo contemporáneo, la cual demanda cambios metodológicos que acerquen a los estudiantes a la ciencia y les proporcione capacidades y destrezas necesarias para la formación ciudadana en temas científicos.

Los resultados altamente positivos en cuanto a la implicación y el trabajo realizado por los estudiantes durante la actividad, nos permiten plantear que la inexperiencia de los estudiantes frente a estrategias educativas menos dirigidas no es una excusa válida para un cambio metodológico en la enseñanza de las ciencias.

Aunque las tareas realizadas por los alumnos han supuesto un mayor esfuerzo que las actividades habituales, se ha generado interés y motivación por el aprendizaje de una cuestión que consideran cercana, y al contrario de lo esperado, ha provocado actitudes de autojustificación en los grupos menos concienzudos.

Sin embargo, a pesar de su interés, el nivel de argumentación logrado es superficial, los alumnos no abordan el problema desde la necesaria complejidad y profundidad, lo que les dificulta la detección de conflictos e inconsistencias en sus compañeros, esta cuestión podría ser debida al problema, pero también está relacionada con los procesos cognitivos necesarios para el desarrollo de estas destrezas y el indispensable esfuerzo que suponen.

Por último señalar que algunas dificultades detectadas en la realización del trabajo de forma sistemática y la comunicación oral y escrita son susceptibles de mejorar con la práctica en este tipo de actividades.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chang, C. y Weng, Y. (2002). An exploratory study on students' problem-solving ability in earth science. International Journal of Science Educatión, 24, 5, 441-451

Fortus, D.; Krajcik, J; Dershimer, R.Ch.; Marx, R. W. y Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. International Journal of Science Education, 27, 7, 855-879

Hsin-Kai W. y Chou-En H. (2006). Developing Sixth Graders' Inquirí Skills to Construct Explanations in Inquirí-based Learning Environments. International Journal of Science Education, 28, 11, 1289-1313

Jaén, M. (2000). ¿Cómo podemos utilizar en Geología el planteamiento y resolución de problemas?. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 8.1, 69-74

Jaén, M. Martínez, M. A. y (2006). Ante un problema medioambiental global sobre el agua ¿Qué piensan y qué están dispuestos a hacer los alumnos de educación ambiental". Educación científica: tecnologías de la información y la comunicación y sostenibilidad. Zaragoza: Universidad de Zaragoza

Reid, N. y Yang, M. (2002). Open-ended problem solving in school chemistry: a preliminary investigation. International Journal of Science Educatión, 24, 12, 1313-1332

Taconis, R; Ferguson, M.G.M. y Broekkamp, H. (2001). "Teaching Science Problem Solving: An Overwiew of Experimental Work". Journal of Research in Science Teaching, 38, 4, 442-468

Watts, M. (1991). The science of problem-solving. A practical guide for Science Teachers. London: Casell Education

CAMBIO CLIMÁTICO ¿QUÉ ESTÁ PASANDO?: APRENDIENDO A ARGUMENTAR CIENTÍFICAMENTE A PARTIR DE LA REFLEXIÓN CRÍTICA.

NOMBRE AUTORES: Pipitone, Maria Carolina; Sanmartí, Neus.
PALABRAS CLAVE: argumentación, evidencias científicas, cambio climático.

RESUMEN
La finalidad de este trabajo es presentar una propuesta didáctica orientada a desarrollar la capacidad de los alumnos para elaborar textos argumentativos basados en evidencias científicas (Osborne, 2001) a partir del uso de estrategias de lectura crítica, tomando como tema central el cambio climático.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de investigación parte del diseño de una actividad orientada a desarrollar la capacidad de los alumnos para elaborar argumentaciones basadas, entre otros, en la identificación de evidencias científicas y en la diferenciación de justificaciones científicas de opiniones personales, tomando como tema central el cambio climático. Son contenidos objeto de estudio en el marco de la nueva asignatura de “Ciencias para el mundo contemporáneo”.
En la investigación realizada nos hemos propuesto indagar el efecto de la aplicación en las clases de ciencias de estrategias de lectura crítica orientadas a desarrollar la capacidad argumentativa del alumnado y su pensamiento crítico.
El marco de una clase de ciencias nos da la posibilidad de trabajar problemáticas sociales, en cuyo contexto los estudiantes pueden generar y utilizar ideas científicas para fundamentar sus razonamientos. En concreto, nos planteamos cómo desarrollar en los estudiantes capacidades para distinguir una argumentación basada en evidencias de una opinión personal y más específicamente, evaluar el efecto de la utilización de dichas estrategias en: a) la transferencia de conocimientos conceptuales b) la capacidad de extraer conclusiones apropiadas a partir de evidencias y datos y c) la capacidad de criticar argumentos de otros basándose en evidencias.
Los datos se han recogido a partir del análisis crítico de 2 tipos de texto: uno audiovisual y el otro periodístico, y con contenidos contrapuestos, uno defendiendo la importancia de la acción humana en el cambio climático y el otro relativizándola.
Se han analizado las respuestas de 41 alumnos de 4º de ESO de dos IES de poblaciones cercanas a Barcelona, cuando realizaron la actividad propuesta.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Entendemos la lectura crítica como un proceso sociocultural ya que tiene una estrecha relación con los conocimientos del lector y su contexto. A partir de este proceso de interacción entre el texto, los conocimientos previos del lector y el propio contexto del lector se realiza una construcción de significados, dado que el conocimiento es una construcción fundamentalmente social, que se realiza a través de un proceso donde los modelos de los individuos, tanto holístico como interpretativos, evolucionan debido a la interacción social mediada por la comunicación (Jorba, 2000).
Es así que dentro de cada comunidad es necesario darle un significado específico a las palabras, por tanto concebimos la lectura como algo dinámico, ya que las comunidades donde están inmersos sus significados evolucionan, dando como resultado dicho sistema en el cual interaccionan, conviven, y evolucionan diversos factores.

En las clases de ciencias, leer un texto implica gran parte de lo que se considera hacer ciencias, ya que requiere conocer el contenido para poder comprender, interpretar, analizar y criticar un libro de ciencias (Norris, 2003). Por lo tanto no es posible plantear la lectura como una actividad con sentido por sí misma, ya que solo constituye una parte del conjunto de actividades.

Por tanto el leer y a su vez, conseguir leer significativamente textos de ciencias o de divulgación científica es fundamental para poder participar en una sociedad en la que la ciencia avanza rápidamente (Da Silva, 1998; Sardà Jorge, 2006; Välijärvi, 2002)

A la hora de trabajar la lectura crítica en el aula nos basamos en la propuesta de Bartz del uso del acrónimo C.R.I.T.I.C. (Bartz, 2002). Este acrónimo se utiliza con el fin de facilitar a los estudiantes novatos a recordar los pasos ha realizar para leer de manera crítica.

Esta herramienta permite posicionarse en cada uno de los diferentes aspectos que intervienen en el complejo proceso de leer críticamente. Dicha herramienta fue adaptada en el grupo de investigación LIEC -Llenguatge i Ensenyament de les ciències-. A continuación presentamos la adaptación utilizada.

Idea que se defiende y conclusión: ¿Qué idea es la que se está transmitiendo en el documento? ¿Ya habías oído hablar del tema? ¿A quién habías oído hablar? ¿A quién esta dirigido el documento? ¿Te parece que es un tema de interés? ¿Te dice alguna idea nueva que no supieras?

Rol del protagonista: ¿Puedes decir qué características tiene el protagonista? Por ejemplo: edad, profesión, de dónde viene su interés por el tema, etc. ¿Por qué crees que han decidido realizarlo? ¿Tendría el mismo interés si fuera otra persona el protagonista? Si

has sentido hablar del tema a otras personas o leído artículos, ¿qué características tienen las personas que hablaban?

Ideas e Información: ¿Que creencias llevan al protagonista a realizar este documento? ¿Se utilizan palabras o frases de otras personas para reforzar sus ideas? En el documento ¿Hay pruebas que indiquen que lo que se dice es cierto? ¿Cuáles? ¿Qué te hace pensar que puedes confiar en lo que dice? ¿Has encontrado alguna incoherencia, contradicción o error? ¿Cuáles?

Evidencias: En el documento, ¿Hay datos o pruebas que indiquen que lo que dice es cierto? ¿Cuáles? Cuando da un argumento, ¿se fundamenta en datos, en experimentos, en pruebas o en opiniones personales? ¿Te convencen? ¿Qué harías para comprobar si los argumentos que utilizan son válidos y fiables?

Además de trabajar la lectura crítica nos interesó plantear el concepto de evidencias científicas ya que la ciencia se basa de manera absoluta en las evidencias (Gott, 2004). Son sus características de refinamiento, ya que las teorías deben ajustarse a la realidad. Por lo tanto, es importante entender las evidencias para conseguir aplicar la ciencia en la vida diaria y emplearla en diferentes situaciones
En este trabajo nos interesó abordar el concepto de evidencias científicas relacionándolas de manera directa con el pensamiento crítico, la lectura crítica y a partir de estas, una reflexión crítica que permitiera la escritura de un texto argumentativo (Figura 1).

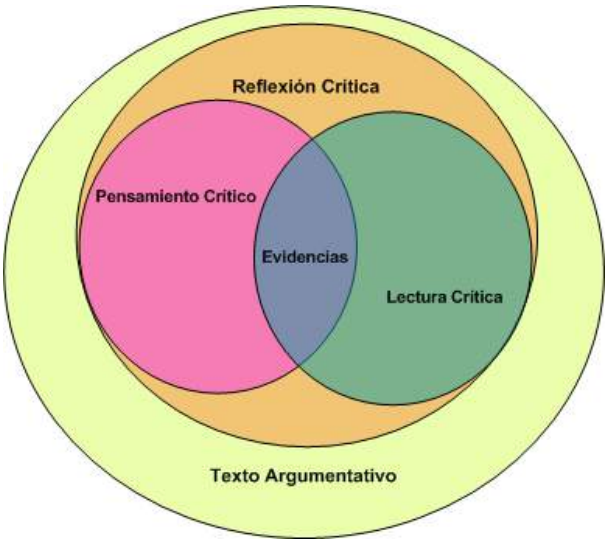


Figura 1. Abordaje del concepto de evidencias

DISEÑO DE LA ACTIVIDAD

La actividad se diseñó con el objetivo de promover en el estudiante el proceso de aprender a argumentar científicamente. Para ello, debe argumentar su postura basándose en evidencias científicas y diferenciarla de una opinión personal a partir de la búsqueda de información en diferentes fuentes y el análisis de los criterios utilizados para valorar la validez y confiabilidad de la misma.

Para la elaboración del texto argumentativo los alumnos pudieron utilizar un programa de ordenador ("ARGU") diseñado siguiendo la adaptación de Toulmin(1993) realizada por Sardà y Sanmartí (2000). Este programa tiene la finalidad de servir de guía a los alumnos en la redacción del texto y, al mismo tiempo, de estimular su regulación.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Detectar/Identificar las dificultades y las intuiciones del alumnado para reconocer argumentos (evidencias, ideas y opiniones) a partir de la "lectura" (de un video y un artículo) alrededor del cambio climático.
- _ Detectar/Identificar las dificultades y las intuiciones del alumnado para evaluar la credibilidad de las diferentes argumentaciones.
- _ Vincular las dificultades e intuiciones del alumnado con la construcción que poseen del concepto de cambio climático y el reconocimiento de evidencias o de los argumentos en los textos.

MÉTODO:

Los datos utilizados se obtuvieron a partir de una muestra de 41 estudiantes de 15-16 años de los IES Leonardo Da Vinci de Sant Cugat del Vallès (**L**) de un grupo de nivel económico y sociocultural medio-alto y el IES Torrent de les Bruixes de Sta. Coloma de Gramanet (T) (Barcelona) de un grupo de nivel económico y sociocultural bajo. Por tanto, el contexto en el cual se lleva a cabo la investigación tiene realidades muy diferentes.
La actividad diseñada se aplicó a lo largo de 6 sesiones de 1 hora, en el marco de las clases de ciencias de 3º y 4º de ESO. Los datos recogidos corresponden a las respuestas que los alumnos escribieron en las tres primeras sesiones planteadas a lo largo de la actividad.
Los datos se han analizado utilizando redes sistémicas.

RESULTADOS:

Se establecieron dos categorías de análisis: por un lado, en función del tipo de ideas y argumentos utilizados por los alumnos al analizar los textos y, por otro, teniendo en cuenta la forma cómo aplican el guión de la actividad propuesta.
El análisis de los datos realizado se validó a partir de un proceso de triangulación.
Las categorías de análisis las presentamos en redes sistémicas junto con el porcentaje de respuestas.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

Categorías de análisis del Vídeo						Art. %	Video %
Contenido (Conceptual):	Tema Principal	Relacionado con la finalidad del vídeo	Identifica	Afirma que el CC es real		9,3	34,9
				Poner en duda		25,6	0
				Realiza inferencias/respuesta indirecta		0	30,02
				Concienciar a la población	del problema CO2	0	11,6
					de que el CO2 no es el único responsable	18,6	9,3
			No lo identifica			7	14
		Relacionado con la conceptualización del cambio climático	Cambio climático (CC) con efecto invernadero (EI)			14	11,6
			Cambio climático (CC) con problema de la capa de ozono (CO)			0	11,6
			Cambio climático (CC)/Calentamiento global (CG)			16,3	11,6
			Cambio climático (CC)/Contaminación ambiental (CA)			0	32,6
			Adecuada/pertinente			2,3	11,6
			No refleja				16,3
	Tipo de razones	Evidencias científicas/datos	No concretan			11,6	32,6
			Generalizan			11,6	25,6
			Autoridad/Paradigma			2,3	39,5
			Aplicabilidad/Pertinencia				48,8
			Validación de la evidencia científica a partir del procedimiento			20,9	41,9
		Ideas	Sin base científica			14	25,6
			Con base científica			0	18,6
			Confunde EC con OP			27,9	20,9
		Opiniones personales/Paradigma:	Actuación/ aportan propuestas constructivas:			11,6	2,3
			Quien causa el cambio climático	Énfasis en las personas		2,3	16,3
				Sin concretar quien		0	2,3
				Políticos.		0	0
				Personas entre otras causas		4,7	2,3
			Catastrofismo	Si adhiere al catastrofismo		11,6	27,9
				No adhiere al catastrofismo		7	0
		No especifican				4,7	2,3
Forma (estru	C.R.I.	Respuestas globales	Cada ítem			53,5	46,5
			Algunos ítems			14	25,6

		Respuestas puntuales	Cada ítem	16,3	14
			Algunos ítems	11,6	23,3
		No utiliza la herramienta		11,6	7

ALGUNAS CONCLUSIONES:

Distinguimos entre conclusiones relacionadas con:

a) Aspectos formales
b) El contenido de la argumentación
c) Las características de la argumentación

A) ASPECTOS FORMALES

Los alumnos de los dos grupos han utilizado mayoritariamente el instrumento C.R.I.T.I.C.(Bartz, 2002), tanto para el análisis del video como del artículo. Las respuestas en su mayoría eran globales, es decir, aquellas que responden de manera general a cada ítem, son capaces de responder dando la idea general que resume el apartado. Por tanto, la herramienta ha sido útil, ya que ha servido para orientar a los estudiantes en la realización de la tarea propuesta.

Sin embargo, también hemos comprobado que un 23,3 % de casos han tendido a responder a las preguntas de algunos de los apartados del C.R.I.T.I.C con frases cortas y puntuales, por ejemplo, utilizando monosílabos como “no” o “sí”. Estas respuestas no posibilitan identificar la profundidad de la posible reflexión realizada por el estudiante. Creemos que esta conducta es reflejo de las prácticas escolares a las que están acostumbrados los alumnos, ya que ante las tareas propuestas sólo se plantean “cumplir” con la demanda del profesorado.

B) ASPECTOS RELACIONADOS CON EL CONTENIDO DE LA ARGUMENTACIÓN

La mayoría de los casos entienden como un mismo fenómeno: efecto invernadero, contaminación ambiental, destrucción de la capa de ozono y calentamiento global. Todos estos fenómenos son utilizados como sinónimos del cambio climático. Estos resultados son concordantes con los de otras investigaciones realizadas (Deutsch, 2006; Jean-Baptiste, 2007; Papageorgiou, 2004) y muestran la tendencia a simplificar y a no diferenciar los impactos ambientales de origen antropocentricoy los de origen natural. Además, los fenómenos se perciben desde una perspectiva que se acerca a los extremos del catastrofismo.

Podemos concluir que uno de los objetivos didácticos a tener presente en la realización de este tipo de actividades es que los alumnos reconozcan la diferencia entre cada uno de los conceptos y la relación que hay (o no) entre ellos. En este caso, esta diferenciación va asociada además, a un análisis crítico de la información que

proporcionan los medios y a la toma de conciencia sobre cómo se genera una información y se generaliza.

c) Características de la argumentacion

Con respecto a las dificultades y las intuiciones del alumnado para identificar variables que influyen en el problema y evidencias de ello, se ha podido comprobar que la "lectura" del video conllevó que se centraran en una única causa posible del cambio climático, las emisiones de CO2. Esta causa, además, coincidía más o menos con sus ideas previas, por lo que fueron muy poco críticos con el contenido del discurso, aunque sin embargo, como veremos, les ayudó a fundamentar sus opiniones en evidencias que el video muestra.

En cambio, la lectura del artículo les ayudó a plantearse que podrían haber otras causas del cambio climático, algunas no debidas a la acción del hombre. Para la mayoría de estudiantes fue una sorpresa que científicos pusieran en duda la explicación del cambio climático dominante en este momento.

Hubiera sido interesante poder comprobar qué habría sucedido si el orden de lectura de las dos fuentes de información hubiera sido la contraria. Es posible que si la primera lectura hubiera sido el artículo, el análisis del contenido del video habría sido más crítico y complejo.

Paralelamente les fue más fácil a los alumnos identificar evidencias pertinentes del cambio climático a partir de la lectura del video que no del artículo. Igualmente tuvieron menos dificultad para diferenciar las evidencias de una opinión personal en el video que en el artículo. Una posible explicación es el uso de recursos visuales que se hacen en el video, como por ejemplo de gráficas, tablas, fotografías, etc., que impactan más en el alumnado. Así, hace referencia a la disminución del tamaño de los glaciares, fotografías de inundaciones, huracanes, etc.

Con respecto a las dificultades y las intuiciones del alumnado para evaluar la credibilidad de las diferentes argumentaciones, los resultados de la muestra estudiada nos dicen que consideran que las evidencias del video eran más "confiables" porque presentaban tablas, fotos, gráficas, etc. En cambio, en ningún momento hablaron, por ejemplo, de la fuente de la que provenían estas evidencias, ni de la credibilidad que les merecía quien ello decía ("rol del protagonista"), aspectos sobre los que el guión les pedía que reflexionaran. En este caso fue evidente que los alumnos se dejaron llevar por la forma en que fueron presentados los datos, más que por los datos concretos.

El análisis de lo que sucedió al aplicar esta actividad en el aula nos permite concluir sobre la necesidad de promover que el alumnado construya criterios para analizar críticamente la información, criterios que se relacionarán tanto con el contenido, como con saberes metadisciplianres como por ejemplo en relación a la multicausalidad y

multiefectos. A su vez, es necesario promover en el alumnado la capacidad de reconocer evidencias científicas y como evaluar su credibilidad y, más globalmente, sobre cómo se genera el conocimiento científico y factores que influyen en su evolución, saberes que deberían ser tenidos muy en cuenta en un currículo cuyo objetivo es profundizar en el papel de la ciencia en el mundo contemporáneo.

La investigación presentada está financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (Proyecto Número SEJE 006-15589C02-02) y por la Generalitat de Catalunya (Proyecto Número 2006 – ARIE-1004)

BIBLIOGRAFÍA

Bartz, Wayne R. . (2002). Teaching skepticism via the CRITIC acronym and the skeptical inquirer.

Da Silva, C.; Almeida, M.J. . (1998). Condicoes de produçao da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso. *Linguagens, leituras e ensino da ciências*.

Deutsch, K.; Rebich, S.; Gautier, C. (2006). Misconceptions About the Greenhouse Effect. *Journal of Geoscience Education*.

Gott, R.; Duggan, S.; Roberts, R. . (2004). Concepts of Evidence. 21.

Jean-Baptiste, M.; Lambert, J.; Lester, B. T.; Ma, L.; Lee, O. (2007). Conceptions of the Greenhouse Effect and Global Warming among Elementary Students from Diverse Languages and Cultures. *Journal of Geoscience Education*

Jorba, J., Casellas, E., Prat, À., Quinquer, D. (2000). *Avaluar per millorar la comunicació i facilitar l'aprenentatge*. Barcelona: ICE de la UAB.

Norris, S. P.; Phillips, L. M. (2003). How Literacy in Its Fundamental Sense Is Central to Scientific Literacy. *Science Education, 87 n2*

Osborne, J. F., Erduran, S., Simon, S., Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review, 82*(301), 63-70.

Papageorgiou, G.; Tsiropoulou, S. (2004). The impact of experiments on students' knowledge and explanations of significant aspects of the greenhouse effect. *Journal of Science Education, 5*(1), 28-33.

Sardà, A.; Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias, 18*(3).

Sardà Jorge, A.; Márquez Bargalló, C.; Sanmartí Puig N. . (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5*(2).

Toulmin, S.E. (1993). Les usages de l'argumentation (The uses of Argument'58). *Puf:París*.
Välijärvi, J. et al. (2002). *The Finnish succes in PISA –and some reasons behind it-*. Finland: Univiversity of Jyväskylä.

IMPACTO A LARGO PLAZO DE LA VISITA AL MIRAMÓN KUTXAESPACIO DE LA CIENCIA CON ESTUDIANTES DE MAGISTERIO

DÍAZ PALACIO, M.P.1, ECHEVARRIA UGARTE, I.[1], MORENTIN PASCUAL M.1 y CUESTA LORENZO M.[2]

[1] Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco. UPV/EHU

[2] Departamento de Química Orgánica II. Universidad del País Vasco. UPV/EHU

RESUMEN: El estudio realizado mediante cuestionarios y entrevistas al alumnado de Magisterio acerca de una visita al Miramón KutxaEspacio de la Ciencia, proporciona datos suficientes para apoyar el impacto a largo plazo de dicha visita. Este impacto se refiere tanto al aprendizaje de conocimientos científicos como a su aplicación práctica y en una gran medida, a los sentimientos positivos de interés hacia la ciencia. Esta construcción de conocimiento es sumamente personal y está conectada íntimamente con los conocimientos previos, experiencias, intereses... así como con las vivencias posteriores a la visita.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje en museos y centros de ciencia, impacto a largo plazo de la visita a un museo/centro de ciencia.

ABSTRACT: This study reports on outcomes of an investigation about the long-term impact of the visit to Miramón KutxaEspacio with Teacher training students. We used questioners and individual semi-structured interviews on average 30 minutes in duration. This impact is about scientific knowledge and their practice experience, and the relation with positives feelings towards Science. The knowledge construction is extremely personal and is connected to previous knowledge, as well as experiences after visit.

KEYWORDS: Learning in museum and Science Centres, Long-term Impact of visit to Museum/Science Centre

INTRODUCCIÓN

Los Museos, en general, son verdaderas fuentes de irradiación cultural. El número de visitantes ha aumentado en las últimas décadas de forma exponencial y aunque los museos han cambiado sus contenidos, así como los tipos de exhibiciones y programas, este cambio no ha sido tan trascendental como para explicar totalmente su ascenso en popularidad.

Este incremento de las visitas sugiere un cambio en los valores y prioridades del público en relación a los museos.

Sin duda las causas para explicar el aumento de la popularidad de los museos son muchas, pero hay una que parece ser especialmente significativa: el aprendizaje. Son muchos los investigadores que, desde dentro y desde fuera de la comunidad de museos, cuestionan si ocurre un aprendizaje real en el museo. ¿Aprenden los visitantes? Y si es así, ¿CÓMO aprenden y QUÉ aprenden? A estas preguntas tan difíciles de contestar han intentado dar una respuesta las investigaciones realizadas en estos últimos años, especialmente en Museos y Centros de Ciencia (AAVV, 2004).

Entre los trabajos llevados a cabo en esta línea, podemos destacar los realizados por Falk y Dierking (2000), con visitantes del Smithsonian´s National Museum of Natural History, inmediatamente después de la visita. En ellos concluyen que la mayoría de los visitantes consigue conocimientos nuevos o parece haber reforzado algún otro. Para profundizar en la permanencia del aprendizaje en la visita, estos autores realizaron un estudio del impacto a largo plazo de la misma cinco meses más tarde. La impresión era que tras este periodo de tiempo se habían construido conocimientos adicionales a la experiencia en el museo.

En la opinión de estos autores, corroborada por otras investigaciones (Aguirre y Vázquez, 2006; Guisasola y Morentin, 2007; AAVV, 2007) y nuestra propia experiencia (Echevarria I. et al. 2005), aprender en los museos incluye una gran cantidad de variables, algunas de las cuales están relacionadas con las exposiciones y programas y otras muchas no. Por ello, la evidencia de ese aprendizaje no es fácil de medir debido a que, entre otras razones, los modelos de evaluación tradicionales empleados en la enseñanza formal no son los adecuados.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, en nuestro trabajo hemos adoptado el *Contextual Model of Learning*, propuesto por Falk y Dierking (2000). Este modelo postula que todo aprendizaje está situado en una serie de contextos que se solapan y se complementan: el *personal*, el *sociocultural,* el *físico y el tiempo.*

Todo aprendizaje es un proceso acumulativo a largo plazo, un proceso de hacer significados y encontrar conexiones. El modelo de aprendizaje que necesitamos es, por tanto, un modelo contextual que incluye la dimensión del *tiempo*. Por ello en nuestro trabajo hemos querido comprobar el impacto a largo plazo de una visita con nuestro alumnado al Miramón KutxaEspacio de San Sebastián.

ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL TRABAJO

Dentro de las salidas de campo que habitualmente se llevan a cabo en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica (2º Curso de la titulación de Educación Primaria) con estudiantes de la Escuela de Magisterio de Bilbao, se encuentra la visita al Miramón Kutxaespacio de la Ciencia de San Sebastián.

La visita contempla los tres momentos recomendados en este tipo de salidas: actividades anteriores a la visita, la visita propiamente dicha y actividades posteriores a la misma.

Se realiza una preparación de la visita consistente en una explicación específica sobre el centro y su ubicación, así como sobre algunos de los módulos presentes en la exposición permanente y los contenidos científicos implicados. El día de la visita, el alumnado asiste a una sesión de Planetarium, a una sesión en el taller de la Electricidad y realiza la visita guiada de una hora de duración a tres salas del centro; para finalizar, visitan de forma libre el resto de las salas del museo durante media hora aproximadamente.

De vuelta al aula se les pasa un cuestionario semi-estructurado para conocer sus impresiones respecto al centro y a la visita, y respecto a sus sentimientos y aprendizajes. Además, se realizan varias actividades post-visita en clase que están diseñadas para reforzar y ampliar la experiencia del museo.

Los resultados y conclusiones de los cuestionarios realizados en el curso 2005-06 (noviembre 2005, inmediatamente después de la visita) se presentaron en la Conferencia 2006 de ECSITE (Díaz *et al.* 2007), y han servido de base para el estudio que ahora presentamos.

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto a largo plazo de dicha visita al cabo de uno y dos años (noviembre de 2006 y noviembre de 2007 respectivamente).

Nos proponemos conocer qué recuerdan de dicha visita, cómo y por qué. Nuestra hipótesis de partida, basada en la práctica diaria docente y en la bibliografía sobre el tema, es que el alumnado no sólo es capaz de recordar aspectos descriptivos o detalles lúdicos sino que realmente ha incorporado en sus esquemas mentales contenidos conceptuales y actitudinales relevantes, que son reforzados por experiencias cotidianas.

METODOLOGÍA

Al cabo de un año de la realización de la visita, es decir, en noviembre 2006, se pasó un cuestionario (CLP) a 31 estudiantes (6 chicos y 25 chicas), que realizaban el tercer y último curso de sus estudios, en orden a comprobar el impacto a largo plazo de la visita. Para el diseño del CLP se tomaron como referencia algunas de las investigaciones más recientes

en esta línea (Falk y Dierking 2000, Rennie y Johnston 2004). Se analizaron las respuestas cualitativa y cuantitativamente, se compararon con los resultados obtenidos el año anterior en los cuestionarios post-visita, y se obtuvieron los resultados que expondremos en el apartado siguiente.

Estas respuestas nos impulsaron a continuar con la investigación, para profundizar en algunos aspectos. Por ello, pasados dos años desde la realización de la visita, en noviembre de 2007, se realiza una entrevista en profundidad a cinco de los alumnos y alumnas que habiendo realizado el cuestionario anterior, pudieron ser localizados. El tiempo empleado en la entrevista fue de 30 minutos aproximadamente y las entrevistas fueron grabadas y transcritas posteriormente. Hay que subrayar que los alumnos y alumnas accedieron de muy buen grado a su realización –por lo que queremos expresarles nuestro agradecimiento-, tanto en este caso como en el del CLP, ya que calificaban la visita al museo como una experiencia muy positiva y formativa, y hablar sobre ella, además de resultarles agradable les hacía actualizar y fijar los conocimientos adquiridos (Sanmarti, 2007). Finalmente, hay que aclarar que los recuerdos fueron espontáneos, es decir, no se indujeron mediante fotografías o descripciones de los módulos del museo.

Tanto el cuestionario a largo plazo (CLP) como el protocolo preparado para la entrevista, se incluyen en el anexo.

RESULTADOS

Los resultados de los cuestionarios CLP (figuras 1, 2 y 3) indican que los estudiantes aún recuerdan detalladamente lo que vivieron en la visita, no sólo lo que vieron e interactuaron, sino también lo que aprendieron, sintieron y pensaron.

Figura 1

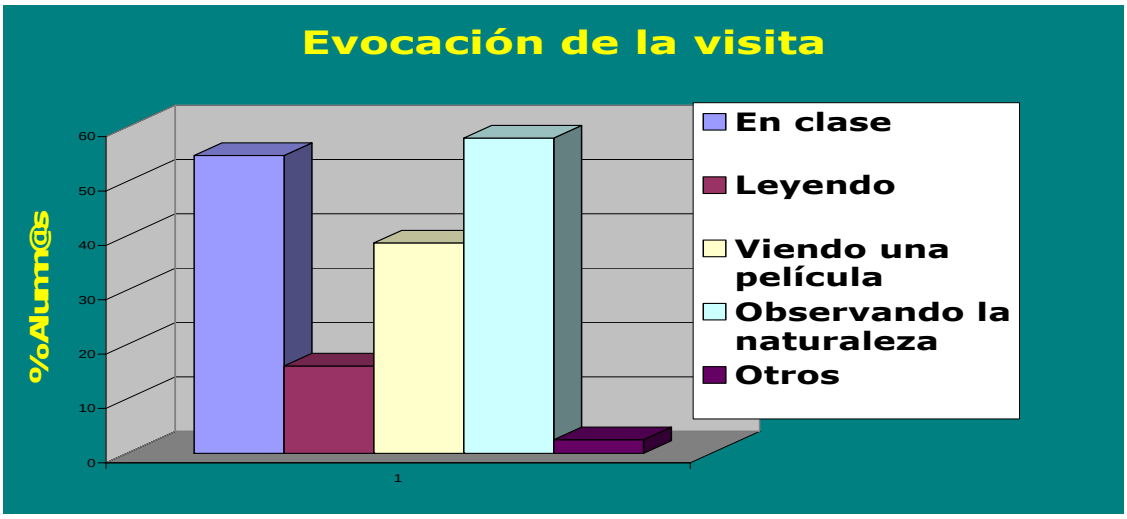


Figura 2

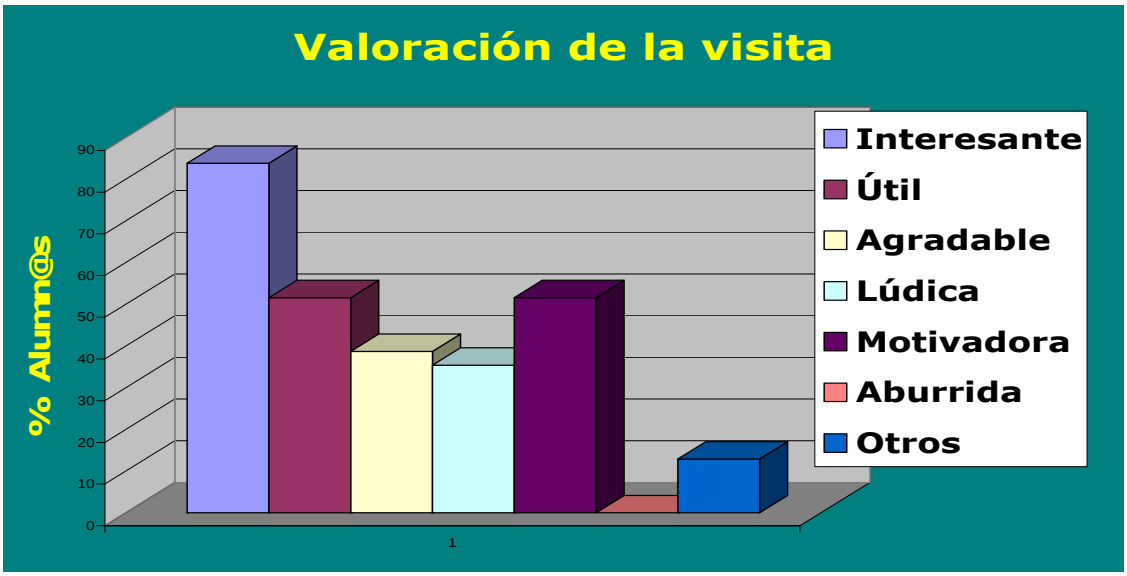


Figura 3

Como indica la figura 1 (pregunta 1 del CLP) los módulos o fenómenos mejor recordados son los relacionados con el Taller de Electricidad (el Plasma y otras experiencias: Jaula de Faraday…).

La figura 2 (preg. 4 del CLP) hace referencia a situaciones de la vida cotidiana en que han recordado las vivencias de la visita. Como se puede comprobar, más del 50% del alumnado indica que lo recordó "observando la naturaleza" y/o "en clase"; el 38 % dice que pudo recordar el museo viendo una película o un documental. Estos resultados apoyan las afirmaciones de Falk y Dierking (2000) respecto a la relación del aprendizaje realizado en el museo con la vida diaria.

La valoración de la visita (Figura 3, pregunta 5 del CLP) fue altamente positiva, calificándola de interesante el 84% del alumnado y de útil y motivadora más del 50%.

Al comparar estos resultados con los obtenidos en los cuestionarios post-visita (noviembre 2005) (Díaz *et al.* 2007), vemos que su opinión respecto a la visita e incluso los módulos mejor recordados no han variado en esencia aunque haya transcurrido un año.

A la vista de estos datos nos planteamos cuál podía ser la razón que justificara la permanencia del recuerdo de lo experimentado y vivido en la visita, para lo cual se diseñó un protocolo de entrevista (anexo) en el que se hace especial incidencia en la reflexión sobre el propio aprendizaje y que fue aplicado dos años después de la visita.

Solamente se pudieron realizar cinco entrevistas, pues los estudiantes (elegidos al azar) ya habían terminado sus estudios. Las respuestas a dichas entrevistas fueron analizadas según el método propuesto por Stevenson (1991), aplicado a nuestra situación.

En primer lugar se clasificaron los recuerdos teniendo en cuenta su "calidad": recuerdo nulo (no había recuerdo), mención (cita únicamente) y recuerdo elaborado (describe y cuenta lo que recuerda). Los resultados se presentan en la tabla 1.

Calidad de los recuerdos	**número**	**%**
Recuerdo nulo	1	1,1
Mención	30	34,5
Recuerdo elaborado	56	64,4
TOTAL	87	

Tabla 1. Calidad de los recuerdos

Estos datos indican que, pasados dos años de la visita a Miramón, los alumnos y alumnas aún retenían en su recuerdo la experiencia vivida en el museo. Se han obtenido 87 recuerdos de las 5 entrevistas realizadas, lo cual indica una media aproximada de 17 recuerdos por persona entrevistada, número a todas luces significativo.

En segundo lugar se analizaron los "recuerdos elaborados" y se categorizaron en 3 grupos: descripciones (del módulo o de la actividad realizada en el museo), sentimientos (cuando expresa sorpresa, disfrute, aburrimiento, etc.) y pensamientos (o reflexiones sobre el fenómeno o el módulo implicado).

Categorías	**número**	**%**
Descripciones	23 (16+7)	41
Sentimientos	22	39
Pensamientos	11	20
Total	56	

Tabla 2. Análisis de las categorías principales

Como se puede observar en la tabla 2, las **descripciones** son los recuerdos más numerosos, lo cual no es sorprendente. Si diferenciamos las descripciones referidas a los módulos o experiencias del museo (n=16) de las relacionadas con la actuación o interacción realizada por los alumnos y alumnas (n=7), vemos que el 30% de las descripciones tienen su origen en la actuación del alumnado durante la visita al museo, es decir, en las vivencias allí experimentadas.

En cuanto a las descripciones de módulos recordadas, corresponden casi en su totalidad a las experiencias interactivas del Taller de Electricidad y de la visita guiada, resultados que coinciden con los ya obtenidos un año antes en el CLP (ver figura 1).

Por otra parte, es interesante destacar el elevado número de **sentimientos** que aparecen, la gran mayoría de ellos positivos; algunos ejemplos son:

- *el espectáculo de la electricidad fue estupendo*
- *cuando me dijeron que existía un cuarto estado de la materia se me rompieron los esquemas y me impactó mucho…*
- *me gustan los museos de este tipo, me atraen, sé que va a ser entretenido…*

El único sentimiento expresado de tipo negativo se refiere a la *decepción* causada por la sesión de Planetario, ya que el tema de la proyección no permitía una relación directa con sus observaciones.

En cuanto a los **pensamientos** o ideas científicas expresadas, aún no siendo demasiado numerosas (20% de los recuerdos) consideramos que son importantes desde el punto de vista del aprendizaje, ya que, según ellos mismos explican, han tenido ocasión de relacionarlas con la vida cotidiana. Como ocurría en el estudio realizado por Stevenson (1991), la mayoría de estas ideas tienen que ver más con el propio fenómeno que con su explicación científica, es decir, recuerdan el "qué" y el "cómo" aunque no sepan explicar el "por qué" (Wellington, 1990). Algunos ejemplos son:

- *la bola que se mantenía en una corriente de aire…lo relaciono con las razones por las que un avión se mantiene en el aire aunque no lo sé explicar bien.*
- *recuerdo cómo pasaba la electricidad de un cuerpo a otro y lo recuerdo porque lo experimento en la vida cotidiana cuando me da calambre el microondas…*
- *recuerdo que no podía levantar el saco con una polea y sí con dos…yo lo sabía de memoria pero ahora lo he entendido…*

Después de que los entrevistados expresaran libremente sus recuerdos, se les interrogó sobre las **razones** que a su juicio justificaban la permanencia de los mismos al cabo del tiempo.

Todas las respuestas aluden a la participación y la interactividad como favorecedoras del aprendizaje y lo justifican con razones diversas:

- *porque lo que haces se te graba más*
- *por la satisfacción que produce entender algo que sólo se sabía de memoria mediante una comprobación personal*

Otras respuestas señalan que la utilidad, la aplicación práctica en la vida diaria de lo vivido en el museo, les hace rememorar la visita. Además, otros afirman que habían hablado de su experiencia en el museo entre ellos y con otras personas, lo cual les había proporcionado un aprendizaje más efectivo.

CONCLUSIONES

Este trabajo evidencia a largo plazo el impacto de una visita en grupo a un museo interactivo de ciencia. El impacto se refiere tanto al aprendizaje de los conocimientos científicos como a su aplicación práctica y, en gran medida, a los sentimientos positivos de interés hacia la ciencia.

Los resultados demuestran, en nuestra opinión, que muchos de los objetivos de los centros de ciencia se están cumpliendo, especialmente cuando la experiencia es interactiva y genera interés y entusiasmo. Todos los estudiantes aseguran haber conseguido nuevos conocimientos o haber recordado otros como resultado de la visita y de las actividades post-visita, pero este proceso es sumamente personal y está conectado íntimamente con los conocimientos previos, experiencias, intereses, etc. así como con las vivencias posteriores a la visita, que incluyen interacciones con familiares y otras personas, actividades extracurriculares y otras experiencias de enriquecimiento personal.

También queremos resaltar que la utilización de cuestionarios y la realización de entrevistas son, a nuestro juicio, una herramienta muy útil para comprender mejor el complejo proceso del aprendizaje en un centro

de ciencia, y que puede ser aplicable a otros ámbitos. A pesar de que la muestra para las entrevistas personales ha sido muy reducida, el material obtenido es muy rico en datos que nos permiten acercarnos al conocimiento del impacto producido por una visita en grupo a un centro interactivo de Ciencia.

Finalmente creemos que nuestro trabajo apoya la importancia de la realización de las visitas a los Museos y Centros de Ciencia como recurso didáctico para futuros maestros, ya que en sus conversaciones muestran su interés por llevar a cabo este tipo de actividades en el ejercicio de su docencia.

BIBLIOGRAFIA

AAVV (2004): In Principle , In Practice: Perspectives on a Decade of Museum Learning Research (1994-2004). *Science Education,* 88 (S1-S96)

AAVV (2007): Research on Learning Science in Informal Contexts. *Int. Journal of Science Education*, 29 (12).

AGUIRRE, C. y VÁZQUEZ, A.M. (2006) "Educación en museos: una experiencia en los museos de la ciencia de Madrid, Valencia y Castilla-La Mancha con alumnos de magisterio".

XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias. *Educación científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad* CD.

DÍAZ, M.P., ECHEVARRÍA, I., MORENTIN, M., CUESTA, M. y ZAMALLOA, T**.** (2007). *Contribution of Museums and Science Centres to Science Learning.* ECSITE Conference Junio 2006. Mechelen (Bélgica). Web del Exploratorium - CILS (Centre for Informal Learning and Schools)

ECHEVARRIA, I., CUESTA, M., DIAZ, M.P. y MORENTIN, M. (2005). "Aportaciones de los Museos y Centros de Ciencias a la Educación Científica; Una investigación con estudiantes de la Diplomatura de Educación Social"*. Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. Actas del VII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Granada 2005. CD y web de la revista.

FALK, J.H. y DIERKING, L.D. (2000) *Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning*. Altamira Press. USA.

GUISASOLA, J. y MORENTIN, M. (2007) "¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencia en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones". *Enseñanza de las Ciencias,* 25 (3), pp. 401-414

RENNIE, L.J. y JOHNSTOND, J. (2004) "The nature of learning and its implications for research on learning from museums" *Science Education* 88 (Suplem.1): s4-s16.

SANMARTI, N. (2007) *Evaluar para aprender.* Grao. Barcelona.

STEVENSON, J. (1991) "The long-term impact of interactive exhibits". *International Journal of Science Education,* 13 (5), pp. 521-531.

WELLINGTON, J. (1990) "Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres". *Physical Education,* 25, pp. 247-252.

IMPACTO A LARGO PLAZO (15/11/2006) de la
VISITA AL MIRAMON-KUTXAESPACIO DE LA CIENCIA
realizada el 9/11/2005 por alumn@s de 2º curso de Magisterio, titulación de E. Primaria (Bilbao, UPV/EHU)

Para optimizar la utilización de la visita a un Museo Interactivo de Ciencias como recurso didáctico, deseamos conocer el impacto a medio plazo, en el aprendizaje de las Ciencias. Para ello te rogamos que rellenes este cuestionario, similar al que rellenaste el curso pasado después de tu visita al Miramón-KutxaEspacio, como actividad dentro de la asignatura "Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica I".

Antes de contestar las preguntas, lee todo el cuestionario con atención e intenta valorar su impacto a lo largo de este tiempo.

1) Enumera dos fenómenos o experiencias que recuerdas de la visita

2). ¿Has vuelto a visitar el Miramón? SI ☐ NO ☐

En caso afirmativo ¿has realizado la visita:

sol@ , ☐

con familiares ☐

con compañer@s o amig@s ☐

otros ..... ?

3) ¿Has visitado otros Museos similares? SI ☐ NO ☐

En caso afirmativo ¿Cuáles?:

4) ¿En algún momento desde que realizaste la visita has recordado algo visto o vivido en el Miramón? SI ☐ NO ☐

En caso afirmativo: ¿Dónde?

-En clase ☐

-Leyendo un libro ☐

-Viendo una película ☐

-Observando la naturaleza ☐

-Otros (específica).....

5) ¿Cómo recuerdas tu visita: interesante □ útil □ agradable □ lúdica □ motivadora □ aburrida □ otros ……

PROTOCOLO DE ENTREVISTAS

En las entrevistas se han utilizado las preguntas del cuestionario anterior, con la siguiente variación:

La pregunta 1 es sustituida por:

1a) ¿Qué experiencias, fenómenos…recuerdas de las diferentes secciones que visitasteis en el Miramón hace dos años?

1b) ¿Por qué crees tú que recuerdas esas experiencias? ¿Por qué se facilita el aprendizaje en estos museos interactivos?

EL PROYECTO IBEROAMERICANO DE EVALUACIÓN CTS:

UN DIAGNÓSTICO DEL PENSAMIENTO DEL PROFESORADO PARA MEJORAR SU FORMACIÓN

Ángel Vázquez Alonso, angel.vazquez@uib.es

María-Antonia Manassero Mas, Antoni Bennàssar Roig,

Universidad de las Islas Baleares

PALABRAS CLAVE: Naturaleza de la ciencia, ciencia, tecnología y sociedad, formación inicial del profesorado, pensamiento del profesorado

RESUMEN: Los contenidos sobre naturaleza de la ciencia se reconocen como componentes esenciales de la alfabetización científica pero las investigaciones didácticas señalan que las creencias del profesorado acerca de estas cuestiones no son adecuadas, lo cual plantea un reto para su formación inicial. El proyecto iberoamericano de evaluación CTS (PIEARCTS) es una investigación cooperativa internacional entre diversos países iberoamericanos que pretende mejorar este diagnóstico empleando muestras de profesorado más amplias y representativas y una nueva metodología e instrumento de evaluación contrastados previamente. Esta comunicación presenta algunos resultados preliminares y justifica su importancia para la formación inicial del profesorado.

KEY WORDS: Nature of science, science technology and society, teachers' initial training, teachers' thinking

SUMMARY: The nature of science contents are recognized as essential components of the scientific literacy but science education investigations point out that the teachers' beliefs about these questions are not adequate, which outlines a challenge for teachers' initial training. The Ibero-American project of STS evaluation (PIEARCTS) is an international cooperative research in several Ibero-American countries that seeks to improve the diagnosis of these beliefs using wider and more representative teacher samples and a new methodology and a previously contrasted evaluation instrument. This communication presents some preliminary results and discusses its importance for teachers' initial training.

1. INTRODUCCIÓN

La educación científica se orienta hoy hacia el lema de la alfabetización en ciencia y tecnología (ACyT) para todos (Bybee, 1997; NRC, 1996; Millar, 2006), y más concretamente, sobre el componente más esencial e innovador dentro de este amplio lema de ACyT como es la adquisición de concepciones apropiadas e informadas (conocimientos, destrezas y valores) acerca de como es y como funciona la CyT y sus relaciones con la sociedad, también denominados temas de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) o naturaleza de la ciencia (NdC) según los matices que se quieran resaltar (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007; Aikenhead, 2003; Lederman, 1992; McComas, Clough y Almazroa, 1998; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006b).

La investigación didáctica demuestra que los profesores no alcanzan una comprensión adecuada sobre CTS-NdC, de modo que mejorar la formación del profesorado se convierte en objetivo prioritario de la ACyT (Lederman, 1992; Manassero y Vázquez, 2001, 2002). En este contexto, el diagnóstico de las creencias CTS del profesorado (como indicador de ACyT) constituye un problema relevante de la investigación, pues permite conocer las necesidades iniciales para poder ajustar el diseño de la formación (Mellado, 1997). La finalidad del PIEARCTS es alcanzar un conocimiento detallado de ideas previas en el colectivo del profesorado sobre estas cuestiones, a través de una encuesta sociológica para articular propuestas de mejora de la educación científica, es decir, mejorar la formación del profesorado y la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, este diagnóstico no es sencillo por la naturaleza compleja del objeto evaluado (CTS-NdC) y las propias dificultades de validez y fiabilidad de los procedimientos e instrumentos de evaluación. El carácter complejo y polémico de las creencias CTS surge de la naturaleza interdisciplinar, provisional y cambiante propia de estos temas CTS. La falta global de acuerdos sobre ellos entre los propios especialistas, y en concreto de la falta de acuerdo sobre la pertinencia de los temas CTS para la enseñanza de las ciencias son la causa de las dificultades del diseño y desarrollo curricular. A pesar de la falta de consenso sobre estas cuestiones, algunos autores sugieren algunos espacios de consenso que pueden servir de base para construir una visión más adecuada de la CyT actuales (McComas, Clough y Almazroa, 1998; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004). Estos pequeños consensos sirven de base para realizar

las propuestas curriculares en la innovación de la didáctica de las ciencias sobre estas cuestiones.

Los problemas metodológicos de fiabilidad de la evaluación han sido mejorados con los instrumentos empíricamente desarrollados como el banco Views on Science, Technology and Society –VOSTS- (Aikenhead y Ryan, 1989) y el cuestionario Teacher's Belief about Science-Technology-Society -TBA-STS- (Rubba y Harkness, 1993). Los instrumentos anteriores se han adaptado a nuestro contexto cultural en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad -COCTS- cuyo desarrollo para lograr un instrumento fiable y valido ha sido una línea de investigación y progreso en la última década (Manassero y Vázquez, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005, 2006a). El COCTS es un banco de 100 cuestiones, que cubren todos los temas CTS, y cuya validez y fiabilidad como instrumento de evaluación se basa en los siguientes hitos metodológicos:

- Adoptar un modelo de respuesta múltiple (MRU) que permite maximizar toda la información disponible en cada cuestión.
- Generación de una métrica que permita extraer de las respuestas múltiples toda la información que contienen y cuantificarlas fiablemente.
- Definición de índices actitudinales normalizados en el intervalo (-1, +1) con un significado métrico invariante para cualquier cuestión.
- Escalamiento de las frases del cuestionario por un panel de jueces especialistas en tres categoría (adecuadas, ingenuas y plausibles), para aplicar la métrica en el cálculo del índice actitudinal.

Estas mejoras metodológicas permiten el análisis cualitativo y cuantitativo y de la estadística inferencial y la comparación entre grupos, haciendo del COCTS un instrumento amplio, flexible, válido y fiable para la investigación de las cuestiones CTS (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2001; Manassero y Vázquez, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000, 2005; Vázquez y Manassero, 1999). Este instrumento es la base de la evaluación diagnóstica que se realiza en el PIEARCTS.

2. Actividades del PIEARCTS

El objetivo de esta comunicación es presentar el PIEARCTS, a través de una serie de actividades prácticas con el instrumento y los métodos de evaluación del proyecto.

Las investigaciones han usado muestras incidentales y pequeñas, obteniendo resultados poco representativos; sus metodologías son diferentes y sus instrumentos presentan diversos problemas de validez, que dificultan el contraste y la comparación de los resultados. El

PIEARCTS pretende mejorar la representatividad de los resultados, usando instrumentos de evaluación válidos y fiables y muestras de profesorado mayores y significativas, procedentes de diversos contextos culturales.

La hipótesis de investigación del proyecto PIEARCTS se podría formular así: los profesores tienen creencias y actitudes inadecuadas sobre la naturaleza de la CyT, las relaciones entre la sociedad y la CyT y los rasgos de la comunidad científica, que están relacionados con el género, las elecciones y las especialidades del profesorado.

La muestra de profesorado del PIEARCTS está formada por profesores en formación inicial y en ejercicio, de educación primaria y secundaria, de diversas edades y especialidades (ciencias y humanidades). En esta comunicación se presentan resultados preliminares obtenidos con una muestra de profesorado de secundaria en formación inicial.

Los instrumentos del PIEARCTS son dos cuestionarios extraídos del COCTS aplicados con un modelo de respuesta múltiple que permite análisis cualitativos y cuantitativos y aplicar la estadística inferencial en la comparación de grupos y verificación de hipótesis. Las dimensiones evaluadas por estos instrumentos son las siguientes:

- Definición de ciencia y tecnología
- Epistemología
- Interacciones CTS
    - Sociología externa de la ciencia
    - Influencia de sociedad en C&T
    - Influencia de C&T en sociedad
    - Educación en C&T
- Sociología interna de la ciencia
    - Características de los científicos
    - Construcción social
    - Decisiones tecnológicas

Las variables dependientes del PIEARCTS son las actitudes hacia los temas CTS, medidas a través de los índices actitudinales invariantes.

Las creencias de la muestra de profesores de secundaria en formación inicial son, globalmente, neutras, ni positivas ni negativas, lo cual ya es un resultado preocupante. Los profesores identifican mejor las creencias adecuadas, pero les cuesta mucho más identificar las creencias ingenuas, y especialmente las plausibles.

Las dimensiones del cuestionario relativas a las definiciones de CyT e interacciones CTS tienen las puntuaciones de actitud más altas entre los profesores, mientras epistemología y sociología interna de CyT exhiben las actitudes peores.

La comparación entre especialidades científicas y no científicas del profesorado no muestra las altas diferencias que podrían ser esperables a favor de los profesor de formación básica científico, pues apenas un 15% de las creencias evaluadas presentan diferencias que son estadísticamente significativas.

Entre profesores y profesoras, las diferencias globales son aún menores; incluso cuando se controla la especialidad, las diferencias de género prácticamente desaparecen, es decir, las diferencias entre profesores y profesoras en cada subgrupo de especialidades científicas y no científicas son inexistentes.

El diagnóstico también evalúa perfiles personales de cada profesor, identificando los puntos fuertes y débiles individuales. Esto permite establecer líneas bases individuales, a partir de las cuales se puede diseñar una formación personalizada para cada profesor y una reflexión guiada individualizada para mejorar la formación, así como valorar el progreso realizado individualmente como consecuencia de procesos de intervención formativos.

3. CONCLUSIONES

Los resultados presentados son útiles para planificar una formación inicial del profesorado sobre estas cuestiones. La implicación central de la baja calidad de las creencias del profesorado apunta a la necesidad de una formación inicial específica acerca de estas cuestiones. En particular, la escasa presencia de diferencias significativas entre profesores de formación científica y profesores de formación humanística es un indicador claro de la ausencia o deficiencia en la formación inicial del profesorado de ciencias sobre estas cuestiones, y en consecuencia, la necesidad de planificar y aplicar esta formación si los temas y cuestiones CTS y de NdC tienen que formar parte de la alfabetización científica que debe ofrecer el currículo escolar.

El análisis de los resultados en los diferentes países participantes es de interés para interpretar los resultados en contexto: identificar necesidades, trazar una línea base de puntos fuertes y débiles para realizar un seguimiento futuro, proponer estrategias y políticas necesarias para mejorar la formación del profesorado, y, eventualmente, verificar la eficacia de las mismas.

4. REFERENCIAS

- Acevedo, J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación, edición electrónica*, http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 4(1), 42-66, http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm.
- Aikenhead, G. S. (2003). *Review of research on humanistic perspectives in science curricula*. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Research and the quality of science education. Noordwijkerhout, The Netherlands (August 19-23). En http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf.
- Aikenhead, G.S. y Ryan, A.G. (1989). *The development of a multiple choice instrument for monitoring views on Science-Technology-Society topics*. Final Report of SSHRCC Grant. Saskatoon (Canadá): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Manassero, M.A. y Vázquez, A. (1998). *Opinions sobre ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.
- Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Tarbiya*, 27, 27-56.
- Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2002). Las concepciones de estudiantes y profesores de ciencia, tecnología y su relación: Consecuencias para la educación. *Revista de Ciencias de la Educación*, 191, 315-343.
- 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.

- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 299-312.
- McComas, W.F., Clough, M.P. y Almazroa, H. (1998). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. En W.F. McComas (Ed.), *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies*, pp. 3-40. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science. *Science & Education*, 6(4), 331-354.
- NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Rubba, P.A. y Harkness, W.L. (1993). Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. *Science Education*, 77(4), 407-431.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2000). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. En I.P. Martins (Coord.): *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciencias experimentais*, pp. 219-230. Aveiro: Universidade de Aveiro. En Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001, http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica De los Lectores, Consultado 5/6/2005 en http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2005). Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), Consultado 2/4/2005 en http://www.saum.uvigo.es/reec/.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (1999). Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.
- Vázquez, A., Manassero, M. A., y Acevedo, J. A. (2005). Quantitative analysis of complex multiple-choice items in science technology and society: Item scaling. *Revista Electrónica de*

Investigación Educativa, 7 (1). Consultado 2/4/2005 en http://redie.uabc.mx/vol7no1/contents-vazquez.html

- Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, J. A. (2006a). An Analysis of Complex Multiple Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4).
- Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, J.A. (2006b). Aplicación del cuestionario de opiniones CTS con una nueva metodología en la evaluación de un curso de formación CTS del profesorado. *Tarbiya* 37, 31-66.

FRAUDE EN CIENCIA: UN ASPECTO CTSA CASI OLVIDADO[1]

Àgueda Gras-Velàzquez(1), **Elizabeth Mora Torres**(2), **Erika Patricia Daza Pérez**(3), **O. Yamile Pedraza Jiménez**(3), **Ana Gurrola Togasi**(4), **Yuri Milachay Vicente**(5), **Anthony Macedo Ardiles**(5), **Enric Ripoll i Mira**(6), **Albert Gras-Martí**(7)

(1) eLearniacs, Alemania (agueda@agvs.net), (2) SAEF-CI, Colombia (lizimoto@gmail.com), (3) GECOS, UPTC, Colombia, (erdaza1212@yahoo.es), (yamilepedraza@hotmail.com), (4) UNAM, México (togasi@servidor.unam.mx), (5) UPC, Lima, (ymilacha@upc.edu.pe), (amacedo@upc.edu.pe), (6) IES A Cañiza (zorro_0072002@yahoo.es), (7) Departament de Física Aplicada, Universitat de Alacant (agm@ua.es)

PALABRAS CLAVE: Fraude, mala conducta, plagio, falsificación de datos, ética en investigación, naturaleza de la ciencia, educación científica.

RESUMEN: Dar una buena definición de fraude científico es difícil, pero la extensión del fraude en la práctica científica es tan grande como en cualquier otra actividad humana. Tras unas consideraciones de tipo general sobre el fraude científico, analizamos el tratamiento que éste recibe en las publicaciones sobre enseñanza de las ciencias, y propugnamos su inclusión en la práctica docente junto con otros aspectos CTSA.

KEY WORDS: Fraud, misconduct, plagiarism, data forging, reseach ethics, nature of science, scientific education.

ABSTRACT

To give a good definition of scientific fraud is difficult, but the amount of fraud in scientific practice is as large as in any other human activity. We shall make some general considerations about scientific fraud and then shall analyze how publications in science teaching deal with fraud. We suggest to include this topic in teaching along other aspects of STSE.

INTRODUCCIÓN

El fraude es un ingrediente inevitable de cualquier actividad humana, especialmente en empresas e instituciones, y por supuesto también está presente en la actividad científica, que no se escapa de casos de corrupción, plagio, etc. Hay excelentes libros sobre el tema del fraude científico, desde el más reciente y monográfico de Judson (2004) hasta los análisis clásicos de Garfield (1980), Miller y Hersen (1992) y Grayson (1995). El análisis y cuantificación del fraude científico requiere en primer lugar definir sus características y tipología, aunque se encuentran

[1] XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, DCE, Almería 9-12-IX-08. http://www.23edce.com

dificultades para ello. En la bibliografía mencionada se detallan muchos casos de fraude, que a veces han sido silenciados y otros han terminado en el juzgado.

Por otra parte, los grandes debates científicos y sociales sobre sostenibilidad, cambio climático, células madre, etc., han puesto sobre el tapete la existencia de discrepancias entre la comunidad científica en temas vitales para la sociedad, y se hace más urgente la necesidad tanto de concienciar a los ciudadanos de las múltiples raznes que puede haber para estas discrepancias, como de adquirir (in)formación básica y clara en dichos temas para que puedan formarse una opinión fundamentada científicamente. El carácter personal de muchas opiniones, incluso las emitidas por científicos de renombre, sobre estos temas fundamentales para la sociedad nunca está libre de prejuicios, conflictos de intereses, posicionamientos políticos, etc.

Parece obvia, pues, la conclusión de que cuando se discute en el aula la naturaleza de la ciencia es necesario mencionar el fraude y al tiempo que se introducen las relaciones CTSA (Ciencia-Tecnología-Sociedad-medio Ambiente). Sin embargo, como veremos a continuación, el fraude es un aspecto olvidado en la educación científica y, curiosamente, no se considera habitualmente como un aspecto a analizar cuiando se discute el "método científico".

En este trabajo comentaremos las múltiples caras del fraude científico y sentaremos las bases para un posible tratamiento en el aula. El desarrollo de materiales adecuados (en forma de programas-guía de trabajo en el aula), así como su puesta a prueba en aulas de diferentes niveles educativos, será motivo de una publicación posterior.

CONSIDERACIONES SOBRE EL FRAUDE EN LA CIENCIA

Conviene tener presente una definición sencilla del fraude, aunque sea incompleta, y para ello tomaremos algunas reflexiones de Judson (2004). El fraude científico se suele describir con las siglas FFyP, correspondientes a *fabricación* (o invención de datos), *falsificación* (manipulación de los datos obtenidos; por ejemplo, seleccionando sólo los datos favorables a la propuesta que se tiene en mente) y *plagio* (copia y apropiación de propiedad intelectual, robo de ideas y de datos). Pero se debe diferenciar entre discrepancias y fraude. Las discrepancias son parte de la naturaleza del trabajo científico, donde siempre han existido; son aproximaciones diferentes al mismo objeto de estudio. El fraude es algo deliberado cuya intención es engañar, recibir reconocimiento cuando no se tiene las competencias necesarias, etc.

La Ciencia, como actividad humana, no puede escapar al fraude, que aparece, sobre todo, en las actividades humanas institucionalizadas

(religión, economía, política, industria, ejército, etc.). Claramente, el número creciente de casos de fraude en ciencia es una consecuencia del crecimiento sobreexponencial que ha tenido la actividad cientificotecnológica desde la 2ª Guerra Mundial. La ciencia, en la forma como la conocemos (y que nos parece tan "natural") no se había practicado así nunca antes en la historia de la humanidad. En las últimas décadas, los estados y algunas transnacionales han institucionalizado la actividad científica en universidades o en grandes centros de investigación y han puesto en nómina a miles de expertos en tareas de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación).

Este crecimiento tiene consecuencias estructurales: aumenta el número de científicos y la complejidad de los temas investigados, y las redes de relaciones entre científicos de un campo determinado se hacen más complicadas. Como muestra Judson (2004) con un sencillo ejemplo, la complejidad crece rápidamente: 10 personas que no se conocen necesitan hacerse 45 presentaciones, ¡pero 20 personas necesitan 190! Con esta complejidad, el paisaje competitivo cambia, y la transmisión de las tradiciones, de comportamientos y de valores se atenúa: hay mayores presiones, y menos restricciones. Ha cambiado radicalmente la manera como se comunican los científicos entre sí desde los tiempos en que Newton o Darwin escribían notas y cartas. Hoy en día se va a congresos, se usa el teléfono, el c/e, y otros instrumentos de comunicación que no dejan registros permanentes. Incluso los cuadernos de laboratorio o de observaciones se relajan, pues muchos datos se introducen directamente en el ordenador. Además, se ha generado una excesiva parcelación de la ciencia, consecuencia de la hiperespecialización, que dificulta el análisis de conductas poco claras. Estos son desarrollos muy recientes que se ven convulsionados por la irrupción imparable de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) y de la globalización económica y política. El sistema de la ciencia para los tiempos actuales está, como otros aspectos definitorios y organizativos de la sociedad, en un proceso profundo de cambio hacia modelos que están por inventar.

La estructura normativa de la ciencia

El proceso por el cual se construye y se refrenda la ciencia se suele basar en cuatro imperativos (Merton, 1942, Ziman, 2000): universalismo, comunismo, desinterés y escepticismo organizado. El término *universalismo* se refiere a que la investigación científica no tiene límites ni adscripciones políticas. El término *comunismo* propugna que la propiedad de la ciencia es común para todas las personas. Con el *desinterés* nos referimos a la supuesta prevalencia del interés común sobre el de los investigadores. Y con el *escepticismo organizado* se admite que todos los resultados de la ciencia serán contrastados antes de pasar al cuerpo de

conocimientos científicos. Asímismo, se presupone la *originalidad* de los trabajos científicos que se publican. A veces se usa el acrónimo CUDOS o CUDEOS como síntesis de los aspectos éticos de la práctica científica.

En el trabajo de Manassero y Vázquez (2001), que comentaremos más tarde, se discuten los contravalores que se pueden encontrar en la práctica de la ciencia, asociados a los valores anteriores pues la realidad de la práctica diaria de los científicos no siempre se corresponde con esos enunciados. La imagen tradicional de un científico es la de una persona motivada por nobles ideales, trabajando incansablemente en la búsqueda de la verdad, pero tristemente el fraude en la investigación es una innegable verdad, como demuestra una revisión histórica de los casos más publicitados, especialmente en la investigación biomédica.

Uno de los problemas que se presentan en la práctica científica es la "revisión entre pares", que a veces conlleva problemas de autoría o de plagio. Y hay graves contradicciones en la práctica científica: por ejemplo, la mayoría de los trabajos experimentales no se replican nunca (por desinterés, dificultades, coste, etc.), y la mayoría de las publicaciones científicas no son ni citadas ni leídas nunca, no pasan a ser parte de la ciencia viva. Hay varias razones para ello: muchas observaciones no se pueden reproducir (supernovas, terremotos, daño cerebral en un accidente, etc.) y otras, especialmente en investigación clínica, son difíciles de implementar (por ejemplo el efecto de los medicamentos o los efectos a largo plazo de fumar o de hacer dieta, o las exposiciones a las radiaciones electromagnéticas, etc.), porque pueden involucrar decenas o miles de personas, y varios años de estudio. Hoy en dia hay una nueva opción para la difusión de los trabajos científicos, cada vez más extendida, las publicaciones abiertas en Internet. Esta ofrece nuevas vías para las actividades fraudulentas, pero también permite una mayor garantía de transparencia y seguimiento del proceso de generación de conocimiento científico.

La competitividad, los incentivos económicos (de grandes empresas con ánimo de lucro) o profesionales (el Nobel como objetivo) constituyen un caldo de cultivo que favorece la especialización y la tentación de fraude. Las grandes instituciones (iglesia, *establishment* científico, transnacionales, etc.) proclaman que el fraude es raro y aislado, y que la institución se autoregula. Pero la evidencia señala lo contrario, y a quien denuncia un posible fraude se le silencia, persigue o tilda de mentiroso. El impacto potencial del fraude es incalculable, pues el fraude amenaza la confianza pública en la ciencia. Un problema importante asociado a las denuncias de fraude es que las acusaciones siempre perjudican a la reputación de personas e instituciones, y los perjuicios perduran aunque sean

infundadas (Judson, 2004). Por otra parte, no existen aún políticas claras para encontrar y enfrentar el fraude en la investigación (Buitrago, 2004).

PRESENCIA DE LA PROBLEMÁTICA DEL "FRAUDE" EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

En general, el fraude parece ser un aspecto olvidado en la educación científica. Para comprobar este hecho con algunos datos, pero sin ánimo de exhaustividad, hemos revisado varias fuentes bibliográficas que contienen abundantes recursos para el profesorado: diversos libros, una tesis doctoral, la revista *Enseñanza de las Ciencias* y un sitio Web (el de la asociación AEFiQ-Curie, http://www.curiedigital.net perteneciente a una asociación de profesores de física y química).

Así, cuando se busca con medios digitales la palabra "fraude" en alguna de las fuentes anteriores, sólo aparece, y en general de manera tangencial, en muy pocos ítems, a saber: en cuatro artículos de la revista, en uno de los libros y en un par de trabajos (uno sobre contaminación y otro sobre un caso de la historia de la ciencia). Comentaremos brevemente estas aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias al tema del tratamiento del fraude científico en el aula.

En el sitio Web de la AEFiQ-Curie tan solo aparece la temática "fraude" en un trabajo de 1996 de un Grupo Ecologista (Arribas, 2004), que trata de "La problemática ecológica en torno a la incineración de resíduos sólidos urbanos" y en un artículo (Facal, 2006), donde se comentan casos de grandes científicos que han cometido errores burdos.

El tema del fraude está ausente, a pesar de los objetivos de formación científica declarados, en los libros de Membiela y Padilla (2005), y de Gil et al. (2005), o en la tesis doctoral de Traver (1996) sobre sobre uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. Sin embargo, Solbes (2002) sí que dedica en su libro un capítulo a ética y fraude en la ciencia y, con el sugestivo título de *Ciencia y ética: Cudos*, se abordan las responsabilidades de los científicos y la necesidad de evaluación y control de la ciencia y de la tecnología, así como las finalidades y valores en la ciencia.

Finalmente, en la gran cantidad de artículos publicados por la revista de Enseñanza de las Ciencias durante los últimos 8 años (2000-2007) tan solo en 4 ítems aparece la mención de la palabra "fraude". Veámoslos.

1r ítem. En una tesis doctoral (Torralbo Rodríguez, 2001) se comprueba (el subrayado es nuestro) "…*la consolidación de la didáctica de la matemática, en España, como una disciplina científica plenamente institucionalizada, de acuerdo con los indicadores cientimétricos habituales en este tipo de estudios. También hemos determinado los índices de productividad de directores e instituciones de investigación, permitiendo, en un*

futuro-presente, que exista la oportunidad de tomar decisiones más ajustadas, detectar plagios y fraudes, y confirmar el crecimiento de esta disciplina mediante el esfuerzo acumulativo de sus científicos". La existencia de estudios como éste demuestra que el fraude está latente en todos los niveles y áreas de investigación.

2º ítem. En el trabajo de Campanario (2004) sobre los usos didácticos de los trabajos de investigación que se publican en las revistas científicas o revistas de divulgación, se recuerda que incluso en la enseñanza universitaria las ideas del alumnado sobre los procesos de construcción de la ciencia pueden ser inadecuadas. Además, comenta el autor que se detectan diferentes tipos de artículos en las publicaciones científicas. Los más comunes son (el subrayado es nuestro): *Artículos de investigación, de revisión, de retracción (un autor corrige o retira un trabajo propio anterior debido a factores diversos, como la imposibilidad de replicar los resultados, denuncias de fraude, errores, etc.), artículos con comentarios o críticas, y artículos teóricos.* Vemos que el tema del fraude está presente como una categoría más de los artículos científicos.

3r ítem. La publicación de Manassero y Vázquez (2001), sobre características de los científicos, comparte los objetivos del presente trabajo y puede ser muy útil para tratar el tema del fraude en el aula. El estudio se centra en la sociología interna de la ciencia, como los valores y la organización de la comunidad científica y analiza las actitudes básicas de estudiantes y profesorado sobre los valores característicos del trabajo de los científicos. Destaca (el subrayado es nuestro) "*la evidencia histórica de sesgos, errores y fraudes en la ciencia*", que ha generado un punto de vista en que se distingue el proceso de generación de conocimiento (sometido a todo tipo de debilidades y grandezas humanas) del proceso de validación del conocimiento (que es más neutro, y libre de valores e intereses). Mediante encuestas a alumnos y profesores se constata "el analfabetismo científico del alumnado respecto a la ciencia, y el funcionamiento de la comunidad científica como sistema de control y comprobación de los trabajos de los científicos, y reclama la necesidad de una educación basada en los postulados CTS para una mejor alfabetización sobre la naturaleza de la ciencia.

4º ítem. El trabajo de Pedrós et al. (2007) se centra en las cartas a los editores de revistas científicas como uno de los elementos que contribuyen a la difusión del conocimiento y al esclarecimiento de cuestiones y de comportamientos dudosos. La transmisión de una ciencia centrada en leyes y conceptos, descontextualizada y ahistórica es un gran déficit de la didáctica de las ciencias, donde el fraude o la lucha por la prioridad resultan, con frecuencia, incómodos para las visiones simplistas de la ciencia.

Vemos, pues, que hay una muy escasa presencia del tema del fraude en las publicaciones sobre la enseñanza/aprendizaje (E/A) de las ciencias.

Conclusión: ¿por qué considerar el tema del fraude en el aula?

De la misma manera que hay corrientes pedagógicas, dentro del constructivismo, que proponen (Gil, 2005) que la práctica docente-discente emule el proceso de formación de un joven investigador cuando entra a formar parte de un equipo, tendremos que admitir que en el proceso de E/A se deben de incluir consideraciones sobre aspectos éticos de la ciencia, aunque sea como una actividad complementaria más. En un modelo educativo que no esté basado en la transmisión y reproducción de conocimientos sino que el proceso seguido en la generación del conocimiento científico, la metodología, el trabajo en equipo, las formas de razonar, etc., sean igualmente importantes, las consideraciones sobre la estructura normativa de la ciencia, y cómo ésta se puede vulnerar, cobran todo su significado. Se pueden diseñar, por ejemplo, programas-guía de actividades (debates, webquests, o incluso películas o documentales) a partir de hechos históricos sobre fraudes y disputas en las ciencias. Las consideraciones en torno al fraude científico deben ser ingrediente esencial en cualquier curso que considere la naturaleza de la ciencia (qué es, cómo se construye, qué fines tiene, avances, retrocesos, etc.). No es de extrañar que esta temática haya estado ausente de los cursos tradicionales en los que lo más importante es la transmisión de conceptos en estado final.

Aunque no hemos hecho un estudio de campo, nuestra experiencia personal como alumnos y docentes de ámbitos geográficos muy dispares nos permite afirmar que, en general, no se habla de fraude en los estudios universitarios de ciencias. Pero, lo que es aún más grave, el estudiante de pregrado no adquiere durante la carrera una idea clara de cómo se genera y se difunde la ciencia. Tal vez habrá consultado algunas separatas o artículos científicos, pero raramente habrá tenido ocasión de comentar con algún investigador cómo se elabora, se redacta y se publica un trabajo científico. Este desconocimiento se traslada, más tarde, a la práctica docente en los niveles no universitarios.

Pero incluso desde el punto de vista del docente, aunque no incluya la investigación entre sus actividades, necesita tener una formación mínima en aspectos éticos de la ciencia, así como en cuestiones prácticas relacionadas, como los derechos de autor, el plagio, el copyright, etc. Y estas informaciones las debe de hacer llegar, también, a sus alumnos.

Así, pues, la formación de los profesores debe ser multidisciplinar y más amplia. La cultura científica del profesor debe aumentar, no sólo debe conocer a profundidad su disciplina sino también aproximarse a la ciencia desde otros puntos de vista como el de la ética, la filosofía o la sociología.

Hay una enorme resistencia de muchos profesores a hacerlo pues no le encuentran utilidad y no se sienten preparados para incursionar en este campo que les causa desconcierto; es más fácil seguir haciendo las cosas como hasta ahora. Los programas de formación de profesores tampoco consideran aspectos éticos y los cursos y actividades dirigidas a los profesores son muy especializadas (química para químicos, biología para biólogos); raramente un profesor asiste a un congreso de ciencia e historia, o ciencia y género, por ejemplo. En una publicación posterior abordaremos estos temas, y daremos ejemplos concretos de la elaboración de materiales adecuados para su uso en el aula de ciencias.

Bibliografía

Arribas, C. (1996) La problemática ecológica en torno a la incineración de resíduos sólidos urbanos. http://www.curiedigital.net

Buitrago, J. (2004). Fraude y engaño en la investigación biomédica, *Colombia Médica* 35 (2) 93-100. (En línea: http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol35No2/cm35n2a7.htm).

Campanario, J. M. (2004). Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3) 365–378.

Facal, J. (2006) *Os raios que nunca existiron*. X Jornades de l'AEFiQ-Curie (en http://www.curiedigital.net/curiedigital/2006/contribucions/Facal%20-%20raios.pdf).

Garfield E. (1980). *The ethics of scientific publication. Essays of an information scientist.* Philadelphia: ISI Press.

Gil, D. (editor), 2005, *Cómo promover el interés por la cultura científica. Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*, UNESCO. (En http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/como_promover_interes_cultura_cientifica.pdf)

Grayson L. (1995). *Scientific deception*. Londres: The British Library Board.

Judson, H.F. (2004) *The great betrayal: Fraud in Science*. Florida: Harcourt.

Manassero Mas, M.A. y Vázquez Alonso, Á. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos, *Enseñanza de las Ciencias* 19 (2), 255-268.

Membiela, P. y Padilla, Y. (editores). (2005). *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad*

en los inicios del siglo XXI. Descargable de http://webs.uvigo.es/educacion.editora/Volumenes.htm

Merton, R.K. (1942) The Normative Structure of Science. En: R.K. Merton, *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago: University of Chicago Press. (Ver, también, CUDOS, en http://en.wikipedia.org/wiki/Cudos).

Miller D y Hersen M. (1992). *Research fraud. In the behavioural and biomedical sciences*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Pedrós Pérez, G., Martínez Jiménez, M.P. y Varo Martínez, M. (2007). Un planteamiento científico y social en la didáctica de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (2), 195–204.

Solbes, J. (2002). *Les empremtes de la ciència*. *Ciència, Tecnologia, Societat: unes relacions controvertides.* Ed. Germania, Alzira. Resumen descargable de http://www.curiedigital.net/activitats02-03/programa-vii-jornades.PDF

Torralbo Rodríguez, M. (2001) Análisis cientimétrico, conceptual y metodológico de las tesis doctorals españolas en educación matemática. Tesis doctoral. *Enseñanza de las Ciencias*, 2002, 20 (3).

Traver, MJ. (1996). *La història de les ciències en l'ensenyament de la física i la química,* Tesis Doctoral de la Universitat de València. (En http://fisica-basica.net/recerca-didactica/TESIHIST.PDF).

Ziman, John (2000). *Real Science: what it is, and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN SECUNDARIA A TRAVÉS DE CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

Autores: LUPIÓN COBOS, Teresa* y GARRIDO JIMÉNEZ, Luis Fernando

***Centro del Profesorado de Málaga (teluco@cepmalaga.com)**

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Científica, Formación del Profesorado, Ciencias para el Mundo Contemporáneo

RESUMEN:

La inserción en el currículum de bachillerato de la nueva asignatura *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*, es el punto de partida para aproximarnos a una necesaria alfabetización científica de todos los ciudadanos, y analizar cómo dicha asignatura puede ser un excelente vehículo con el que llevar a cabo esa alfabetización.

Para conseguir los objetivos que la nueva materia propone, es esencial una acertada planificación y un desarrollo adecuado de su programación por parte del profesorado. Como medio idóneo para ayudarle en esas taras, se diseñó y realizó el curso "*Alfabetización científica en secundaria a través de Ciencias para el Mundo Contemporáneo"*.

Esta comunicación recoge las finalidades, contenidos y dinámica del curso, se describen las propuestas que se debatieron para diseñar una programación de la asignatura y las conclusiones obtenidas.

SUMMARY

The insertion in the curriculum of baccalaureate of the new subject *Sciences for the Contemporary World*, is the starting point to approach a necessary scientific literacy of all the citizens, and to analyze how the above mentioned subject can be an excellent vehicle with which to carry out this literacy.

To obtain the objectives that the new matter proposes, there is essential a right planning and a adequate development of her programming on the part of the professorship. As suitable way to help him in these tasks, the course "*Scientific Literacy in secondary across Sciences for the Contemporary World"*, was designed and realized.

This communication includes the objectives, contents and dynamics of the course, there are described the offers that were debated to design a programming of the subject and the obtained conclusions.

1. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DE LA CIUDADANÍA

En el momento actual, el paradigma educativo de la necesaria Alfabetización Científica para todos los ciudadanos nos plantea la ineludible reflexión de abordar la educación científica, como parte de la educación general, en las diferentes etapas educativas.

En la *Conferencia mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI*, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, celebrada en Budapest en 1999 se declaraba: " Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos", y se añade: "Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos".

Sin embargo, en la actualidad se constata en el conjunto de países desarrollados, un escaso interés por parte de los adolescentes durante su educación secundaria hacia las materias científicas. El elevado porcentaje de estudiantes que presentan un cierto fracaso escolar al respecto, hace que se eleve el número de grupos excluidos del conocimiento científico y del uso de sus beneficios. Así, el notable descenso que se está experimentando en todos los países de nuestro entorno hacia los estudios de Ciencia y Tecnología así como la disminución, identificable en mayor o menor grado, en la calidad de los recién graduados se han puesto de manifiesto tanto a través de estadísticas educativas objetivas publicadas por entidades internacionales e intergubernamentales, UNESCO, OCDE y UE, como por los datos sobre el rendimiento entre los escolares obtenidos a partir de proyectos de investigación de estudios comparativos como el TIMSS (Estudio internacional sobre tendencias en Matemática y Ciencia) o los PISA (Programas para la Evaluación Internacional Estudiantil).

En España, la FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT), ha realizado un estudio publicado en 2003 sobre la "Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología por parte de los adolescentes menores de 18 años y jóvenes españoles entre 18 y 24 años". El estudio se ha destinado fundamentalmente a sondear la actitud de los jóvenes hacia

los estudios científico-tecnológicos y, en general, hacia la presencia de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.

Al analizar la evolución, a lo largo de los últimos años, de las actitudes y aptitudes mostradas por los alumnos que se hallan entre la enseñanza preuniversitaria y la universitaria se encuentra que: "mientras que en la Enseñanza Secundaria existe una cierta tendencia al descenso de la proporción de alumnos que eligen opciones de Ciencias y también hacia la "masculinización" de esas opciones, ya de por sí relativamente sesgadas hacia los varones, esa misma tendencia no se ve reflejada en la elección de carrera al ingresar en la Universidad, donde más bien sucede justo lo contrario: el porcentaje de alumnos de Ciencias aumenta ligeramente, y crece un poco más el de mujeres que el de varones" (Zamora y otros, 2004).

En cuanto a la presencia en la sociedad española de las Ciencias y la Tecnología se desprende que, en general, nuestros ciudadanos tienen una imagen positiva de ambas, ya que consideran que los avances tanto en uno como en otro campo, contribuyen a mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Esta imagen positiva, procede desde su punto de vista, del trabajo desarrollado por los médicos y los científicos, cuyos resultados se divulgan fundamentalmente a través de Internet, los programas de radio y TV de divulgación científica y las revistas especializadas. No obstante, esta población considera que la investigación científica y tecnológica en España se sitúa muy por debajo de la del resto de países de la UE. La razón que aducen para este retraso es la escasa inversión que se hace en nuestro país para la investigación sobre Ciencia y Tecnología, considerando por tanto imprescindible que aumenten los recursos destinados a la investigación aplicada.

Se han propuesto una amplia gama de posibles causas de esta situación: currículos obsoletos, dificultad del conocimiento científico, falta de docentes cualificados, tendencias anticientíficas, cuasicientíficas y "alternativas", imagen estereotipada de científicos, valores y carácter distintivo de la ciencia, nuevos modelos sociales,... que nos plantean el desafío actual de una educación científica y tecnológica que suministre a los ciudadanos la formación que requiere la participación significativa e independiente en las democracias modernas.

2. CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

Ante estos retos, las distintas instituciones educativas, han promovido estrategias de enseñanza de las ciencias incorporadas a los currículos oficiales a través de materias que, con diferentes acepciones en cada país, responden a promover un proyecto de alfabetización científica que incluya, por definición, a todos los alumnos. En este sentido en España aparece en

el RD 1467/2007, de 2 noviembre, que establece la estructura del bachillerato y fija sus enseñanzas mínimas, una nueva materia, común a todas las modalidades, denominada CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO, cuya finalidad central recoge el dar respuesta adecuada al reto que tiene la sociedad del conocimiento del siglo XXI de que *"la ciudadanía tenga conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad".*

Analizando los objetivos, contenidos y criterios de evaluación que recoge, éstos se encuentran centrados en que el estudiante pueda desarrollar una cultura científica que le aporte medios de búsqueda y selección de información cara a su participación ciudadana ante los cambios y transformaciones cotidianos así como a la comprensión de los complejos problemas actuales que afectan a nuestra sociedad que implican a la ciencia, la tecnología y al medioambiente y comprender los procedimientos metodológicos que utiliza la ciencia para abordarlos, adquiriendo actitudes tendentes a fundamentar sus valoraciones.

Estos planteamientos requieren de una metodología de trabajo constructivista basada en la investigación y resolución de problemas donde las corrientes didácticas de orientación CTS y el enfoque de alfabetización científica impregnan el marco de actuación.

Una asignatura como ésta debe coordinar las interacciones de aprendizajes formal y no formal para el alumnado siendo muy importante incorporar actividades que incluyan noticias e informaciones de los medios de comunicación social, visitas a los centros de ciencia y museos, a programas de educación de la industria, así como a programas extraescolares para los alumnos, programas de educación comunitaria y otros logros no formales del aprendizaje de la ciencia.

En suma, la nueva materia *Ciencias para el Mundo Contemporáneo* requiere un cambio de planteamiento no sólo a nivel de contenidos sino fundamentalmente metodológico y epistemológico, respecto al enfoque que se da en la enseñanza tradicional de las ciencias, y es en este punto donde la formación permanente del profesorado debe habilitar destrezas, capacidades y competencias que permitan al docente la realización de su tarea profesional en condiciones apropiadas para conseguir los logros que la educación científica de nuestro alumnado necesita.

3. FORMACIÓN PERMANENTE DEL PROFESORADO. CURSO DE FORMACIÓN: "ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN SECUNDARIA A TRAVÉS DE CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO".

El sistema educativo debe acomodarse a los cambios sociales que exige la sociedad en que vivimos, convirtiéndose los centros educativos en espacios creadores de conocimiento, capacitadores de ciudadanos y profesionales. Para ello se precisa mejorar la calidad de su producto educativo no sólo a través de la adquisición y modernización de sus infraestructuras sino especialmente actualizando la formación permanente e inicial de su profesorado. En esta línea se requiere incentivar la formación de equipos docentes que estén implicados en la innovación y la investigación, y que permitan la incorporación del profesorado novel, rompiendo de esta forma el tradicional aislamiento en el que esta formación se ha venido produciendo.

Se requiere, por tanto, un nuevo perfil del enseñante al ritmo de las exigencias de la necesaria y constante actualización científico-didáctica, así como de la propia innovación tecnológica, lo que plantea nuevos contenidos formativos como:

- Formaciones específicas en las áreas de conocimiento con especial incidencia en los temas claves que la sociedad actual demanda.

- Aplicaciones concretas de metodologías y recursos didácticos utilizados y aplicados en el aula por equipos de investigadores y docentes.

- Conocimientos sobre procesos de comunicación y de significación de los contenidos generados por las NTIC.

- Diferentes maneras de trabajar desde distintas disciplinas usando NTIC.

- Criterios organizativos y didácticos sobre su uso en la planificación del aula y del Centro.

- Intercambios de comunicación y difusión de experiencias e innovaciones a nivel individual y/o colectivo, implicaciones en la propia formación permanente.

- Relaciones con los Centros de Profesores y con Comunidades de Aprendizaje.

Con este eje conductor ofertamos en nuestro Centro del Profesorado, dentro de la línea prioritaria de actualización científico-didáctica para docentes de ciencias experimentales, el curso de formación que describimos a continuación y cuyo análisis es el objeto de esta comunicación.

4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

Al ritmo del nuevo perfil del enseñante que demanda la Sociedad del Conocimiento actual y con el objetivo de dar a conocer y acercar al profesorado de Ciencias experimentales la nueva asignatura de Bachillerato *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*, se diseña esta acción formativa que se concreta en un curso de formación que se realiza a lo largo del mes de

abril en un instituto de la ciudad de Málaga, incorporando al propio bagaje formativo del profesorado participante nuevos contenidos tanto de índole metodológico como epistemológico, sin olvidar la inexcusable aportación de competencias tecnológicas.

Los objetivos generales del curso así como su programa se recogen en el Anexo I. En la realización del mismo contamos con la participación de 55 profesores de secundaria de las especialidades de Biología-Geología y Física-Química de diferentes centros tanto del ámbito geográfico de nuestro Centro del Profesorado de Málaga capital como de otros de nuestra provincia.

El curso se planificó con una duración de 30 horas de formación para las que se diseñaron diferentes tipos de sesiones, organizándolas de la siguiente forma:

- *Sesiones presenciales*, de tres horas de duración cada una, sobre contenidos recogidos en el decreto oficial, donde se actualiza al profesorado en la temática, se plantean cuestiones de índole epistemológico, se aportan propuestas para la metodología de aplicación en el aula, así como recursos y referencias bibliográficas tanto para el profesorado como para el alumnado.

- *Sesión no presencial*, de elaboración de una propuesta de programación de la asignatura recogida a través de un informe, INFORME DE PROGRAMACIÓN (Anexo II) abordando los objetivos, contenidos, temporalidad y evaluación, y considerando y explicitando aspectos tales como: entorno del centro educativo, características del alumnado (modalidades de bachillerato, formación científico-tecnológica de partida, …), coordinación de Departamentos implicados (Biología-Geología y Física-Química). Dicho *informe*, subido a la Red Virtual del Profesorado de Física y Química de la Plataforma de Teleformación de nuestro Centro del Profesorado (www.cepmalaga.com/moodle/), sirve a su vez de recurso para la comunidad de aprendizaje que pertenece a la misma (unos 300 profesores de nuestra provincia), permitiendo difundir esta propuesta formativa entre todo el profesorado usuario y el visitante de manera

virtual, y sirviendo de soporte donde ubicar las distintas aportaciones sobre aspectos curriculares específicos para esta materia. Asimismo, el profesorado participa en un foro de discusión creado a tal efecto, estando "en abierto" el acceso al espacio virtual.

- *Sesión final*, de análisis y debate entre el profesorado asistente, con puesta en común e intercambio de las propuestas de programación para la asignatura y su aplicación en el aula (propuesta de objetivos, secuenciación de contenidos, temporalidad y criterios de evaluación).

5. ÁNALISIS Y VALORACIÓN DEL CURSO

Una vez terminadas las sesiones presenciales destinadas al desarrollo de las distintas ponencias, se llevó a cabo la sesión final del curso en la que se desarrolló un *Debate Conjunto* analizando los informes de programación de cada profesor, así como sus comentarios en el Foro de Discusión abierto al efecto, que previamente habían subido a la red virtual del Profesorado de Física y Química de la Plataforma de Teleformación de nuestro Centro del Profesorado.

Asimismo, se pasó al profesorado un *Cuestionario de Valoración* del curso con preguntas de formulación abierta y cerrada cuyos resultados comentaremos posteriormente.

* Del ***DEBATE CONJUNTO*** de los informes y comentarios sobre la programación, resaltamos los siguientes aspectos:

El ***entorno del centro*** y por tanto *las* ***características del alumnado***, es un factor a considerar a la hora de enfocar los contenidos de esta nueva materia y la metodología empleada para su exposición. Por ello, la programación tendría que ajustarse a las inquietudes y necesidades de cada comunidad educativa. Los alumnos no manifiestan, en su mayoría, un interés por la Ciencia más allá del necesario para aprobar las materias y, en caso de hacerlo, no suelen profundizar en una idea ni en una opinión crítica. Alumnos que mostraban aversión hacia las asignaturas de Ciencias, y que han optado por el bachillerato de Humanidades y Sociales, de nuevo se enfrentan obligatoriamente a contenidos en los que no encuentran ningún atractivo.

La escasez de alumnos en Bachillerato de Ciencias puede propiciar que en una materia común como ésta, estén juntos con los alumnos de Humanidades y Sociales, los cuales pueden haber cursado o no asignaturas de Ciencias en 4º ESO, con lo que tendríamos en la misma clase alumnos con distintos niveles para afrontar esta asignatura, situación en la que tal vez habría que considerar los conocimientos de cada grupo.

Todo lo anterior ha de plantearse en el ***diseño de la programación***. Generalizadamente se cree que debería hacerse de forma conjunta entre todos los profesores y departamentos implicados en su impartición, es decir Biología/Geología y Física/Química, ya que los contenidos competen como mínimo a esas disciplinas.

Alguna opinión sugiere que la nueva asignatura parece más asequible para el área de Biología y Geología, pues sólo el apartado de "Nuevos materiales" guarda más relación con el área de Física y Química, y otro "Tecnologías de la Información", es una herramienta común a todos los ámbitos. Por otra parte, el sentir general es que la programación deberá ser común para todas las modalidades de Bachillerato. No debe hacerse distinción entre alumnos de ciencias y de letras. Sólo han tenido un curso con distinto itinerario y la mayor parte de los temas que se han de abordar no se han tratado o se ha hecho de modo superficial.

Hay quien apunta, que en caso de tener alumnos separados en grupos de Ciencias y de Sociales, podrían hacerse programaciones adaptadas al nivel científico que tengan los alumnos de cada grupo.

De los ***objetivos*** del Real Decreto 1467/2007, destacan los siguientes:

- Conocer cualitativamente algunos conceptos, leyes y teorías.

- Partir de temas de actualidad e interés para el alumnado.

- Obtener información, analizarla críticamente, debatirla y comunicarla con claridad.

- Conocer los problemas de salud importantes planteados en la sociedad.

- Valorar la contribución de la ciencia en la mejor calidad de vida de la sociedad, tanto económica como sanitaria y social.

- Conocer los problemas que plantea el desarrollo aparentemente imparable de la sociedad, como el cambio climático, basuras, etc.

- Utilizar términos técnicos y científicos con rigor.

- Consolidar una madurez personal y social para actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico.

- Usar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.

- Comprender la naturaleza de la Ciencia y sus limitaciones, así como sus relaciones con la Tecnología y la Sociedad, valorando las implicaciones entre avances científicos y aplicaciones tecnológicas.

- Relacionar la experiencia cotidiana con la científica, valorando el interés y curiosidad de la sociedad por conocer el desarrollo de nuevas aplicaciones de la Ciencia en la vida diaria.

En cuanto a los ***contenidos*** parece difícil abarcar, en dos o tres horas semanales, la totalidad de los recogidos en el citado Real Decreto. Por ello muchas opiniones pasan por seleccionar algunos de los temas:

1. Contenidos comunes: puede funcionar como hilo conductor en el resto de apartados, impregnando su desarrollo desde el punto de vista conceptual o epistemológico.

2. Nuestro lugar en el Universo:

Origen del Universo. Génesis de los elementos. Exploración del sistema solar. De los homínidos fósiles al Homo sapiens.

3. Vivir más, vivir mejor:

Salud. Estilos de vida saludables. Enfermedades infecciosas y no infecciosas. Uso racional de los medicamentos. Revolución genética. Genoma humano. ADN e ingeniería genética. Clonación y sus aplicaciones. Células madre. Bioética.

4. Hacia una gestión sostenible del planeta:

Sobreexplotación de recursos y fuentes de energía. Contaminación, desertización, aumento de residuos. Cambio climático. Principios generales de sostenibilidad.

5. Nuevas necesidades, nuevos materiales:

Desarrollo científico-tecnológico y sociedad de consumo. Nuevos materiales. Nuevas tecnologías: nanotecnología. Reducción, reutilización y reciclaje. Basuras.

6. La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento: tratado como herramienta metodológica durante el curso.

Procesamiento, almacenamiento e intercambio de información. El salto de lo analógico a lo digital. Internet, un mundo interconectado.

Sobre la ***metodología***, cada unidad podría desarrollarse según:

- Introducción que capte el interés de los alumnos.
- Sondeo de sus conocimientos previos.
- Planteamiento teórico- expositivo riguroso pero no muy denso.
- Recogida de información de medios de comunicación e Internet.
- Elaboración y presentación de la información recopilada.
- Explicación y conclusiones

Se podrían realizar distintos tipos de tareas:

- Búsqueda bibliográfica, en periódicos, revistas e Internet.

- Visionado de películas, documentales, etc.

- Pequeños trabajos de investigación mediante encuestas, tratamiento de los resultados y elaboración de conclusiones.

- Actividades del libro de texto.

- Exposiciones orales apoyadas en diapositivas powerpoint.

- Debates sobre temas científicos de actualidad.

- Visitas a Museos de Ciencias, Parque Tecnológico, Facultad de Ciencias y Escuelas Técnicas.

- Elaboración de un cuaderno-guía de actividades y de un diccionario de términos científicos.

- Actividades de laboratorio y de campo.

De un modo general, la ***evaluación*** considerará, entre otras cosas:

- Capacidad del alumno para elaborar, presentar e informar de manera argumentada sus trabajos.

- Utilización con eficacia de los recursos tecnológicos y el lenguaje apropiado para la difusión y el entendimiento de las ciencias.

- Espíritu crítico frente a informaciones o fuentes pseudocientíficas, aparecidas en medios de comunicación o en los debates de clase, basándose en pruebas, evidencias o en criterios personales igualmente argumentados.

* Del ***CUESTIONARIO DE VALORACIÓN*** (Anexo III), los resultados, con ítems categorizados MAL, REGULAR, BIEN Y EXCELENTE, mostraron índices de aceptación muy similares en todos los aspectos objeto de valoración, cifrándose una calificación promedio de BIEN.

Por encima de esta calificación, entre BIEN y EXCELENTE, se valoran algunos ítems de los *objetivos* planteados, tales como "*contribuir a conocer la asignatura CMC*" y *"abordar estrategias para alfabetización científica".* De los *contenidos de la actividad* sobresalen: "*utilidad práctica*" y "*adecuación a su nivel formativo*". Sobre la *Metodología* desarrollada en el curso destacan "*ha sido la adecuada"* y "*ha habido oportunidades de participación*".

Las preguntas de formulación abierta reflejaron los siguientes aspectos positivos relativos a "LO QUE MÁS ME HA GUSTADO": "*Variedad y calidad de ponencias y ponentes", "Planteamiento y utilidad del curso", "Visión global de la asignatura" y "Materiales muy accesibles y de calidad".*

Sobre la pregunta "¿QUÉ APLICARÍAS DE FORMA INMEDIATA EN TU AULA DE LA FORMACIÓN RECIBIDA?", indican: "*Materiales y bibliografía", "Me-*

todología para abordar los temas" y "Propuestas de programación de la asignatura".

Por otro lado, queremos resaltar la importancia del uso de nuestra Plataforma Virtual y el uso de las Redes del Profesorado de Biología y Geología y de Física y Química, como herramientas de comunicación y dinamización con y entre nuestro profesorado, recurso que nos permite conectar con "realidades" (dificultades y logros) educativas y necesidades formativas directas, manteniendo un contacto personal activo y participativo.

De igual modo, desde la Formación del Profesorado nos proponemos seguir trabajando coordinadamente con los compañeros de las Asesorías de Infantil y Primaria (GALLEGO y LUPIÓN, 2007), para planificar una mejor oferta formativa del ámbito científico-tecnológico en todos los niveles educativos.

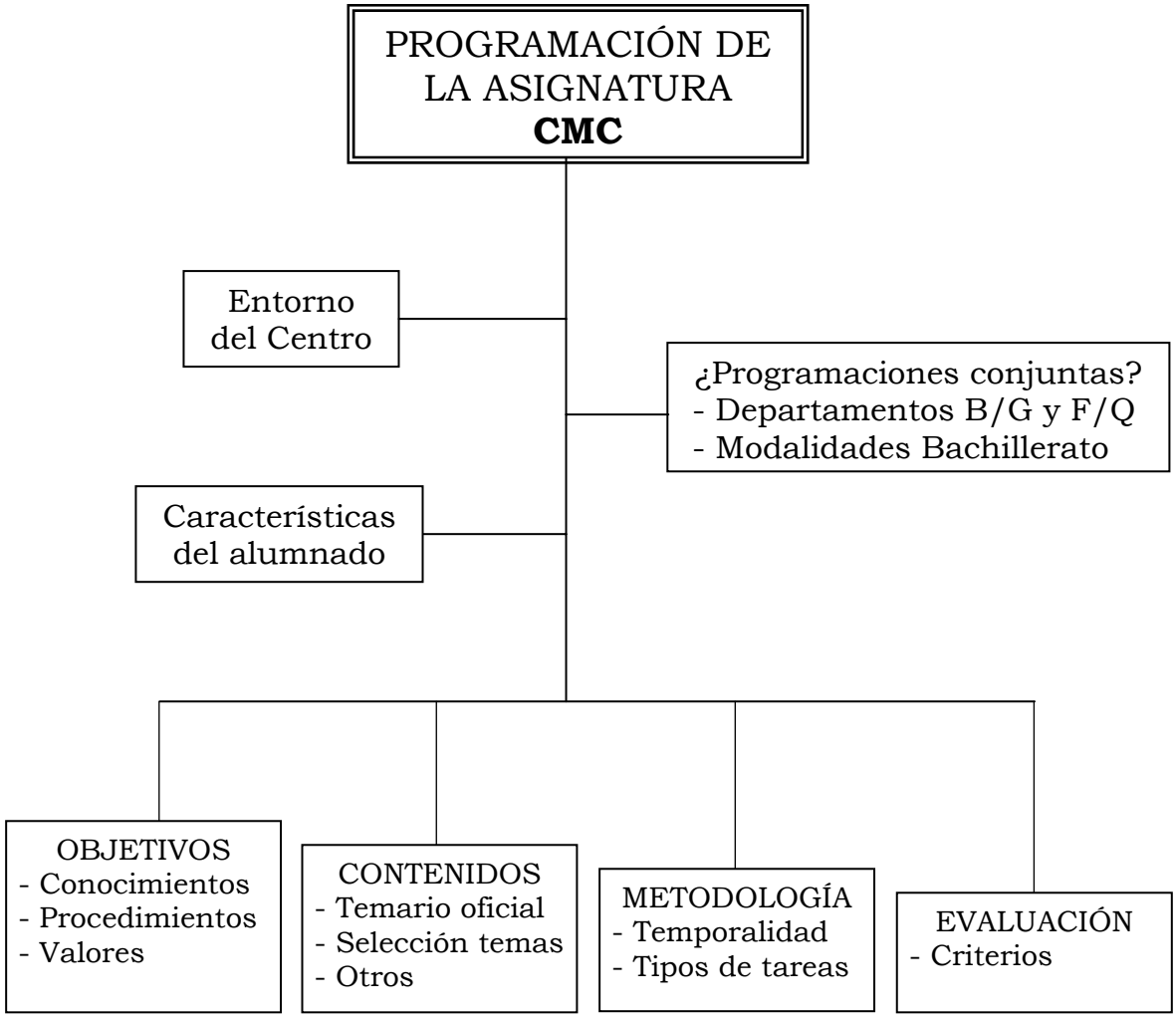
ANEXO I. OBJETIVOS, CONTENIDOS Y PROGRAMACIÓN DEL CURSO

OBJETIVOS	CONTENIDOS
• Estudio y desarrollo del programa de esta nueva asignatura, obligatoria para todos los alumnos de bachillerato a partir del próximo curso 08/09. • Diseño de programaciones y aplicación de propuestas concretas de actuación.	• Introducción a la asignatura CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO. • Competencias científico-tecnológicas. • Casos prácticos para el desarrollo de contenidos. • Ejemplificaciones de unidades didácticas para su aplicación en el aula.

Abril
17-20 h

	PROGRAMA
Día **1** martes	**Introducción a la nueva asignatura "Ciencias para el mundo contemporáneo". Análisis y preguntas.** ***D. Antonio Moreno.*** *Instituto Superior Formación Profesorado. MEC. Madrid*
Día **2** miércoles	**Hacia una gestión sostenible del planeta. El cambio climático.** ***D. Emilio Pedrinaci****. IES El Majuelo. Gines (Sevilla)*
Día **8** martes	**Con faldas y en la Ciencia. Contribución de la mujer a la Ciencia.** ***Dª. Paloma Alcalá****. Comisión "Mujer y Ciencia" del CSIC.*
Día **9** miércoles	**Nuestro lugar en el Universo.** ***D. Sebastián Cardenete****. Centro de Ciencia PRINCIPIA. Málaga*
Día **15** martes	**Introducción a la metodología científica a través del Proyecto APQUA. Competencias. Ejemplificación de la unidad "Sostenibilidad: el futuro de la isla"** ***D. Santiago Rodríguez****. Dpto. de Educación. Universidad Rovira i Virgili. Tarragona*
Día **16** miércoles	**Las enfermedades infecciosas. El uso racional de medicamentos. Trasplantes y solidaridad.** ***D. Manuel Gutiérrez****. Médico escolar. Profesor de Biología de Bachillerato. Colegio Ntra. Sra. de la Victoria. Málaga*
Día **22** martes	**Nuevas necesidades y nuevos materiales en el mundo contemporáneo** ***D. Pedro Gómez-Romero****. Dpto. de Nanotecnología. CSIC. Barcelona*
Día **23** miércoles	**Las redes que piensan. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.** ***D. José Mª Peña****. Arquitectura y tecnología de computadores. Universidad Politécnica de Madrid*
Día **29** Martes	**Puesta en común; uso de la Plataforma Virtual; conclusiones.....**

ANEXO II. INFORME DE PROGRAMACIÓN



ANEXO III. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

CENTRO DEL PROFESORADO DE MÁLAGA

NOS INTERESA TU OPINIÓN. ENCUESTA FINAL

ACTIVIDAD: ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA EN SECUNDARIA A TRAVÉS DE CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO				
CÓDIGO: 082922ES000	Hombre ☐		Mujer ☐	

1. ORGANIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD				
Adecuación de los diferentes aspectos:	Mal	Regular	Bien	Excelente
Duración de la actividad				
Lugar de realización				
Presentación de la documentación				
Recursos y medios tecnológicos				

2. VALORACIÓN DE LAS PONENCIAS				
	Mal	Regular	Bien	Excelente
Metodología				
Aportación materiales				
Aplicabilidad en el aula				
Capacidad de comunicación				
Dominio del tema				

3. GRADO DE CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS					
Nº	Objetivo	Nada	Poco	Bastante	Mucho
1	El curso ha contribuido satisfactoriamente a conocer el programa de la asignatura CMC				
2	Se ha podido profundizar en propuestas de programación para la asignatura				
3	Se han abordado actividades concretas de aplicación en el aula				
4	Se han abordado estrategias para trabajar la "Alfabetización Científica"				

4. SOBRE LOS CONTENIDOS DE LA ACTIVIDAD				
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Han respondido a tus necesidades				
Han sido de utilidad práctica, aplicable				
Han sido adecuados a tu nivel de formación				
Han sido fundamentados y rigurosos				
5. SOBRE LA METODOLOGÍA				
	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Ha sido la adecuada				
Ha habido oportunidades de participar				
Ha posibilitado el intercambio entre participantes				
Ha favorecido la reflexión sobre la práctica				
Ha facilitado el trabajo en grupos				
6. NOS INTEREESA TU OPINIÓN				
Lo que más me ha gustado:				
¿Que aplicarás forma inmediata en tu aula/ centro de la formación recibida?				

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOE nº 266 de 6 Noviembre de 2007. RD 1467/2007 por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

CONTACTO 2000+ (en español). BOLETÍN INTERNACIONAL DE LA UNESCO DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA Y AMBIENTAL (2002). *"La Educación científica y tecnológica en Europa: desafíos actuales y posibles soluciones"*. Vol. XXVII, nº 3-4. Paris, UNESCO.

Declaración de Budapest. (1999). Marco general de acción de la Declaración de Budapest, http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm.

ECHEVERRÍA, J. y otros (2003). *Percepción social de la Ciencia y la Tecnología en España.* FECYT, Madrid.

EU (2001). *EUROBAROMETER 55.2 Europeans, Science and Technology, Brussels, Eurobarometer Public Opinion Analysis*

http://europa.eu.int/comm/dg10/epo/eb.html)

FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M. (2008). "Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas". Rev. Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5(2), pp. 185-199. Cádiz.

GALLEGO, Mª M. y LUPIÓN, T. (2007). "Actualización científica para docentes de secundaria en el Cep de Málaga". II Jornadas Nacionales sobre la Enseñanza de la Química. Murcia.

OECD (2001a). *Knowledge and skills for Life-First results from Pisa 2000).* Paris, OECD (disponible en http://pisa.oecd.org/*).*

OECD (2001b). *Education at a Glance, 2001).* Paris, OECD

UNESCO (2000). *World Education Report 2000.* Paris, UNESCO (disponible en http://www.unesco.org/)

ZAMORA BONILLA y otros (2004). *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-técnicas? El tránsito de la Enseñanza Secundaria a la Universidad.* FECYT, Madrid.

LA REVOLUCIÓN EN LAS COMUNICACIONES. UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA CIENCIA EN EL MUNDO CONTEMPORÁNEO

Josefa Rubio Cascales. *IES D. Pedro Gacía Aguilera de Moratalla. Murcia*

RESUMEN: La inclusión de la asignatura Ciencia en el Mundo Contemporáneo en el currículum de Bachillerato abre unas expectativas innegables para la formación científica de los estudiantes. No obstante, la precipitación con la que se ha desarrollado el proceso de implantación ha dejado sin definir muchas cosas. El objetivo del trabajo es el diseño y la elaboración de los materiales de aprendizaje en una propuesta de enseñanza de uno de los temas contemplados en el currículum.

PALABRAS CLAVE: Ciencias en el Mundo Contemporáneo. Propuesta de enseñanza. Bachillerato. Revolución en las comunicaciones

ABSTRACT

The inclusion of the Science in the Contemporary World subject in the Bachillerato curriculum opens unquestionable expectations for the scientific training of the students. However, the haste with which it process of introduction has been developed, has left many things undefined. The objective of this essay is them the design and development of learning materials within a teaching proposal for one of the topics reflected in the present curriculum.

KEY WORDS: Science in the Contemporary World. Teaching proposal. Bachillerato. Revolution in means of communication.

ORIGEN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Se han realizado estudios sobre el estado actual de la enseñanza de las ciencias y nos han desvelado el elevado número de alumnos/as que rechaza o abandona los estudios de carácter científico en la educación secundaria y en la universitaria. El problema no es sólo una consecuencia del tratamiento recibido por estas materias en nuestro sistema educativo. Esta circunstancia se repite en otros contextos y se agudiza año tras año, hasta tal punto que organismos como la Comisión Europea ha alertado en un reciente informe (Rocard et al., 2008) el “peligro capital para el futuro de Europa” que supone la disminución de jóvenes que optan por estos estudios (Fernández, 2008).

Probablemente por un diagnóstico parecido o por la alarma encendida en la Unión Europea, en el bachillerato que se ha planteado con la LOE (MEC, 2007), se ha incluido una asignatura nueva “Ciencias para el mundo contemporáneo”, común a todas las opciones, cuyo objetivo será que todo el alumnado conozca fundamentos científicos relevantes en el

mundo actual, acercándoles la ciencia de una forma amena y divulgativa, lo que no supone ausencia de rigor.

Esta asignatura supone cambios profundos en los contenidos, en la metodología y presumiblemente en la evaluación. Por ello, ante este nuevo reto, pensamos que puede haber problemas en su implantación si no se facilitan orientaciones y ejemplificaciones al profesorado. No podemos olvidar que estamos acostumbrados a impartir ciencia para futuros científicos y ahora se trata de impartir ciencia para ciudadanos. Tendremos que asumir algo, a lo que no estamos habituados, y que una vez más nadie nos ha enseñado. Ahora bien, ¿qué podemos ofrecer a alumnos que mayoritariamente van a ser consumidores de conocimiento científico y no productores? ¿Cómo enfocamos una materia con este perfil y estas finalidades?

La asignatura trata de apartarse de la visión académica de la ciencia y se esfuerza en adoptar una imagen más atractiva para los estudiantes. El aprendizaje se centra, pues, en dar respuestas a cuestiones con un gran impacto social y en las que el conocimiento de la ciencia resulta fundamental para la comprensión, la concienciación, la participación y la acción ciudadanas (Fernández, 2008). Como cabría esperar este enfoque no se puede llevar a cabo sin cambios didácticos importantes en lo que habitualmente se hace en las clases de ciencias; éstos van a afectar a los elementos curriculares y a la dinámica del aula (Cañal, 2006) pero, sobre todo, va a cuestionar la seguridad de muchos compañeros.

Recientemente, en un curso de formación sobre la enseñanza de esta asignatura, los compañeros manifestaban sus preocupaciones: “yo no estoy preparado/a para dar esto”, “hay muchos temas que primero yo tengo que estudiarlos”,¿qué tipo de actividades puedo realizar?”, “¿cómo voy a utilizar las TICs si nunca lo he hecho?”, “no se puede dar lo mismo a los grupos de ciencias que de letras”, “va a ser una asignatura de las maría”, “al final, menos ciencia, vamos a dar de todo”… En este momento de cierta desorientación parece necesario el diseño, la elaboración y la difusión de material didáctico para impartir los conocimientos que se abordan en esta asignatura. En esta comunicación se presentan algunas orientaciones sobre el tipo de actividades a desarrollar en una unidad didáctica que hemos llamado “la revolución en las comunicaciones”.

La Revolución en las Comunicaciones en el currículum oficial

Los conocimientos elegidos en España para esta asignatura son temas de índole científico y tecnológico con gran incidencia social y, por lo tanto, creemos que potencialmente deben interesar al ciudadano (MEC, 2007). Suelen ir acompañados de polémica y debate social por lo que pueden ser tratados desde distintos puntos de vista, haciendo aún más imprescindible

la necesidad de una cultura científica que, hasta ahora, no había sido reconocida como tal en lo que se ha denominado “cultura”.

Los contenidos giran alrededor de la información y la comunicación, la sostenibilidad del planeta, la salud, los avances de la genética y el origen del universo y de la vida. Se presentan en seis bloques temáticos. Nuestro tema encaja en el llamado “La aldea global. De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento”; en particular, corresponde al apartado “La revolución tecnológica de la comunicación: ondas, cable, fibra óptica, satélites, ADSL, móviles… Repercusiones en la vida cotidiana”

En relación con los criterios de evaluación, estaría relacionado con el 10 que dice: “Conocer las características básicas, las formas de utilización y las repercusiones de los últimos instrumentos tecnológicos de información, comunicación, ocio y creación, valorando su incidencia en los hábitos de consumo y en las relaciones sociales”.

No obstante, todas las temáticas comparten los conocimientos implícitos en el Bloque “Contenidos comunes”, por lo que debemos contemplar algunos de los que se recogen en el Cuadro 1.

- Distinción entre las cuestiones que pueden resolverse mediante respuestas basadas en observaciones y datos científicos de otras que no pueden solucionarse desde la ciencia
- Búsqueda, comprensión y selección de información científica relevante de diferentes fuentes para dar respuesta a los interrogantes, diferenciando las opiniones de afirmaciones basadas en datos
- Análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social, predicción de su evolución y aplicación del conocimiento en la búsqueda de soluciones a situaciones
- Disposición a reflexionar científicamente sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para tomar decisiones responsables en contextos personales y sociales
- Reconocimiento de la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, a la mejora de las condiciones de vida de las personas y de los seres vivos, a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico
- Reconocimiento de las limitaciones y errores de la CyT, de algunas aplicaciones perversas y de su dependencia del contexto social y económico, a partir de hechos actuales y de casos relevantes en la historia de la CyT

Cuadro 1

Como puede apreciarse, las posibilidades del tema son enormes pero no debemos agotarlas por dos motivos: por un lado, hay otros problemas y temáticas de interés que habría que abordar también en la asignatura y, por otro, el tratamiento exhaustivo de un tema puede llegar a aburrir a los estudiantes. Por lo tanto, hay que seleccionar lo que pretendemos realizar y encajarlo en un tiempo razonable.

CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

La unidad didáctica que hemos trabajado se estructura en seis apartados, que corresponden a otros tantos ángulos con los que se puede abordar el tema de las comunicaciones: aspectos históricos, científicos, tecnológicos, sociales, éticos, morales y relacionados con la salud. Es decir, como en los demás casos, no nos ocuparemos sólo de aspectos científicos –la producción y propagación de las ondas- o tecnológicos –el funcionamiento de los emisores y receptores en las telecomunicaciones- sino que estos contenidos se presentan de una forma más cualitativa que cuantitativa, sin perder su rigor, pero dando cabida a otros que nos parecen también de un gran valor formativo para los ciudadanos.

La secuencia de contenidos viene recogida en la Figura 1; por razones de espacio sólo recogemos los epígrafes más relevantes.

1. Aspectos históricos y sociales:

- Comunicación, información y conocimiento.
- Cronología de las telecomunicaciones
- Revolución y repercusiones sociales.

2. Aspectos científicos:

- Onda y tipos de ondas.
- Magnitudes características de onda.
- Propiedades: reflexión y refracción.
- Ondas electromagnéticas: espectro.

3. Medios de comunicación

- Evolución de los medios de comunicación:
  - telégrafo,
  - teléfono fijo y móvil,
  - radio,
  - TV
  - Internet.
- Usos y abusos.

LA REVOLUCIÓN DE LAS COMUNICACIONES

4. Comunicación y trasmisión.

- Sistema de comunicación y transmisión.
- Medios de transmisión.
- Antenas y satélites.
- Red de transporte.
- Transmisión y modulación de ondas.
- Comunicación bajo tierra y agua.

5. Tecnología actual.

- xDSL
- Modems y routers
- Wifi
- TDT

6. Electromagnetismo y salud.

- Radiación ionizante y no ionizante.
- Regulación de emisiones electromagnéticas.
- Emisiones electromagnéticas del cerebro y transmisión nerviosa.

Figura 1

Obviamente, detrás de estos epígrafes hay conceptos, procedimientos y actitudes que enseñar pero sin olvidar que, con ellos, no se trata de formar futuros científicos ni de atender las demandas formativas de unas titulaciones universitarias. Se pretende, como hemos dicho, facilitar información fundamentada sobre temas que nos tocan como ciudadanos.

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Hemos dicho que, además de los contenidos, el otro reto que se plantea en "Ciencias para el Mundo Contemporáneo" es el cambio metodológico. Según el currículum oficial debemos incluir una serie de recursos: el uso de internet, de la prensa, de los programas de TV, de la publicidad… Pero estos y otros medios deben articularse en una secuencia de enseñanza coherente con un modelo didáctico. En nuestro caso, dado que el alumnado debe construir sus aprendizajes a partir de su experiencia, de sus creencias y de la información que trabajemos con ellos, utilizamos la secuencia de enseñanza propuesta por Driver y Oldham (1986).

En el Cuadro 2, hemos recogido una secuencia genérica de cada una de los seis partes en las que hemos dividido el tema. En la primera columna se indica la fase, coincidente con los planteamientos constructivistas que hemos apuntado; en la segunda se señalan las actividades en las que se traduce (explicación del profesor, trabajo individual, en grupo…)

ORIENTACIÓN	**A.1.** Justificación de la importancia del tema en la formación básica de un ciudadano. Relación de los interrogantes a los que se pretende dar respuesta y las partes de la misma **(ExpPro).** Organización del trabajo (dinámica de grupos, libreta de trabajo, uso de internet,…) durante el desarrollo del tema **(ExpPro).**
EXPLICITACIÓN DE IDEAS	**A.2.** Exploración de los conocimientos del alumnado **(TraInd)** sobre los contenidos de este apartado. Trabajo en grupos **(TraGru)** y puesta en común en el gran grupo **(TGG)** Ejemplo en Anexo I
CONSTRUCCIÓN APRENDIZAJES	**A.3.** Explicación del profesor de los contenidos fundamentales del apartado **(ExpPro)** **A.4.** Uso de la información para valorar su utilidad **(TraGru)**. Ejemplo en Anexo II
APLICACIÓN	**A.5.** Hoja de trabajo para el alumnado en la que aparecen actividades de búsqueda de información, de reflexión, de aplicación y experiencias de laboratorio. Ejemplo en Anexo III.
REVISIÓN	**A.6** Revisión de las respuestas propias dadas en la explicitación, identificando qué ideas se han modificado y por qué **(TraInd).** Identificación de qué han aprendido en esta parte del tema **(TraInd)**. Ejemplo en Anexo IV

Cuadro 2

Como puede apreciarse, se han aludido a una serie de actividades que se recogen en los Anexos que se adjuntan al final del trabajo.

A continuación, en el Cuadro 3, hemos recogido la secuencia de actividades del apartado 4 “Comunicación y transmisión”.

Actividades	Tipo
Actividad 4.1: 1. Analiza en cada una de las siguientes situaciones cómo se transmite la información. 2. ¿Qué medio de transmisión de información (de los que has dicho anteriormente, crees que es mejor? ¿Por qué? 3. ¿Cómo clasificarías los medios de transporte que has indicado en la primera pregunta? 4. Dos personas están hablando por su teléfono móvil, ¿Cómo es posible que no se cruce la conversión que tiene cada una?	Explicitación de ideas

Actividad 4.2:

Trabajo en grupo de 2-3 alumnos. Tenéis que buscar información para dar explicación de los siguientes conceptos: componentes de un sistema de comunicación, comunicación medios de transmisión confinados y no confinados, transmisión de ondas de radio, modulación de ondas AM y FM, sistemas no confinados (inalámbricos) de comunicaciones, antenas de radiofrecuencias, satélites de comunicaciones y redes de transporte. Podéis ayudaros en las siguientes páginas webs:

http://eveliux.com/mx/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=26

http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html?anchor=klpinginf&tipo=imprimir&titulo=Imprimir%20Art%C3%ADculo&xref=20070821klpinginf_50.Kes

http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_transmisi%C3%B3n

http://es.wikipedia.org/wiki/Sat%C3%A9lite_de_comunicaciones

http://eveliux.com/mx/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=26

http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/MonogSO/REDES02.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_computadoras

Aquí encontrarás un vídeo que visualiza el transporte de ondas en antenas. http://www.fotosearch.es/UNG215/u14403437/

Después, cada grupo expondrá su trabajo al resto de compañeros para extraer un resumen final.

Actividad 4.3: LOS SATÉLITES

Objetivos:

1.- Conocer qué es y cómo funciona un satélite.

2.- Aprender los fundamentos básicos de las Nuevas Tecnologías de la Comunicación.

3.- Conocer la historia reciente de las comunicaciones.

Tipo de actividad: Actividad individual y en pequeño grupo

En primer lugar haremos una definición de lo que es un satélite, la utilidad que tiene y la evolución histórica que han sufrido a lo largo de los años. Es necesario que les expliquemos las diferencias entre satélite natural y satélite artificial, que hablemos del Sputnik 1, el primer satélite, y a partir de ahí hagamos un breve repaso histórico. Por otro lado, y aunque de forma somera, hemos de introducir el tema de las innovaciones tecnológicas que han sufrido estos ingenios tecnológicos. Es importante que tengamos en cuenta que nuestra explicación ha de complementar todo aquello que nuestros alumnos han ido aprendiendo. Tenemos que evitar reincidir sobre los mismos conceptos ya conocidos. Una vez finalizada la explicación, juntaremos a los/as alumnos/as en cinco grupos con la intención de que cada uno de ellos trabaje un ámbito distinto. Los ámbitos sobre los que tendrán que centrarse serán: satélites de comunicaciones, de navegación, metereológicos, de estudio de recursos terrestres y científicos y de uso militar. En cada uno de los casos se tendrán que trabajar los siguientes ítems: • Características del satélite. • Particularidades tecnológicas. • Descripción pormenorizada de sus ámbitos de actuación. • Fuentes de energía. Con la información obtenida se puede realizar una presentación en power-point en el que, acompañados de imágenes, queden suficientemente claros cada uno de los ámbitos de utilización.	Construcción de aprendizajes
Actividad 4.4: Los/as alumnos/as llevarán a cabo un trabajo de investigación encaminado a conocer cuántos satélites ha lanzado nuestro país al espacio, así como su función y cronología. **Actividad 4.5**: Analiza los sistemas GSM, NMT y TACS en la página http://www.fundacion.telefonica.com/museo/educa/index.htm recursos - temas **Actividad 4.6**: Los sistemas de comunicación utilizados en el rodaje de películas. Comunicaciones bajo tierra y agua. Lee y analiza lo que se plantea en esta página web con ese título. http://www.malaciencia.info/2005/08/comunicaciones-bajo-tierra-y-bajo-el.html Debate: ¿Cómo nos comunicamos bajo tierra y bajo el agua?	Aplicación

Actividad 4.7	Revisión
Toma las respuestas realizadas en la Actividad 1.2 por ti y por tu grupo. Realiza un Cuadro en el que indiques en qué sigues manteniendo la misma opinión, qué modificarías y qué ampliarías. Luego realiza un listado de las cosas que más te han llamado la atención de lo que has aprendido en este tema.	

Cuadro 3

EVALUACIÓN

A la hora de evaluar vamos a tener en cuenta los objetivos marcados. Utilizaremos la evaluación como instrumento de ayuda al proceso de enseñanza aprendizaje. Tal como viene reflejado en la programación, la evaluación tiene como finalidad comprobar el grado de adquisición de las capacidades (hasta ahora) que vienen señaladas, tanto en los objetivos generales del currículo como en los objetivos didácticos de cada unidad. A partir del próximo curso seguramente los criterios de evaluación de las materias serán referente fundamental para valorar tanto el grado de adquisición de las competencias básicas como el de consecución de los objetivos. La evaluación será:

- Integral e individualizada, referida al progreso de cada alumno y de cada alumna en conocimientos tanto cognitivos como destrezas o habilidades y valores.
- Continua, realizada durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, que favorezca el trabajo sistemático del alumno y permita una constante revisión del proceso educativo.
- Formativa, como instrumento de aprendizaje, autocorrectora del proceso. Ha de ser percibida como ayuda real para el alumno, generadora de expectativas positivas.
- Sumativa, para determinar el nivel de avance del alumno respecto a su situación inicial.

Dicha evaluación se efectuará con arreglo a los criterios específicos de evaluación que vienen detallados junto con los objetivos específicos de la unidad. El proceso valorativo puede hacerse mediante:

- Observación directa del alumno/a para conocer su actitud frente a la asignatura y el trabajo (atención en clase, realización de tareas, participación activa en el aula, etc.).
- Observación directa respecto a las habilidades y destrezas en los supuestos prácticos y sus avances en el campo conceptual (preguntas en clase, comentarios puntuales, etc.

- Realización periódica de pruebas orales o escritas para valorar el grado de adquisición de conocimientos, detectar errores típicos de aprendizaje, comprensión «real» de conceptos básicos, etc.

- Participación en actividades de grupo, de investigación, exposiciones,… La evaluación del proceso de aprendizaje de estas actividades se puede llevar a cabo mediante la valoración de: un diario personal y otro de grupo, el desarrollo de los contenidos y la exposición oral. Para cada uno de estos aspectos tendríamos unos ítems que serán calificados y que se muestran de forma detallada en el cuadro 4. Éstos evalúan tantos las capacidades, las destrezas y habilidades, competencias y valores del alumno. El diario personal y de grupo facilita la evaluación en cuanto al desarrollo de competencias, habilidades y valores. La presentación de la unidad nos ofrece la oportunidad para evaluar todos los tipos de contenidos a la vez. Es importante tener en cuenta el punto de partida de cada alumno para evaluar el desarrollo alcanzado.

	INDICADORES DE VALORACIÓN	**CALIF.**
DIARIO PERSONAL 15%	¿Ha sabido resolver las dificultades y conflictos?	
	¿Ha expresado siempre su opinión al grupo?	
	¿Ha participado activamente?	
	¿Ha compartido su tarea con el resto de componentes?	
DIARIO DE GRUPO 15%	El reparto de tareas, ¿ha sido consensuado por todos?	
	¿Han resuelto sus conflictos de forma razonada?	
	¿Ha habido diferencias entre sus componentes?	
	¿Ha habido dificultades? ¿Cómo han sido resueltas?	
	¿Ha habido alguna persona rechazada?	
	¿Se han puesto fácilmente de acuerdo para preparar la exposición?	
DOCUMENTO 40%	El contenido, ¿ha sido organizado de forma lógica?	
	¿Han tomado como punto de partida conocimientos vistos en clase?	
	El nivel de contenido, ¿está de acuerdo con sus conocimientos actuales o han copiado material que no han entendido?	
	¿Se han explicado correctamente?	
	Las demostraciones y deducciones, ¿son coherentes?	
EXPOSICIÓN 30%	¿Ha resultado clara e inteligible? ¿Han mostrado sensibilidad para lograr que los oyentes entendiesen las explicaciones?	
	¿Han puesto ejemplos adecuados para ayudar a comprenderlas?	

	¿Han empleado recursos (pequeñas demostraciones, artilugios,…)?	
	¿Han participado todos de forma equitativa?	
	¿Le ha supuesto un reto personal?	
	¿Se ha ajustado al tiempo establecido?	
	Calificación	

Cuadro 4

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista del estudiante, esta asignatura "Ciencias para el mundo contemporáneo" facilita la construcción de sus conocimientos, adquiriendo unas habilidades y unas actitudes que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos, democráticos y responsables. La dinámica de clase cambia sustancialmente respecto a "otras clases de ciencias" de manera que va a resultar extraña al principio pero, como todo cambio, tras un período de adaptación se verá de forma natural.

Por otro lado, el profesor también se verá afectado por este mismo cambio; tendremos que acomodarnos a una metodología a la que no estamos acostumbrados y no nos han enseñado. Preparar esta asignatura va a suponer un gran esfuerzo y un gran reto. No debemos caer en la dependencia de un libro de texto que emplee la metodología tradicional porque si no volveremos a una ciencia memorística, aburrida, "del profesor"…

La asignatura ha creado, pues, expectativas por todo lo que puede aportar a una enseñanza renovada de las ciencias. Como en tantas ocasiones, son los profesores quienes tienen la última palabra, porque para que los cambios lleguen al aula es preciso que sean comprendidos, compartidos y comprometidos por todos (De Pro, 2007). Pero el esfuerzo individual no es suficiente. La tarea será abordable si disponemos de los medios adecuados: una carga lectiva adecuada, materiales aportados por la Consejería de Educación, un plan de formación tanto de contenidos como de actividades y uso de las TIC, una red de profesores para compartir experiencias… En definitiva, es preciso apostar de forma inequívoca por esta materia, ya que puede dinamizar la enseñanza de las ciencias no sólo en el bachillerato sino en toda la educación obligatoria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAÑAL, P (2006). Alfabetización científica. *Investigación en la Escuela*, nº60, 21-35.

DE PRO, A (2007). Los contenidos de los proyectos curriculares de física y química en secundaria en la implantación de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3),367-386.

DRIVER, R; OLDHAM, V. (1986). A constructivist approach to currículo development in science. *Studies in Sciencie Education*, 13, 105-122.

FERNÁNDEZ, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Eureka*, 5(2), 185-199.

M.E.C. (2007). Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre por el que se establece la estructura de Bachillerato y se jijan sus enseñanzas mínimas, num. 266, 45386-45389.

ROCARD, M y otros (2008). Enseñanza de las ciencias ahora: una nueva pedagogía para el futuro de Europa. *Alambique*, 55, 104-117.

ANEXOS

En la elaboración de estas actividades he utilizado diversas páginas web. Una de las direcciones a destacar es:

http://www.fundacion.telefonica.com/museo/educa/index.htm.

Se trata de la página de telefónica en la que existe gran cantidad de material didáctico para llevar al aula en lo que se refiere a esta unidad didáctica. También dispone de un Museo sobre las Comunicaciones para ser visitado.

ANEXO I

Actividad 1.2: EXPLICITACIÓN DE IDEAS

El profesor realiza una introducción del tipo: “Os voy a pasar un cuestionario sobre contenidos del tema que vamos a trabajar. Me gustaría conocer qué pensáis y qué opináis sobre ellos. No importa que lo digáis con palabras poco técnicas pero, por favor, responded todas las cuestiones”

1. ¿Qué es para ti la comunicación?
2. ¿Crees que es importante la comunicación en las personas? ¿Y en la sociedad? ¿Por qué?
3. ¿Cuántas formas distintas conoces para comunicarte con los demás?
4. ¿Usas todas las formas de comunicación que conoces? ¿Crees que son fácilmente accesibles a todas las personas?
5. ¿Qué entiendes por información?
6. ¿Qué medios conoces para recibir información?
7. ¿Crees que se relacionan la comunicación, la información y el conocimiento? ¿Cómo?
8. ¿Qué entiendes por revolución de las comunicaciones?

9. El uso de las nuevas tecnologías en la comunicación ¿de qué forma crees que contribuye al bienestar de las personas? ¿Afectan de forma negativa en algún aspecto? ¿Cuáles?

ANEXO II

Actividad 1.4: CRONOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES

Objetivos:

Conocer los principales acontecimientos que forman parte de las telecomunicaciones.

Ser conscientes de cómo han cambiado las telecomunicaciones nuestras vidas a lo largo de la historia.

Comprender la importancia social de los medios de comunicación.

El 17 de mayo de 1865 se fundó en París (Francia) la Unión Internacional de Telégrafos que, años más tarde, en 1934, adoptó el nombre de Unión Internacional de Telecomunicaciones. Con ese nombre todavía se mantiene hoy en día.

A partir de esta premisa, esta actividad estará encaminada a conocer un poco mejor cuál ha sido la historia de las telecomunicaciones y, de esta manera, lograr que nuestros/as alumnos/as tengan una visión de conjunto del tema.

En primer lugar, dividiremos a la clase en pequeños grupos. Cada uno de ellos se repartirán un tema sobre el que tendrán que realizar una pequeña cronología. Los temas son: la telegrafía, el teléfono, la radio, la televisión, Internet y los satélites de comunicaciones.

No es tan necesario que establezcan una caracterización de cada medio como una cronología en la que queden perfectamente reflejadas las principales fechas y acontecimientos.

Con el material recogido se elaborará un informe conjunto en el que quede especificada cuál ha sido la evolución de las telecomunicaciones.

Los trabajos se pueden completar con material gráfico que ilustre todas las cronologías.

ANEXO III

Actividad 1.6: LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACION

En grupos deben buscar información sobre la Unión Internacional de Telecomunicaciones, decretando cuál es su estado actual, sus funciones, así como las atribuciones que tiene asignadas.

Actividad 2.7: EXPERIENCIA REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ. REFLEXIONES SUCESIVAS (fibra óptica)

En la siguiente dirección puedes encontrar una amplia gama de experimentos utilizando materiales sencillos.

Se pueden escoger 3 ó 4 para realizar en una sesión de clase.

http://ar.geocities.com/experimet/exp10.htm

ANEXO IV

Actividad 1.8 : REVISIÓN DE LAS IDEAS INICIALES

Toma las respuestas realizadas en la Actividad 1.2 por ti y por tu grupo. Realiza un Cuadro en el que indiques en qué sigues manteniendo la misma opinión, qué modificarías y qué ampliarías.

Luego realiza un listado de las cosas que más te han llamado la atención de lo que has aprendido en este tema.

LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN INFANTIL

Susana García Barros

Universidade da Coruña

INTRODUCCIÓN.

La formación docente es un tema que está habitualmente a debate, aunque, en este momento de cambios curriculares en la Educación obligatoria (desde Infantil hasta la ESO) y de adaptación a las directrices europeas en la universidad, dicho debate se ve fuertemente reavivado. Con objeto de contribuir al mismo, en este trabajo, se realiza una reflexión centrada en la formación del profesorado de Educación Infantil, desde la perspectiva de la enseñanza de las Ciencias. Esta reflexión comienza con un rápido vistazo a la formación docente en general, para detenernos a continuación en la presencia de la Didáctica de las Ciencias en los planes de estudios de Maestro de Educación Infantil, actualmente vigentes en un número representativo de universidades españolas. Seguidamente, y basándonos en la importancia de la investigación en la formación del profesorado, se hace un análisis de las deficiencias encontradas en Educación Infantil y de sus posibles causas. Por último, se discuten los nuevos retos que tiene la formación docente en este nivel educativo.

UN RÁPIDO VISTAZO A LA FORMACIÓN DOCENTE.

La docencia es concebida, ya desde hace años, como una actividad profesional, que demanda una formación específica dirigida al desarrollo de una serie de capacidades, basadas en la reflexión, autorregulación, análisis de la realidad del aula, la toma de decisiones… Todas ellas, unidas a los conocimientos científicos y psicopedagógicos oportunos permiten al docente desempeñar una labor compleja y dinámica en el aula (Imbernón 1994; Mellado 2003).

A pesar de lo indicado, el reconocimiento de la necesidad de una formación docente específica se restringió durante mucho tiempo a la formación de maestros de educación primaria y hasta los años 70 y 80 no se extiende dicha formación a la Educación Secundaria (exigencia del curso de capacitación pedagógica CAP), y a la formación específica del profesorado de infantil, dentro de la antigua titulación del Formación del Profesorado de EGB. La formación del profesorado universitario carece todavía hoy de unas exigencias definidas, al menos en la mayoría de las universidades públicas. De hecho, si bien en las oposiciones a los cuerpos

docentes universitarios es necesario presentar una memoria docente, en la mayoría de las áreas de conocimiento este particular queda bastante "diluido u ocultado" por la demostración de una, mas o menos brillante y/o amplia, capacidad investigadora (publicaciones en revistas de alto impacto). Por ello podemos afirmar que la formación del profesorado carece todavía de ese carácter universal, exigible en todos los niveles de la enseñanza reglada.

La formación docente tiene sus propias peculiaridades en función del nivel educativo, pudiendo estar mas o menos sesgada hacia el conocimiento científico disciplinar o hacia el conocimiento psicopedagógico. De hecho el peso del ámbito psicopedagógico es mayor en los niveles educativos iniciales, mientras que el del ámbito disciplinar tiene más influencia en los niveles superiores. En estos últimos niveles, la formación docente ha respondido tradicionalmente un modelo sumativo, caracterizado por la yuxtaposición de saberes científicos disciplinares y pedagógicos generales sin la oportuna relación entre ellos, esperando que el sujeto los relacionara de forma autónoma (Imbernón 1994). Sin embargo, en los últimos años irrumpen con fuerza en la formación docente las nuevas áreas de conocimiento, las didácticas específicas y entre ellas la Didáctica de las Ciencias, que conjugan el conocimiento didáctico con el contenido científico específico (Shulman, 1993) y aportan un marco teórico capaz de dirigir la formación del profesorado en lo que a la educación científica se refiere, así como la investigación en la problemática de la enseñanza de las Ciencias.

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN INFANTIL Y EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS Y MAESTRAS

En la educación infantil tiene especial relevancia el conocimiento y el desenvolvimiento del niño/a en el medio en el que vive. La capacidad de explorar, de actuar en el entorno, de descubrir… son aspectos claves en su desarrollo, de ahí que las Ciencias tengan una presencia reconocida en estos niveles educativos, dentro de un planteamiento lógicamente no disciplinar, sino en diálogo e interacción con otros conocimientos. De hecho ya en los programas renovados de los años 70 se incluían bloques de contenidos asociados al conocimiento de uno mismo y del medio, lo mismo que ha ocurrido con los DCBs emanados de la LOGSE o en los que se están actualmente elaborando.

Esta presencia del ámbito científico justifica que la formación del docente de infantil atienda a este particular, y así se ha hecho en los últimos años. Si bien existen diferencias entre universidades, prácticamente en todos los planes de estudios vigentes se introduce un número mayor de créditos obligatorios dedicados al ámbito de las Ciencias de la Naturaleza que el mínimo exigido por el Ministerio (troncalidad) en su momento.

Concretamente, el análisis de un total de 45 planes de estudio de Maestro de Educación Infantil de diferentes universidades públicas, pone de manifiesto que en solo cuatro de ellos se incluye el número mínimo de créditos. La presencia, en términos relativos de las materias obligatorias del ámbito científico respecto al total de obligatorias, nunca supera el 10% y es inferior al 5% en prácticamente la mitad de los planes de estudios (ver tabla 1).

Tabla 1. Presencia de las materias del ámbito científico dentro de la obligatoriedad en los planes de estudio de Maestro de Educación Infantil actualmente vigentes

Presencia obligatoria de más del 7%	Presencia obligatoria entre el 5%-7%	Presencia obligatoria de menos del 5%
9 (20%)*	14 (31,11%)	22 (48,9%)

* Los porcentajes se hallan respecto a los 45 planes de estudios analizados

Las universidades han tomado distintas opciones en lo que respecta al incremento de materias obligatorias dirigidas al estudio de las Ciencias, encontrándose diferentes posibilidades. La propuesta más frecuente corresponde al incremento de créditos dirigidos a la enseñanza de las Ciencias en Educación Infantil, seguida del incremento de créditos dirigidos a la enseñanza de las Ciencias en general. Opciones más minoritarias proponen además o en exclusividad asignaturas disciplinares de Ciencias (ver tabla 2). Por otra parte cabe señalar, que, siguiendo las directrices oficiales, en la mayoría de los planes de estudios (mas del 62,2%) se incluyen asignaturas específicas de Educación Infantil dirigidas al estudio del medio en las que concurren la enseñanza de las Ciencias Sociales y Experimentales.

Tabla 2. Tipos de materias obligatorias del ámbito científico incluidas en los planes de estudios de Maestro de E. I.

DC Ex. para E.I*	DC Ex. para E.I* DC Ex. General	DCEx. para E.I* Ciencias	DCEx. General Ciencias	Ciencias
25 55,6 %	10 22,22%	3 6,7%	2 4,44%	1 2,2%

* La asignatura puede ser compartida con Didáctica de Ciencias Sociales
Nota. Los porcentajes se hallan respecto a los 45 planes de estudios analizados

Las asignaturas de ciencias tienen también presencia dentro de las materias optativas de los planes de estudios analizados, concretamente en mas de la mitad de ellos se supera el 10% del total de créditos optativos propuestos, aunque en algunas universidades (11 de ellas) ese porcentaje desciende a menos del 5%. En cualquier caso, en términos comparativos,

se aprecia una menor especialización en el nivel de Educación Infantil que en las materias obligatorias, y una desvinculación del área de Didáctica de las Ciencias Sociales. Mayoritariamente las universidades se decantan por incluir materias optativas de Didáctica de las Ciencias generales o bien asignaturas de conocimientos científicos, poco o nada adaptados al nivel educativo que nos ocupa (*Química Básica; Ecología; Alimentación y nutrición; Introducción a las Ciencias de la Tierra*). Solo 6 de ellas proponen asignaturas dirigidas al estudio de las Ciencias en Educación Infantil, como por ejemplo: *Conocimiento del medio en Educación Infantil; Taller de Recursos para el Conocimiento del Medio en Educación Infantil; Educación para la Salud y el Consumo en la educación Infantil.*

LA INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. UNA ASIGNATURA PENDIENTE EN EDUCACIÓN INFANTIL.

En términos generales, la revisión realizada en el apartado anterior parece mostrar que la formación del profesorado de infantil goza de una posición mínimamente aceptable, al menos en el papel, aunque los formadores siempre lo consideremos insuficiente. Sin embargo, se pueden vislumbrar algunas sombras, incluso sin entrar a analizar los programas o las guías didácticas de las materias específicas de Didáctica de las Ciencias, aspectos ésta que nos acercaría un poco más a como es la formación que estamos dando a los futuros maestros/as. Una de ellas, que encierra especial importancia, es precisamente la escasez de investigación en la enseñanza de las Ciencias en la educación infantil. No debemos olvidar que la investigación es una pieza clave en la calidad de la enseñanza, pues informa y aporta luz sobre las problemáticas que se generan tanto en las aulas de los más pequeños como en la formación de los profesores que ejercen o ejercerán en ellas. Sin embargo, en ninguno de los aspectos existe investigación suficiente, al menos e nuestro país.

Una revisión de algunas publicaciones desde el año 2000 muestran que dos revistas específicas de Didáctica de las Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias* y *Alambique,* han publicado 1 y 4 trabajos de Educación Infantil respectivamente. Por otra parte, revistas de carácter general, más dirigidas a la innovación, como Aula y Aula de Infantil, dedicaron a las Ciencias en este nivel educativo solo 11 y 22 artículos respectivamente, lo que supone una presencia bastante reducida, si tenemos en cuenta el número de ejemplares y trabajos publicados en el período analizado, que en el caso de Aula supera los 1500 artículos y en de Aula de Infantil prácticamente los 500. En esta misma línea al revisar la investigación específica relativa a la formación docente en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias también detectamos un importante vacío. Monográficos dedicados a este particular, publicados por *Alambique* y por *Investigación en la Escuela*, muestran un claro sesgo a la formación del profesorado de

Secundaria y una cierta presencia del la formación de maestros de Educación Primaria, olvidándose sistemáticamente de la formación del profesorado de Educación Infantil. También se incurre en el mismo olvido en el monográfico de *Alambique* (nº 34) dedicado a la investigación e innovación en la enseñanza de las Ciencias.

Esta somera revisión nos introduce a plantearnos la siguiente cuestión ¿Por qué la investigación se olvida de la educación infantil?, cuya respuesta nos conduce a considerar diversas causa. Una de ellas la encontramos en la propia historia de la investigación en enseñanza de las ciencias. Ésta se dirigió en los años 80 en nuestro país a la Educación Secundaria (último ciclo de la antigua EGB y BUP) y tuvo su gran auge en el estudio de las concepciones alternativas. Posteriormente la investigación se fue focalizando hacia la formación docente, impulsada quizás por el reconocimiento de la Didáctica de las Ciencias como área de conocimiento dentro de la universidad, a la que pertenecen profesores/as de procedencias disciplinares científicas diversas, que deben hacer carrera investigadora en este ámbito y dirigen sus esfuerzos hacia una problemática que les es próxima y les preocupa especialmente para mejorar su actividad docente. Sin embargo, esta investigación se centra especialmente en Secundaria y en menor medida en Primaria. Lo indicado posiblemente responda por una parte a la falta de reconocimiento de la importancia real que tienen las Ciencias en los primeros niveles -¿qué Ciencias pueden aprender los niños a esas edades? ¿merece realmente la pena detenerse en este particular?...-, aunque puede que tenga todavía una influencia mayor el propio interés científico del investigador/a, mas centrado en la enseñanza de conocimientos específicos de su especialidad (Química, Física, Biología, Geología) que no encajan en Educación Infantil donde la organización curricular no es disciplinar y, por tanto, las Ciencias son subsidiarias de una visión educativa más global centrada en el desarrollo del niño/a, sus intereses, experiencias, necesidades… y no en la Ciencia (Kauffman, 1997; 1999).

Otro importante obstáculo que influye en que la investigación se haya alejado de los primeros niveles educativos puede ser estructural. Nos referimos concretamente al perfil de las personas que han podido, hasta el momento, acercarse a la investigación a través de los cursos de doctorado que se ofertan en las universidades. Indudablemente, el hecho de que su perfil responda a un/a docente de Secundaria, licenciado/a en una disciplina científica que intenta trabajar en "algo" próximo a la materia que imparte en el instituto, y casi nunca se ajuste a un maestro/a licenciado/a en psicopedagogía, influye en que los temas de investigación no atiendan los primeros niveles educativos. Esta falta de demanda en la formación investigadora en los niveles citados, no ha favorecido que desde

la Didáctica de las Ciencias se hicieran esfuerzos para atenderlos y desarrollarlos. Cabe destacar, que esta situación no es exclusiva de nuestra área, sino que se extiende a otras Didácticas Específicas, lo que, a nuestro juicio, ha influido decisivamente en que la investigación en Educación Infantil se mantenga dentro de una problemática que interesa a las áreas de carácter psicopedagógico.

Otro problema estructural que tampoco ha propiciado el desarrollo de la investigación en Enseñanza de las ciencias en Educación Infantil lo podemos encontrar en la dificultad de elaborar proyectos de investigación. Para que éstos resulten competitivos y eficaces, es necesario contar con el trabajo conjunto de profesores de distintas áreas universitarias, pero además es imprescindible la participación de maestros/as. Este aspecto es especialmente complicado, habida cuenta de que carecen del reconocimiento para formar parte de los proyectos de investigación subvencionados tanto a nivel estatal como autonómico. Por otra parte, tampoco podemos olvidar la dificultad que habitualmente tenemos los profesores para relacionarnos profesionalmente y máxime cuando la relación interesa a niveles educativos diferentes. En esta sentido, es frecuente oír voces críticas respecto a la escasa o nula coordinación que existe entre la escuela y la universidad. Lo habitual es que cada una de ellas se encierre en sus propios objetivos, sin embargo sería imprescindible establecer el oportuno diálogo que permitiera focalizar los esfuerzos desde ambas instituciones hacia el mismo punto de fuga, que no es otro que la mejora de la calidad educativa.

Finalmente, cabe señalar que, a pesar de la escasa investigación en Educación Infantil, que venimos denunciando, este nivel educativo ha experimentado cambios e innovaciones, promovidos por el esfuerzo de determinados grupos de maestros y maestras, que, en ocasiones, ha quedado olvidado por carecer de los oportunos canales de difusión o de la suficiente fundamentación. Estas innovaciones podrían quizás asociarse a lo que Trueba (1997) denomina tendencia espontaneista, caracterizada por el trabajo en equipo de los docentes, la valoración de la espontaneidad, creatividad,… del niño, la percepción de que el juego constituye un medio para promover el aprendizaje, la consideración de que la educación debe entenderse en colaboración con los padres… También en las universidades, concretamente en las antiguas Escuelas de Magisterio, se han hecho innovaciones en la formación docente que sufrieron el mismo destino que las realizadas en la escuela. Todo este trabajo tiene un importante valor, y quizás sea el momento de retomarlo, con objeto de contrastarlo a la luz de los nuevos conocimientos, fruto de la evolución teórica surgida en la Enseñanza de las Ciencias. Esta contrastación, que ha incidido favorablemente en la génesis del

conocimiento científico, recuérdese como trabajos empíricos (por ejemplo los de Mendel), inicialmente olvidados, fueron retomados e interpretados desde nuevas perspectivas teóricas, puede ser fácilmente extrapolable al ámbito de la enseñanza de las Ciencias.

LOS NUEVOS RETOS FORMATIVOS

La formación del profesorado en general y del profesorado de Educación Infantil en particular es una tarea complicada. Como cualquier otra formación tiene por objeto el desarrollo de determinadas competencias dirigidas básicamente, en este caso, a conocer qué ciencias enseñar en educación infantil y como hacerlo, aspecto que a su vez es complejo, máxime cuando el referente está centrado en el desarrollo integral del niño, sus intereses, capacidades y limitaciones….

Tradicionalmente cuando se acomete una tarea compleja como la formación docente, se puede optar por *"quedarse en las generalidades",* de tal forma que se teoriza sobre el todo sin dar soluciones a los problemas concretos, aspecto éste del que habitualmente se queja el profesorado (Moreno Sanchez et al. 1999). Pero, también se puede realizar un planteamiento analítico "hiperespecializado", en el que cada disciplina aporta un conocimiento, siendo esta opción asimismo criticada, porque conduce a la desconexión de saberes, sin aportar las necesarias pautas de integración. La superación de esta situación plantea la necesidad de entender el estudio analítico como un medio para profundizar en el conocimiento de los fenómenos amplios y complejos. Desde cada materia se plantea la necesidad de utilizar el diálogo disciplinar, entendido como un espacio que permite articular el conocimiento de las diferentes disciplinas en el estudio de los hechos del mundo. Es decir se produce un constante ir y venir entre la óptica disciplinar y global (Bonil et al. 2004). En este proceso es imprescindible conocer los modelos explicativos que dan cuenta de un fenómeno, hecho o situación desde una determinada disciplina y hacer lo mismo desde otros campos. De esta forma, se percibe que el fenómeno global no puede estudiarse desde una sola óptica y que la conjunción de varias posee un valor añadido que supera la suma de las partes.

Esta perspectiva formativa desde la complejidad demanda la superación de dificultades estructurales y en algunos casos de índole personal, sin embargo es necesario dirigirnos hacia ese camino sin prisa pero sin pausa. Inicialmente se podrían acometer objetivos más próximos y plausibles que quizás interesen únicamente al profesorado de Didáctica de las ciencias. Un tema de especial importancia es profundizar en el análisis del currículo y en la determinación de qué *"modelos científicos"* qué regularidades, qué experiencias (fenómenos) son las mas idóneas (Izquierdo, 2005) para introducir, en nuestro caso, en el aula de educación infantil.

Concretamente deberá determinarse, qué se debe estudiar sobre los seres vivos, sobre los distintos tipos de materiales inertes….; decidir si insistimos en la realidad estática y descriptiva o, por el contrario, profundizamos en el dinamismo de los fenómenos…. Todo ello resulta trascendental para superar el *"activismo inconexo"* que desafortunadamente sigue presente en la Educación Infantil.

Otro reto importante es darle al contenido una perspectiva de continuidad, pues la falta de conexión y secuenciación adecuadamente definida entre niveles educativos es un problema endémico en la educación científica. La interlocución fluida entre el profesorado especialista de los niveles consecutivos es una necesidad imperiosa, aunque poco frecuente. Lo mismo podríamos decir de la interlocución entre los autores/as de los materiales publicados por las editoriales, donde no siempre se percibe esta perspectiva de continuidad y espiralidad del tratamiento de los contenidos.

La complejidad de la formación del profesorado de infantil a la que nos venimos refiriendo, nos conduce a la formulación de un objetivo más ambicioso, que trasciende al área de Didáctica de las Ciencias. Dicho objetivo consiste en la búsqueda de planteamientos formativos que pongan en juego el diálogo disciplinar. En este sentido sería más o menos sencillo empezar por las áreas (Didáctica de las Ciencias Experimentales y Didáctica de las Ciencias Sociales) que comparten la misma materia sobre el conocimiento del medio y que habitualmente mantienen una mera coordinación técnica. Así mismo sería necesario dar un paso más y que las comisiones de titulación empiecen a funcionar de una manera menos burocrática y más académica. Urge tener en el punto de mira una concreción de lo que entendemos por formación integral del niño/a menor de 6 años, que sirva de referente para seleccionar los fenómenos de estudio del medio sobre los que las distintas disciplinas mantendrían el diálogo disciplinar antes citado. Indudablemente el medio es el que proporciona los materiales y las situaciones que provocan interés y necesidad de aprender en los niños/as (Cañal, 2006). Aquí tenemos una responsabilidad especial los profesores de Didáctica de las Ciencias, pero esto no debe interpretarse como una mera reivindicación de un mayor peso curricular, sino una aportación de nuestra área al sistema.

Un paso más dentro de la complejidad de la formación docente nos conduce directamente a contemplar no solo las disciplinas, sino también la escuela y el modelo de enseñanza deseable. Este aspecto a nuestro entender es uno de los mas utópicos, porque tradicionalmente la universidad es una usuaria de la escuela, en cuanto envía alumnos a hacer las prácticas, pero todavía estamos lejos de que existe una interconexión eficaz y generalizada desde el punto de vista formativo, al

menos en las universidades gallegas. Lo indicado nos conduce a establecer una última discusión sobre el prácticum que cursa el futuro maestro. Indudablemente cualquier profesión es un compendio de teoría y práctica que debe estar interrelacionada, con objeto del que el profesional novel ponga en juego ambos conocimientos. Por ello, en nuestro caso es imprescindible establecer un diálogo entre el tutores/as (profesor/a de la facultad y de Educación Infantil), para definir, analizar y discutir las intenciones formativas, las estrategias a seguir,…. Este diálogo debe ser amplio y profundo, abarcando cada vez mas temas, si se quiere superar el mero tecnicismo habitual, centrado, casi exclusivamente, en la calificación del estudiante.

Lo hasta ahora señalado nos conduce a considerar que la formación del profesorado de Educación Infantil debe caminar hacia la complejidad, es decir, hacia la interrelación entre disciplinas, la interrelación entre niveles educativos e instituciones y todo ello debe estar presidido por la mejora de la investigación. Si bien la investigación educativa no suele tener una repercusión inmediata en el aula, pues es, como toda investigación, lenta y los resultados llegan cuando el día a día ha generado nuevos problemas, no podemos obviar que ha tenido y tiene un importante valor. Uno de sus puntos fuertes ha sido poner sobre la mesa la ineficacia de determinadas prácticas, decisiones… consideradas acríticamente como las mejores, porque han funcionado siempre. La investigación en Enseñanza de las Ciencias, todavía tiene mucho que aportar a la mejora de la formación del profesorado de Educación Infantil, pues su camino tiene aun escaso recorrido.

Finalmente cabe destacar que la formación del profesorado de infantil, al igual que ocurre en otros niveles educativos, se halla en un momento de cambio, siendo la elaboración de los nuevos planes de estudios una oportunidad para realizar una evaluación y reflexión profunda. Por ello, las facultades y las áreas de conocimiento tenemos la responsabilidad de saber interpretar adecuadamente las orientaciones al título de Maestro de Infantil, incluidas en la Orden del 27 de diciembre de 2007, a las nuevas tendencias en la formación docente. Hemos de ser conscientes que las competencias asociadas al módulo didáctico y disciplinar recogidas en esta Orden son bastante genéricas en lo que a la Enseñanza de las Ciencias se refiere: *conocer la metodología científica y promover el pensamiento científico y la experimentación;….. conocer los momentos más sobresalientes de la historia de las ciencias y las técnicas y su trascendencia;… elaborar propuestas didácticas en relación con la interacción ciencia, técnica, sociedad y desarrollo sostenible;.. promover el interés y el respeto por el medio natural, social y cultural a través de proyectos didácticos adecuados…* Este nivel de generalización va a

provocar distintas interpretaciones, y por tanto diversidad de orientación formativa. Sin embargo, aunque dicha diversidad sea legítima, sería deseable que desde la Didáctica de las Ciencias haya un cierto consenso teórico sobre como debe ser la formación del futuro maestro en este ámbito. Esperamos que este reto que tenemos entre manos permita hacernos avanzar hacia la mejora de la formación docente, lo que, sin duda, redundará en la mejora de la formación de los futuros ciudadanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bonil, J., Calafell, G., Orellana, L., Espinet, M., & Pujol, R. M. (2004). El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. *Investigación en la Escuela, 53*, 83-97.

Imbernón, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias, 23*(1), 111-122.

Kaufman, D. R. (1997). Caracterización de los modelos didácticos en la enseñanza infantil en relación con el tratamiento de contenidos conceptuales. El ejemplo del ciclo de las plantas. *Investigación en la Escuela, 33*, 47-58.

Kaufman, M. (1999). Caracterización de los modelos didácticos en el nivel inical. In M. Kaufman & L. Fumagalli (Eds.), *Enseñanza de Ciencias Naturales. Reflexiones y propuesta didácticas* (pp. 65-107). Barcelona: Paidós.

Moreno Sánchez, E., Martín Berrido, M., Carrasco Macías, M. J., Vélez González, J. E., & T., P. C. M. (1999). La formación inicial de las profesoras y profesores de educación infantil: Respondiendo a sus necesidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado, 2*(2).

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, 21*(3), 343-358.

Shulman, L. (1993). Renewing the Pedagogy of teacher education: The impact of subject-specific conceptions of teaching. In L. Montero & J. M. Vez (Eds.), *Las Didácticas Específicas en la Formación del Profesorado* (Vol. I, pp. 53-69). Santiago de Compostela: Tórculo Edicións.

Trueba, B. (1997). Modelos didácticos y materiales curriculares en Educación Infantil. *Investigación en la Escuela, 33*, 35-46.

MESA REDONDA

LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE INFANTIL, PRIMARIA Y SECUNDARIA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

DOCUMENTO PARA EL DEBATE.

¿CÓMO ORIENTAR LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE PRIMARIA EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES?

Pedro Cañal

Universidad de Sevilla

INTRODUCCIÓN

En estos Encuentros de Almería 2008 participamos, junto con otros profesores e investigadores, una buena parte de los responsables de la formación en DCE del profesorado de Infantil, Primaria y Secundaria de nuestro país. El debate que con tan buen criterio ha planteado la organización no puede ser más oportuno. Tenemos la ocasión de analizar la situación actual y mejorar los enfoques y perspectivas para el período que se abre con los nuevos planes de estudio.

Como colectivo organizado en la Asociación Ápice y en estas ya clásicas Jornadas, podemos compartir y debatir puntos de vista y enriquecer mutuamente nuestras ideas y argumentos para lograr, en nuestro caso, que los planes de estudio del profesorado de Primaria que se están elaborando no reproduzcan planteamientos inadecuados e injustificables como los que se plasmaron en buena parte de los planes que vamos, felizmente, a dejar atrás en nuestros Centros.

En todo caso, este documento no tiene otra pretensión que poner sobre la mesa algunos datos y, sobre todo, un conjunto de interrogantes que puedan orientar la reflexión que se nos plantea. Iremos pues presentando cada una de las cuestiones iniciales que se propone abordar, en la confianza de que el debate permitirá seleccionar las que consideremos más relevantes y plantear otras.

1. ¿QUÉ LUGAR OCUPA Y DEBE OCUPAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN PRIMARIA?

Aunque no disponemos de datos sistemáticos al respecto, sí hay muchas informaciones concretas e indicios que llevan a considerar que la enseñanza de las ciencias, en el Área de Conocimiento del Medio, no suele tener un enfoque didáctico adecuado ni concita excesivo entusiasmo entre gran parte del profesorado de esta etapa. De acuerdo con nuestra experiencia y con las informaciones de primera mano que proporcionan

los estudiantes que realizan prácticas en centros de Primaria, debemos plantearnos cuestiones como las siguientes:

1.1. ¿Podemos confirmar que, salvo excepciones muy contadas, la práctica de la enseñanza de las ciencias que se realiza en la asignatura de Conocimiento del Medio suele estar basada casi exclusivamente en la lectura individual o colectiva de los temas del libro de texto, la aclaración de dudas por el maestr@ (en su caso) y la realización de los ejercicios del libro?

1.2. Atendiendo a las informaciones que proporcionan nuestros alumnos, ¿podemos considerar que Conocimiento del Medio ocupa un bajo estatus de importancia en la mayor parte de las aulas de Primaria? ¿Ratificamos que con cierta frecuencia incluso se suprimen horas de esta materia en beneficio de otras como Matemáticas o Lengua? ¿Qué opinamos al respecto?

1.3. ¿Coincidimos en considerar que la etapa de infantil y la de primaria son cruciales en el proceso de alfabetización científica de los escolares? ¿Y en que esta alfabetización científica general resulta imprescindible en la actualidad?

1.4. ¿Podemos confirmar las informaciones relativas a que a una buena parte de los maestros y maestras de Primaria no les gustan las ciencias, creen que tienen poca preparación para enseñarlas y que quizás por ello no le prestan la atención que debieran?

1.5. ¿Es preciso un estudio en profundidad de la situación de la enseñanza de las ciencias en Primaria y sus causas?

2. ¿QUE FORMACIÓN PREVIA SOBRE LAS CIENCIAS Y SU ENSEÑANZA TIENEN LOS ESTUDIANTES QUE ACCEDEN A LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE DCE?

La sensación personal que muchos experimentamos en los últimos años es que cada vez más nos llegan a Primaria (como al resto de las especialidades) una alta proporción de estudiantes que ya hace tiempo decidieron que sus intereses y opciones personales no se dirigían al campo de las ciencias y que cursan este tipo de asignaturas como un doloroso o poco grato reencuentro con un área que querrían evitar y que no les resulta nada atractiva o interesante. Como en las cuestiones anteriores, ésta es una buena ocasión para contrastar nuestras impresiones sobre aspectos como los siguientes:

2.1. ¿Es algo generalizado en toda España que los estudiantes de nuestras clases proceden sobre todo de opciones de sociales de Bachillerato y muy pocos de ciencias?

2.2. ¿Podemos pensar que muchos de estos estudiantes han huido de las ciencias porque las ven como muy complicadas, difíciles de aprobar y, por ello, poco atractivas?

2.3. ¿Son frecuentes en nuestras clases los estudiantes que afirman o demuestran tener una "mentalidad científica"? ¿Abundan más, por el contrario, los que presentan un perfil personal y didáctico alejado del propio de una "mentalidad científica"

2.4. ¿Puede afirmarse que el nivel de alfabetización científica de nuestros estudiantes al acabar la carrera suele ser bastante bajo o al menos insuficiente o inadecuado para actuar en un aula de primaria como docentes responsables de la alfabetización científica de los escolares de su clase?

2.5. ¿Es frecuente que posean además una formación didáctica inicial básicamente transmisiva, adquirida por impregnación ambiental durante su escolaridad, que hace que tengan que superar muchos obstáculos para entender y asimilar adecuadamente las actuales propuestas constructivistas e investigadoras en cuanto a cómo abordar la enseñanza de las ciencias en Primaria?

2.6. ¿Sería conveniente establecer alguna prueba de admisión inicial que incluyera indicadores del nivel de alfabetización científica y didáctica de los candidatos, como ocurre en Finlandia?

3. ¿CUÁLES PARECEN SER LOS PRINCIPALES PROBLEMAS Y DEFICIENCIAS ACTUALES EN LA FORMACIÓN DE LOS MAESTROS ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN PRIMARIA?

3.1. ¿Constituye un problema el enfoque transmisivo e inespecífico que a veces se da a las asignaturas de contenidos científicos, cuando son impartidas por docentes que no adaptan sus programas a los niveles reales de formación científica iniciales y a las necesidades de formación de los futuros maestros y maestras para ejercer adecuadamente la enseñanza de las ciencias?

3.2. ¿Lo es la dificultad para compaginar teoría y práctica en las secuencias de formación que implementamos en la facultad, por la rigidez y escasa duración de los períodos de estancia en centros escolares?

3.4. ¿La falta de disponibilidad o acceso prioritario a aulas de primaria de calidad acreditada, en las que puedan nuestros estudiantes realizar estancias cortas para familiarizarse con las formas actuales de enseñanza de las ciencias en primaria? ¿Es necesario conseguir una red de aulas de prácticas de calidad acreditada?

3.5. ¿Es un problema la enorme pasividad y falta de autonomía que caracteriza a buena parte del alumnado de nuestros Centros en cuanto a

tomar las riendas de su propio proceso de formación en relación con las ciencias y su enseñanza? ¿Qué hacer para evitarlo?

3.5. ¿Y la falta de docentes de primaria con altos niveles de desarrollo profesional, en general y en el ámbito de la alfabetización científica, que desarrollen con asiduidad tareas de formación en nuestros Centros?

3.6. ¿Lo es la falta de una buena definición de las competencias del grado y de las subcompetencias de cada módulo o asignatura que se consideren imprescindibles para el ejercicio de esta profesión, así como de un auténtico conocimiento y control del nivel de competencia logrado finalmente por cada estudiante?

4. ¿CÓMO TENER EN CUENTA TODO LO ANTERIOR EN LOS NUEVOS PLANES DEL GRADO DE MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA?

A. <u>En la definición de competencias</u>.

4.1. ¿Cómo valoramos la propuesta de doce competencias del Grado de Primaria (ver Anexo 1) que se realiza en la ORDEN ECI/3857/2007, de 29 de diciembre, que establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria? ¿Están bien formuladas? ¿Sobra o falta alguna? ¿Cómo valorar su adecuación?

4.2. Nuestra área de DCE, ¿qué aportación debe hacer al logro de las competencias generales del maestro/a de Primaria?

4.3. ¿Consideramos que los graduados como Maestros de Primaria deberían poseer todas y cada una de las competencias básicas que estipula el currículo actual para el alumnado al final de la enseñanza Primaria?

4.4. En cuanto a la competencia que establece el currículo de la Etapa de Primaria para el *Conocimiento e interacción con el mundo físico* (ver anexo 2), ¿podemos afirmar que nuestros alumnos y alumnas poseen plenamente esa competencia científica al acabar sus estudios de Maestro de Primaria?

4.5. ¿Sería preciso realizar un estudio previo sobre los niveles iniciales de competencia científica que poseen nuestros alumnos y los avances reales que experimentan al cursar nuestras asignaturas?

4.6. ¿Qué relación guardan las competencias específicas que se fijen en relación con el módulo de formación científica y el diseño de cada una de las asignaturas que incluya ese módulo.

B. <u>En el diseño del módulo sobre "Enseñanza y aprendizaje de Ciencias Experimentales"</u> (ver anexo 3).

4.7. Si este módulo puede tener una asignación entre 16 créditos europeos (si se hace un reparto igualitario de los 100 c.e. Didácticos y Disciplinares entre los seis módulos previstos) y un mínimo de 12 c.e., ¿qué asignaturas de seis a ocho c.e. incluir para poder desarrollar todas las competencias específicas que estipula la Orden ECI/3857/2007?

4.8. ¿Cómo establecer una coordinación real y efectiva entre las asignaturas del módulo? ¿Tenemos experiencias interesantes al respecto?

C. En el diseño de las asignaturas.

4.9. ¿Cómo hacer que el diseño de las asignaturas resulte plenamente coherente con las competencias formuladas para el módulo?

4.10. ¿Será preciso evaluar las competencias reales que se alcanzan en el módulo mediante estas asignaturas? ¿Cómo organizar dicha evaluación?

ANEXO 1.

Competencias que los estudiantes de Maestro de Primaria deben conseguir:

(Añadiendo la aportación que puede realizar nuestra área)

1. Conocer las áreas curriculares de la Educación Primaria, la relación interdisciplinar entre ellas, los criterios de evaluación y el cuerpo de conocimientos didácticos en torno a los procedimientos de enseñanza y aprendizaje respectivos.

D.C.E. : Conocer el Área de Conocimiento del Medio, en particular todo lo relativo al Medio Natural y la relación interdisciplinar que guarda con el Medio Social, los criterios de evaluación y contribuir al conocimiento didáctico de los procedimientos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en primaria.

2. Saber diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro.

D.C.E.: Saber diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de Conocimiento del Medio, especialmente en los aspectos relativos al Medio Natural, pero con relaciones interdisciplinares con el Medio Social, y tanto individualmente como en colaboración con otros estudiantes (durante su formación inicial) o con docentes (cuando sean maestros de un Centro)

3. Abordar con eficacia situaciones de aprendizaje de lenguas en contextos multiculturales y plurilingües. Fomentar la lectura y el comentario crítico de textos de los diversos dominios científicos y culturales contenidos en el currículo escolar.

DCE: Saber emplear la lectura, escritura y debate en clase sobre noticias de prensa u otros textos y contenidos relativos a la ciencia, al medio natural y tecnológico como recurso didáctico en la alfabetización científica.

4. Diseñar y regular espacios de aprendizaje en contextos de diversidad y que atiendan a la igualdad de género, a la equidad y al respeto a los derechos humanos que conformen los valores de la formación ciudadana.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas. Clima de aula.

5. Fomentar la convivencia en el aula y fuera de ella, resolver problemas de disciplina y contribuir a la resolución pacífica de conflictos. Estimular y valorar el esfuerzo, la constancia y la disciplina personal en los estudiantes.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas. Clima de aula.

6. Conocer la organización de los colegios de educación primaria y la diversidad de acciones que comprende su funcionamiento. Desempeñar las funciones de tutoría y de orientación con los estudiantes y sus familias, atendiendo las singulares necesidades educativas de los estudiantes. Asumir que el ejercicio de la función docente ha de ir perfeccionándose y adaptándose a los cambios científicos, pedagógicos y sociales a lo largo de la vida.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas. Asumir que la enseñanza de las ciencias, en el área de conocimiento del medio, ha de ir perfeccionándose y adaptándose a los cambios científicos, pedagógicos y sociales a lo largo de la vida.

7. Colaborar con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social. Asumir la dimensión educadora de la función docente y fomentar la educación democrática para una ciudadanía activa.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas.

8. Mantener una relación crítica y autónoma respecto de los saberes, los valores y las instituciones sociales públicas y privadas.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas.

9. Valorar la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible.

DCE: Competencia directamente ligada a los procesos de alfabetización científica.

10. Reflexionar sobre las prácticas de aula para innovar y mejorar la labor docente. Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo entre los estudiantes.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas.

11. Conocer y aplicar en las aulas las tecnologías de la información y de la comunicación. Discernir selectivamente la información audiovisual que contribuya a los aprendizajes, a la formación cívica y a la riqueza cultural.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas.

12. Comprender la función, las posibilidades y los límites de la educación en la sociedad actual y las competencias fundamentales que afectan a los colegios de educación primaria y a sus profesionales. Conocer modelos de mejora de la calidad con aplicación a los centros educativos.

DCE: Competencia transversal a todas las áreas.

ANEXO 2.

Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico(al final de Primaria)

(Titulándolas para facilitar la consulta)

- Para interactuar autónomamente con el mundo físico, comprenderlo, predecirlo y mejorarlo. Tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana, de tal modo que se posibilita la comprensión de sucesos, la predicción de consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida propia, de las demás personas y del resto de los seres vivos. En definitiva, incorpora habilidades para desenvolverse adecuadamente, con autonomía e iniciativa personal en ámbitos de la vida y del conocimiento muy diversos (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos tecnológicos, etc.) y para interpretar el mundo, lo que exige la aplicación de los

conceptos y principios básicos que permiten el análisis de los fenómenos desde los diferentes campos de conocimiento científico involucrados.

- Para una adecuada percepción del espacio físico y para interactuar con el mismo en forma física e intelectual. En el espacio en el que se desarrollan la vida y la actividad humana, tanto a gran escala como en el entorno inmediato, y la habilidad para interactuar con el espacio circundante: moverse en él y resolver problemas en los que intervengan los objetos y su posición.

- Para comprender y asumir la necesidad de esquemas de interacción de las personas con el medio orientados a la sostenibilidad y la solidaridad social. La competencia de interactuar con el espacio físico lleva implícito ser consciente de la influencia que tiene la presencia de las personas en el espacio, su asentamiento, su actividad, las modificaciones que introducen y los paisajes resultantes, así como de la importancia de que todos los seres humanos se beneficien del desarrollo y de que éste procure la conservación de los recursos y la diversidad natural, y se mantenga la solidaridad global e intergeneracional. Supone asimismo demostrar espíritu crítico en la observación de la realidad y en el análisis de los mensajes informativos y publicitarios, así como unos hábitos de consumo responsable en la vida cotidiana.

- Para comprender y defender la necesidad de un entorno y de una vida individual y colectiva saludable. Esta competencia, partiendo del conocimiento del cuerpo humano, de la naturaleza y de la interacción de los hombres y mujeres con ella, permite argumentar racionalmente las consecuencias de unos u otros modos de vida, y adoptar una disposición a una vida física y mental saludable en un entorno natural y social también saludable. Asimismo, supone considerar la doble dimensión –individual y colectiva- de la salud, y mostrar actitudes de responsabilidad y respeto hacia los demás y hacia uno mismo.

- Para identificar, formular, aplicar conocimientos y concluir sobre problemas relativos a la realidad natural y social. Esta competencia hace posible identificar preguntas o problemas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con la finalidad de comprender y tomar decisiones sobre el mundo físico y sobre los cambios que la actividad humana produce sobre el medio ambiente, la salud y la calidad de vida de las personas. Supone la aplicación de conocimientos y procedimientos para dar respuesta a lo que se percibe como demandas o necesidades de las personas, de las organizaciones y del medio ambiente.

- Para poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis y la indagación científica. Identificar y plantear problemas relevantes; realizar observaciones directas e indirectas con conciencia del marco teórico o interpretativo que las dirige; formular preguntas; localizar, obtener, analizar y representar información cualitativa y cuantitativa; plantear y contrastar soluciones tentativas o hipótesis; realizar predicciones e inferencias de distinto nivel de complejidad; e identificar el conocimiento disponible, teórico y empírico) necesario para responder a las preguntas científicas, y para obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones en diversos contextos (académico, personal y social).

- Para reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia.

- Para planificar y emplear soluciones técnicas. Siguiendo criterios de economía y eficacia, para satisfacer las necesidades de la vida cotidiana y del mundo laboral.

- En definitiva, esta competencia supone:

- el desarrollo y aplicación del pensamiento científico-técnico para interpretar la información que se recibe y para predecir y tomar decisiones con iniciativa y autonomía personal en un mundo en el que los avances que se van produciendo en los ámbitos científico y tecnológico tienen una influencia decisiva en la vida personal, la sociedad y el medio natural
- la diferenciación y valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento
- la utilización de valores y criterios éticos asociados a la ciencia y al desarrollo tecnológico.
- el uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medio ambiente, el consumo racional y responsable, y la protección de la salud individual y colectiva como elementos clave de la calidad de vida de las personas.

ANEXO 3.

Competencias específicas en el módulo sobre Enseñanza y aprendizaje de Ciencias Experimentales.

- Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología).
- Conocer el currículo escolar de estas ciencias.
- Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana.
- Valorar las ciencias como un hecho cultural.
- Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible.
- Desarrollar y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes.

SEMINARIO I. LA FORMACIÓN INICIAL EN DCE DEL PROFESORADO DE INFANTIL, PRIMARIA, SECUNDARIA Y UNIVERSIDAD.

FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA.

Conxita Márquez. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. UAB.

La reforma de los estudios universitarios supondrá un cambio en la formación de maestros y profesores. Las novedades del nuevo sistema, además de cambios de estructura, han de permitir una mayor autonomía universitaria y curricular. Ahora bien, la profundización de la autonomía universitaria no está exenta de dificultades cuando se trata de regular una excepción, como es el caso que nos ocupa. Cuando el título universitario habilita para una profesión regulada o titulada, como ocurre con los maestros y con los profesores de secundaria, es necesario que sea regida por una ley de carácter estatal, esto supondrá que las concreciones deberán ser armónicas y creativas al combinar las competencias que correspondan al Estado y a las Comunidades Autónomas.

La formación del profesorado cobra una especial relevancia en el momento actual en el que las previsiones demográficas y las jubilaciones del profesorado en ejercicio indican que se necesitarán algo más de 200.000 profesores hasta el curso 2015. Pero la importancia de la formación del profesorado no puede resolverse con un debate técnico, sino que requiere un amplio y profundo debate social planteando cuál debe ser el perfil del maestro y profesor.

La comunicación se ha estructurado en tres puntos i) Características del Master Oficial para la formación inicial del profesorado de Secundaria regulado por El Real Decreto 1393/207 de 29 de octubre, ii) Propuesta de Máster Oficial para la formación inicial del profesorado de Secundaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB y iii) Algunos puntos para la discusión.

CARACTERÍSTICAS DEL MASTER OFICIAL PARA LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA REGULADO POR EL REAL DECRETO 1393/207 DE 29 DE OCTUBRE

La Ley Orgánica de Educación, de 3 de mayo de 2006, establece las condiciones de titulación académica y de formación inicial profesionalizadora para la formación inicial del profesorado de Secundaria y contempla la realización de un Máster Oficial de 60 créditos europeos, posterior al grado. Este cambio pretende cubrir una demanda social que consideraba deficiente la formación

pedagógica del profesorado de secundaria proporcionada por el CAP (curso de 12 créditos).

El modelo de formación que propone la LOE se consolida por tanto como una vía consecutiva donde hay una primera formación (grado) en un área de conocimiento y posteriormente una formación profesionalizadora (máster).

El Real Decreto 1393/207, de 29 de octubre, establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y dispone que los planes de estudios conducentes a títulos universitarios oficiales deberán adecuarse a las condiciones que establezca el Gobierno y además deberán ajustarse a la normativa europea.

La Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, establece los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas.

Esta orden presenta:

Los objetivos, definidos en forma de 11 competencias que los estudiantes deben adquirir.

Las condiciones de acceso al Máster que se concretan en la acreditación del dominio de las competencias relativas a la especialización que se desee cursar, mediante la realización de una prueba diseñada al efecto por las Universidades, de la que quedarán exentos quienes estén en posesión de alguna de las titulaciones universitarias que se correspondan con la especialización elegida. Asimismo, habrá de acreditarse el dominio de una lengua extranjera equivalente al nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.

La planificación de las enseñanzas. Estas enseñanzas se estructurarán teniendo en cuenta las materias y ámbitos docentes en educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional, enseñanzas artísticas, enseñanzas de idiomas y enseñanzas deportivas. Con carácter general, han de ser presenciales, al menos, en el 80% de los créditos totales del Máster, incluido necesariamente el Prácticum. Las Universidades que por su especificidad diseñan, programan y desarrollan las enseñanzas exclusivamente a distancia, han de garantizar que el Prácticum tenga carácter presencial. El Prácticum se realizará en colaboración con las instituciones educativas establecidas mediante convenios entre Universidades y Administraciones Educativas.

El plan de estudios El Máster contará con módulos o materias relativos, según la especialidad, a complementar la formación disciplinar, la formación didáctica, la formación pedagógica, psicológica y sociológica en general, así como la iniciación a la

investigación y a la innovación educativas. Teniendo una especial importancia el "pràcticum". Más concretamente los módulos que se proponen son:

Un módulo genérico (12 créditos)

Aprendizaje y desarrollo de la personalidad

Procesos y contextos educativos

Sociedad, familia y educación

Un módulo específico (24 créditos)

Complementos para la formación disciplinar

Aprendizaje y enseñanza de las materias correspondientes

Innovación docente e iniciación a la investigación educativa

Un módulo de Prácticum (16 créditos)

Prácticum en la especialización, incluyendo el Trabajo fin de Máster

PROPUESTA DE MÁSTER OFICIAL PARA LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN DE LA UAB

La formación inicial del profesorado de secundaria ha sido una preocupación constante en la Universitat Autònoma de Barcelona, la cual ha sido pionera en el Estado en su interés por asegurar la calidad. Prueba de ello es la larga experiencia en la organización de los cursos de CAP, de los Cursos de Calificación Pedagógica (CCP) en adecuación a los principios de la LOGSE y, en los últimos 5 cursos, de la organización de un Máster propio impulsado por la Facultad de Ciencias de la Educación. El Máster propio está estructurado de acuerdo con el Espacio Europeo de Educación Superior y de características muy similares al futuro máster oficial.

Para asegurar la calidad de esta oferta formativa, se ha promovido la coordinación entre las diferentes instancias de la Universidad implicadas en estos estudios (Vicerrectorado de Ordenación Académica, Facultades, Departamentos, ICE), con la Administración Educativa de la Generalitat y con los centros de secundaria. Este bagaje supone un capital importante de cara a emprender nuevas iniciativas en este campo.

La valoración del curso, en los distintos formatos (CCP, Mención y Máster propio) ha sido globalmente positiva por parte del alumnado y del profesorado. Algunos puntos a destacar son:

- Los alumnos valoran positivamente el nivel de exigencia del curso, a pesar de que comporta una dedicación casi exclusiva.

- La incidencia del curso permite que los alumnos se replanteen las creencias y las posiciones iniciales.
- Generalmente, todos los módulos del programa son bien valorados. Ello es importante ya que a menudo asignaturas de contenidos pedagógicos generales no son consideradas positivamente en cursos de formación de profesorado de secundaria.
- Se considera que la selección de tutores es fundamental, ya que en algunos casos los "modelos" observados en los centros no son demasiados congruentes con los promovidos en la universidad. Asimismo, se destaca la necesidad de seleccionar el tutor el centro escolar pero también el centro escolar. Para facilitar de esta manera la participación en sesiones de tutoría, aulas de acogida, etc...
- La duración tan prolongada de las dos vías, la obligatoria o CAP y la alternativa (CCP o el máster propio) no ha favorecido la consolidación, ni la extensión de está segunda propuesta formativa.

PROPUESTA DE MÁSTER OFICIAL DE PROFESORADO DE SECUNDARIA

Durante el año 2007 se ha presentado el *Máster Oficial de Profesorado de Secundaria* para iniciarse el curso 2008-09, este se inscribe en la línea de adecuar nuestra oferta a las necesidades formativas de los docentes de secundaria de hoy. Queremos que sea un modelo de referencia para la formación universitaria de estos profesionales de la enseñanza, que toma como referencia el modelo de CCP experimentado en nuestra Facultad, a las directrices elaboradas por el Ministerio de Educación y que se enmarca en las orientaciones del Espacio Europeo de Educación Superior. Esta propuesta parte del máster propio actual y lo modifica ligeramente para cumplir las directrices del Real Decreto del máster en profesorado de secundaria.

OBJETIVOS

Los objetivos generales del Máster se pueden sintetizar en tres grandes ejes:

- Capacitar a los docentes de secundaria para enseñar los contenidos del área de conocimiento en la que se han formado en el grado: formación didáctica y contenidos complementarios.

- Formar en habilidades que permitan actuar profesionalmente como miembro de un equipo docente y como gestor de un aula de secundaria.

- Incorporar conocimientos para facilitar un aprendizaje integral del estudiante de secundaria: tutoría y orientación personal, académica y profesional.

COMPETENCIAS

Al final del Máster, los estudiantes deberían haber adquirido las competencias que definen el perfil de un docente de secundaria.

1. Competencias relativas al trabajo con estudiantes:

- conocer en profundidad los contenidos de enseñanza de unas disciplinas determinadas y saber concretarlos en objetivos de aprendizaje
- construir, planificar y regular estrategias de intervención en el aula en función de los conocimientos y de las representaciones de los alumnos.
- organizar el grupo de estudiantes para el desarrollo de las actividades compartidas
- desarrollar la acción tutorial y la orientación personal, académica y profesional de un grupo de alumnos
- identificar, comprender y evaluar la diversidad de necesidades educativas de los alumnos para proponer las acciones educativas más adecuadas.

2. Competencias relativas al trabajo con los compañeros:

- trabajar en equipo en el diseño y desarrollo de los proyectos educativos y curriculares de centro, en la coordinación de la tarea docente y tutorial, y en la evaluación de los proyectos y de los aprendizajes.
- analizar críticamente la propia práctica docente (autoevaluación y evaluación compartida) con el fin de comprender la propia práctica y de introducir elementos de mejora.
- desarrollar actitudes de participación y colaboración como miembro activo de la comunidad educativa
- coordinarse y colaborar con profesionales externos al centro (profesionales de la salud, trabajadores y educadores sociales, etc.), y participar en programas institucionales, para la consecución de objetivos comunes.

3. Otras competencias profesionales del profesor de secundaria

- hacer un uso integrado y eficaz de las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación secundaria
- dominar las competencias comunicativas verbales y no verbales necesarias en la atención profesional.

- comprometerse en la formación permanente, tanto de los contenidos de la propia área como en los aspectos generales de la función docente.

CONDICIONES DE ACCESO Y SELECCIÓN DE LOS ESTUDIANTES

De acuerdo con el Real Decreto que regula este Máster, para el acceso a una especialidad determinada habrá que haber cursado una de las licenciaturas que se prevé en el anexo del Real Decreto, o bien superar una prueba de acceso que se determinará de acuerdo con el resto de universidades catalanas que impartan este máster. Además, los estudiantes deben acreditar el conocimiento de una lengua extranjera (B1 del Marco Común Europeo de Lenguas). Asimismo, para la obtención del título de Máster los estudiantes deberán acreditar el conocimiento de la Lengua Catalana (nivel C1 del Marco Común Europeo de Lenguas o equivalente).

En lo concerniente a la selección para el acceso al Máster, se considerará la licenciatura cursada, el expediente académico, y el resultado de la prueba de acceso.

Entendemos que este punto, de la misma manera que el número de plazas y de especialidades que se ofrecen, se debe pactar entre el conjunto de universidades catalanas y la administración de Cataluña.

ESTRUCTURA MODULAR DEL MÁSTER

La estructura del Máster responde a los siguientes criterios:

- Ofrecer unos complementos de formación para adecuar los contenidos de la formación de grado de los estudiantes a las áreas de la enseñanza secundaria
- Coordinar los contenidos y las actividades de los programas de las asignaturas y prever espacios compartidos de docencia. Todas las materias deben proporcionar de manera complementaria las claves de lectura necesarias para analizar la práctica escolar, interpretar las necesidades educativas de los jóvenes y diseñar la intervención docente adecuada.
- Vincular la reflexión de las disciplinas a las aulas universitarias con la práctica de los estudiantes del Máster en los centros de secundaria, de manera que el prácticum se desarrolle en paralelo a la reflexión teórica.
- Utilizar diferentes metodologías docentes (sesiones magistrales, seminarios, trabajo tutelado, trabajo autónomo) que permitan focalizar los procesos formativos en el aprendizaje del estudiante de acuerdo con el sistema de créditos europeo ECTS.

- Establecer una estrecha coordinación entre la universidad y los centros de prácticas de secundaria para asegurar que haya una interrelación continuada y efectiva entre los tutores universitarios, los tutores de los centros de secundaria y los estudiantes en prácticas a lo largo de todo el curso.

Con el fin de respetar las directrices del Anexo I del Real Decreto, que fija 48 de los 60 créditos del máster, se propone la siguiente estructura modular:

1. Formación psicopedagógica y social 15 (12) créditos Anual

2. Complementos de formación disciplinar de especialidad 10 (8) créditos Anual

3. Formación didáctica de la especialidad 15 (12) créditos Anual

4. Prácticum de especialidad y Trabajo de Máster 20 (16) créditos Anual

( ) Entre paréntesis se indica el número de créditos mínimo de acuerdo con el Real Decreto.

Se ha optado por una organización temporal anual de todos los módulos para favorecer una interrelación entre los diferentes módulos, en particular el módulo de prácticas y los módulos de Formación psicopedagógica y social y Formación didáctica. Asimismo la carga docente de cada módulo en cada semestre no es simétrica y se indicará en la descripción de los diferentes módulos, de manera que globalmente el estudiante deberá hacer 30 créditos en cada semestre.

El curso se estructura en 5 fases:

FASE I (5 semanas) Introducción al curso. Módulos de introducción a la formación psicosociopedagógica y a la didáctica específica (Introducción a la didáctica de las ciencias (ver anexo). Preparación del Pràcticum I.

FASE II (2 semanas). Pràcticum I.

FASE III (9 semanas). Módulos de profundización en la formación psicosociopedagógica y en la didáctica específica y complementos de formación.

FASE IV (6 semanas) Pràcticum II.

FASE V (9 semanas): Finalización módulos de profundización y de los complementos de formación y Trabajo de fin de Máster.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS DIFERENTES MÓDULOS.

1. Módulo Genérico. Formación psicosociopedagógica (15 créditos – 10 el primer semestre y 5 el segundo semestre - 105 horas presenciales, 375 horas totales para el estudiante)

La finalidad de este módulo es proporcionar la formación que capacite al estudiante para actuar como profesor en un centro de Educación Secundaria. De acuerdo con el Real Decreto, este módulo se estructurará en tres bloques: Aprendizaje y desarrollo de la personalidad (Psicología de la educación en la adolescencia), Procesos y contextos educativos (Organización escolar, Tratamiento de la diversidad, Educación emocional y en valores, Historia de la educación) y Sociedad, familia y educación (Sociología de la educación). Los contenidos del módulo deben tener un enlace con el prácticum, proporcionando herramientas para la observación y análisis de los fenómenos educativos que el estudiante tendrá ocasión de vivir en su período de prácticas.

2. Modulo específico. Consta de tres bloques:

a) Complementos de formación disciplinar de especialidad (10 créditos – 5 el primer semestre y 5 el segundo semestre -, 70 horas presenciales, 250 horas totales para el estudiante)

Este bloque tiene como finalidad completar la formación disciplinar del estudiante de acuerdo con la especialidad, por lo cual se deberá definir específicamente para cada especialidad. Debido a que la mayoría de especialidades del máster son de carácter amplio (por ejemplo, Ciencias y Tecnología, Ciencias Sociales y Humanidades, Lenguas y Literatura) y que la formación de los estudiantes, de acuerdo con las diferentes licenciaturas, puede tener un carácter más específico que el requerido por la especialidad, la principal finalidad del módulo es ofrecer unos complementos de formación disciplinarios orientados a la docencia en secundaria, que supongan un valor añadido respeto la formación que ha recibido el estudiante en su licenciatura. Por ejemplo, un estudiante de la especialidad de ciencias, debe tener conocimientos de las diferentes disciplinas (Biología, Física, Geología y Química, y también de Historia de la Ciencia) y uno de Ciencias Sociales debe tener de Geografía, Historia, Historia del Arte y Filosofía. En otros casos, como por ejemplo la especialidad de Matemáticas, el estudiante debe tener conocimientos de historia de las matemáticas, y debe poder hacer una reflexión profunda sobre las matemáticas elementales y su aplicación en problemas del mundo actual, o sobre la resolución de problemas.

b) Formación didáctica de la especialidad (15 créditos – 10 el primer semestre y 5 el segundo semestre -,105 horas presenciales, 375 horas totales para el estudiante)

Este bloque incluye todos los aspectos relacionados con la formación del profesor de secundaria como profesor de un área específica. De acuerdo con el Real Decreto, se debe ocupar del aprendizaje y la enseñanza de las materias de la especialidad: el conocimiento del currículo para la ESO y el Bachillerato, la transformación de este currículo en programas de trabajo, su gestión en el aula y las estrategias de evaluación. También el conocimiento de las dificultades de aprendizaje específicos de las materias del área y el tratamiento de la diversidad. Este bloque, debe tener un enlace con el prácticum, especialmente en lo concerniente al diseño, la gestión y la evaluación de unidades didácticas, que deben servir de base teórica para la actuación docente de los estudiantes.

c) Innovación docente e iniciación a la investigación educativa

El módulo también debe posibilitar el conocimiento y aplicación de innovaciones docentes y la introducción a la metodología para diseñar y desarrollar proyectos de innovación, de búsqueda y de evaluación en el ámbito de la didáctica correspondiente a la especialidad.

3. Módulo de Prácticum de especialidad y Trabajo de fin de Máster (20 créditos – 5 el primer semestre y 15 el segundo semestre -, 160 horas presenciales en el centro de prácticas, 20 horas en la universidad, 500 horas totales para el estudiante)

El módulo más extenso del máster es el prácticum que el estudiante realiza en un Centro de Educación Secundaria con un tutor del centro y otro de la universidad. Entendemos que el estudiante debe poder asistir al centro asignado, al menos en dos períodos durante el año: una primera estancia para conocer el centro y su organización (prácticas de observación), de dos semanas a tiempo completo, en el primer semestre del curso, y una segunda estancia más larga, de seis semanas a tiempo completo, donde se deberá iniciar como profesor (prácticas de actuación docente).

Asimismo, de acuerdo con las competencias comunicativas para este módulo que contempla el Real Decreto, el módulo incluirá en su inicio, un taller de expresión oral y escrita; durante la fase de prácticas, un seminario de seguimiento de la actuación docente del estudiante, y al final, la realización de un trabajo de máster que se deberá exponer y defender oralmente, y que deberá permitir valorar la adquisición del conjunto de conocimientos y competencias adquiridos, tanto en la formación teórica como en la práctica, en el máster.

PUNTOS PARA LA DISCUSIÓN

¿Cómo asegurar la relación entre teoría y práctica? Dos aspectos son básicos en este proceso. El primero está relacionado con la reflexión en la acción, de manera que el futuro profesor sea capaz de interpretar los hechos del aula, de proponer soluciones alternativas y de ser consciente de cuáles son las creencias didácticas implícitas y explicitas que guían su intervención. Para ello es necesario promover aprendizajes relevantes y reconstruir el conocimiento empírico del futuro profesor a través del conflicto cognitivo que se genera con el contraste entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento generado por la experiencia organizada y sistemática del centro escolar.

El segundo elemento básico es el Pràcticum. Para que del contraste entre teoría y práctica surga un profesor reflexivo y crítico, es necesario que se establezca una relación de colaboración entre la universidad y el instituto y entre el tutor universitario y el tutor del instituto y el estudiante. Este trabajo conjunto es el que permite superar el posible papel conservador de las prácticas escolares.

Finalmente, para que la interacción entre teoría y práctica sea el eje fundamental de la formación inicial del profesorado, es imprescindible introducir la reflexión metodológica, con el mismo énfasis con que se analizan los contenidos teóricos, tanto académicos como profesionales del futuro profesor.

¿Cómo consensuar el contenido de las materías de los módulos del pla de estudios? La tradicional discusión sobre cúal es el espacio de cada área de conocimiento se concreta habitualmente en el reparto de horas en lugar de en una discusión en profundidad sobre cuál es la aportación de cada disciplina en la formación de los enseñantes. La estructura del Máster oficial divide el currículum en tres grandes módulos. A través de esta distribución se presupone que los estudiantes sabrán integrar los diferentes conocimientosy aplicarlos en la toma de decisiones. No obstante, no es tan evidente que los estudiantes puedan llegar a hacer fàcilmente está síntesis. Por este motivo se propone vincular el contenido de las disciplinas al análisis de los problemas que encontraran los futuros enseñantes en su ejercicio profesional y, por tanto, profundizar en los criterios asociados a la toma de decisiones. Esta visión implica tres consecuencias principales:

a) Intentar romper con la visión tradicional de asignaturas teóricas y generalistas, versus assignaturas vinculades al conocimiento practico y, en cambio, reconocer que todas las disciplinas tienen componentes teóricos y prácticos a la vez.

b) Intentar concretar qué tipos de problemas se analizaran prioritáriamente a cada asignatura y cuáles requieren ser estudiados desde diferentes puntos de vista, a causa de su fuerte carácter

interdisciplinario; esto es importante para evitar repeticiones inútiles que pueden desorientar a los estudiantes. Este punto requiere que los diferentes departamentos involucrados en la formación del profesorado consensuen su campo específico de formaciónyconozcan el de los demás con la finalidad de establecer conexiones.

c) Tanto la formulación de los problemas objecto de estudio como los criterios vinculados a la toma de decisiones para poder actuar tienen que estar relacionados con aquello que los estudiantes identifican a través del Pràcticum como importante y posible. Esto comporta que el Pràcticum no se contemple como un campo de aplicación de contenidos teóricos préviamente introducidos, sinó com un punto de partida que permite el planteamineto de problemas, la observación, la experimentación, la recojida de datos, etc.

Otras cuestiones:

¿**En la selección para el acceso al Máster son suficientes los criterios de la licenciatura cursada, el expediente académico, y el resultado de la prueba de acceso?**

CONCEPCIONES ACERCA DEL MUNDO Y ACERCA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y MOTIVACIÓN DE ESTUDIANTES DE MAGISTERIO

USKOLA, ARAITZ y MENDIBURU, INTZA

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

RESUMEN: En este estudio se ha medido, mediante el uso de un cuestionario, el grado de disposición para trabajar en educación ambiental y la concepción de la misma, así como la visión acerca de la relación ser humano-naturaleza que tiene el futuro profesorado de Educación Primaria. Se observa que los resultados de las tres variables son, en principio, los adecuados para trabajar en EA y, asimismo, que no se trata de variables totalmente independientes, sino que los valores positivos en estas variables se retroalimentan entre sí.

PALABRAS CLAVE: educación ambiental, complejidad

SUMMARY: This study focuses on the determining factors for working in environmental education (EE) of Primary Education preservice teachers: motivation, conception of the EE purposes and views about the humankind-nature relationship. The results for the three items are favourable for working in EE, and it is observed that they are not totally independient, the positive values of them giving feed-back to each other.

KEYWORDS: environmental education, complexity

1. INTRODUCCIÓN

La educación ambiental (EA) debe dirigirse a todas las personas y trabajarse en todos los ámbitos educativos, sean formales o no formales. Sin duda, en nuestro entorno, es en el ámbito formal donde más se han trabajado las actividades cercanas a la educación ambiental y sobre todo, son las maestras y maestros de Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria las personas sobre las que recae la responsabilidad de integrar la educación ambiental en sus clases.

Afortunadamente, la preocupación sobre los problemas ambientales es cada vez mayor y esto lleva a la adopción de un mayor compromiso de las instituciones educativas para con la EA. Esto ha supuesto, en la Comunidad Autónoma del País Vasco, que numerosos centros educativos no universitarios estén trabajando en la elaboración de un diagnóstico y plan de acción en el marco de sus Agendas 21 Escolares (253 en el curso 2005/06) y que otros muchos decidan organizar actividades y programas

relacionados con la EA (446 en el curso 2005/06) (Ingurugela-CEIDA, 2007).

Sin embargo, tal y como constataron López y Jiménez (2004), en un estudio realizado con profesorado en activo de Educación Primaria y Secundaria de Lugo, es más determinante que el profesorado esté motivado y considere la EA como un proyecto personal que el hecho de que el centro se haya adherido a proyectos como la Agendas 21 Escolar para que se lleven a cabo actividades reales de EA.

Ante esta situación, nos preguntamos cómo se sitúa nuestro alumnado de Magisterio en Educación Primaria de la Escuela Universitaria de Magisterio de Bilbao (EUMB) frente a la EA. Por una parte, nos planteamos si nuestro alumnado está motivado para trabajar en EA o si, por el contrario, supone para ellas y ellos una tarea más que les tocará llevar a cabo en el centro porque éste así lo ha decidido o porque es una moda.

Por otra parte, nos preguntamos qué concepción tiene sobre la educación ambiental nuestro alumnado de Magisterio en Educación Primaria. Estamos de acuerdo con Lucas (1980-81), en su distinción entre educación “en” el medio, “para” el medio y “sobre” el medio y en su concepción de que la educación ambiental siempre debe tener presente el componente “para” el medio y queremos saber si nuestro alumnado comparte esta idea.

Por último, dado que la EA trata fundamentalmente de provocar una transformación social en la que se establezca una nueva relación del ser humano con la naturaleza (Breiting, 1994), de hacer comprender que el medio, del que formamos parte, es una entidad compleja en la que predominan las interrelaciones entre sus componentes (García, 1994), nos preguntamos qué concepción del mundo, de la relación ser humano-naturaleza tiene nuestro alumnado. Queríamos comprobar si, de partida, tienen una concepción acorde con la que la EA persigue o no, es decir nos preguntamos si las futuras maestras y los futuros maestros se sitúan en lo que Dunlap y Van Liere (1978) llamaron primeramente el Nuevo Paradigma Ambiental (New Environmental Paradigm) y posteriormente (Dunlap, Van Liere, Mertig y Jones, 2000) Nuevo Paradigma Ecológico (New Ecological Paradigm). Esta escala trata de medir la visión que se tiene del mundo: se tiene una visión ecológica del mundo si se tiene interiorizado que los recursos son finitos y el crecimiento por lo tanto limitado, si se comprende que el equilibrio de la naturaleza es complejo y delicado y que el ser humano puede interferir seriamente en el mismo y si se cree que los problemas ambientales a los que nos enfrentamos son serios y requieren de medidas drásticas, por ejemplo. Por el contrario, se tiene una visión del mundo más cercana a la antropocéntrica si se piensa, entre otras cosas, que el ser humano tiene derecho a explotar los recursos

naturales, si no se tiene interiorizado que los recursos son finitos y si se tiene una fe ciega en la supremacía humana.

2. METODOLOGÍA

2.1. INSTRUMENTO

Para buscar las respuestas a nuestras preguntas, hemos utilizado un cuestionario elaborado *ad hoc*, de seis preguntas, cinco de ellas de tipo Likert y una tipo Q-sort, que recoge los aspectos anteriormente mencionados:

- Estilo para listados
- motivación hacia el trabajo en EA: diseñamos 12 ítems en los que, de forma equilibrada, tratamos de recoger expresiones que mostraran opiniones más y menos favorables hacia la EA, tales como "creo que la EA es una moda", "creo que la EA ofrece herramientas para solucionar problemas"…
- concepción acerca de la EA: las cuatro últimas preguntas estaban relacionadas con este aspecto, yendo desde lo más general hacia lo concreto. Así, en la tercera pregunta se les pedía que ordenaran seis afirmaciones acerca de la finalidad de la EA, en relación a si destacan el componente de trabajar "para" el medio frente a trabajar en educación "sobre" el medio y "en" el medio. Las afirmaciones han sido modificadas de un estudio anterior (Maguregi, Fernández y Uskola, 2004) con ayuda de unas entrevistas realizadas a alumnado en dicho estudio. En las siguientes se trataba de que concretaran cómo tenían intención de trabajar la EA, qué actividades propondrían a su alumnado, entre las que se diferencian actividades de los tres tipos ("sobre", "en" y "para" del medio) y qué metodologías utilizarían, y fueron adaptadas de las utilizadas por López y Jiménez (2004) con profesorado de Educación Primaria en activo.
- visión acerca del mundo: incluímos la versión traducida de la escala Nuevo Paradigma Ecológico revisada (Dunlap et. al., 2000), en la que el alumnado debe mostrar su grado de acuerdo o desacuerdo con 15 ítems.

Partimos de la hipótesis de que en general, los resultados mostrarían una motivación alta, una tendencia a escoger las finalidades "para" de la EA (Maguregi et. al., 2004), cierta contradicción a la hora de escoger actividades y estrategias para llevar a cabo EA, donde esperamos que escojan más de tipo "sobre" (López y Jiménez, 2004) y una visión más ecológica que antropocéntrica del mundo (Dunlap et. al., 2000).

2.2. Muestra

El cuestionario se pasó en tres clases (dos de euskera y una de castellano) de Magisterio de Educación Primaria de primer curso y tres de tercer curso (dos de euskera y una de castellano) la tercera semana de febrero de 2008. En total, respondieron al mismo 175 personas, 97 de primer curso (77 chicas, 17 chicos, 3 NC), 78 de tercer curso (64 chicas, 14 chicos). Además, 58 personas (35 de ellas de tercer curso) habían cursado la asignatura optativa "Educación Ambiental".

Los datos se introdujeron en un archivo para tratarlos con el programa estadístico SPSS.

3. Resultados

Hemos analizado los resultados de todas las preguntas, así como las diferencias que hay según el curso, el haber cursado la asignatura optativa y el género. Por falta de espacio, nos centraremos en los resultados del conjunto.

3.1. ¿Cuál es la motivación para trabajar en educación ambiental que tiene el alumnado de Magisterio en Educación Primaria de la EUMB?

Hemos agrupado las cuatro posibilidades de respuesta en dos categorías: porcentaje de personas que muestra motivación alta y porcentaje que muestra motivación baja.

Es de señalar que un ítem dio problemas de interpretación al alumnado, como nos indicó uno de ellos, ya que incluía dos afirmaciones, la primera de ellas relativa al poco conocimiento y poca capacitación en EA y la segunda relativa a tener una alta motivación a pesar de la primera circunstancia. La verdad es que no pensamos que nuestro alumnado pudiera pensar que estaba altamente capacitado y pensamos, erróneamente, que todas y todos sentirían la necesidad de una mayor formación, como había señalado el profesorado en activo de Lugo (López y Jiménez, 2004). Esta circunstancia se ha reflejado en los resultados, siendo este ítem (el nº11) el que queda en última posición. Otro dato que nos confirmó la mala formulación de este ítem fue que curiosamente las personas que habían cursado la optativa estaban significativamente más en desacuerdo con el mismo que las que no la había cursado, por lo que se podría interpretar que estaban menos motivadas; sin embargo, esto se debe probablemente a que mostraban su desacuerdo con la primera afirmación. En la tabla 1 se muestran los resultados generales para los 12 ítems:

Tabla 1. Orden de los ítems, según el porcentaje de personas que ha escogido una de las dos opciones que indican motivación positiva hacia la EA.

Ítems de la pregunta nº 2	% personas motivación positiva
Viendo la situación medioambiental, pienso que es necesaria la EA	95,4
El mundo va mal, ya es demasiado tarde, la EA es inútil	93,2
Impartiré EA, sólo si en el resto de los países de la Comunidad Europea lo hacen	93,1
La EA me quitaría mucho tiempo y tengo otras prioridades	92
La EA es una moda	91,9
He recibido poca formación sobre EA, y eso me quita las ganas de trabajarla	89,1
La EA me parece muy interesante y me gusta	86,7
La EA nos da herramientas para poder solucionar problemas	86,2
La EA impulsa el desarrollo personal del individuo	85,1
Trabajaré la EA, solamente si el centro me lo exige	84,5
En mi familia me han inculcado valores a favor del medioambiente y quiero seguir ese camino	77,7
Mis conocimientos y capacitación en EA son reducidas, pero estoy deseando trabajar la EA	61,7

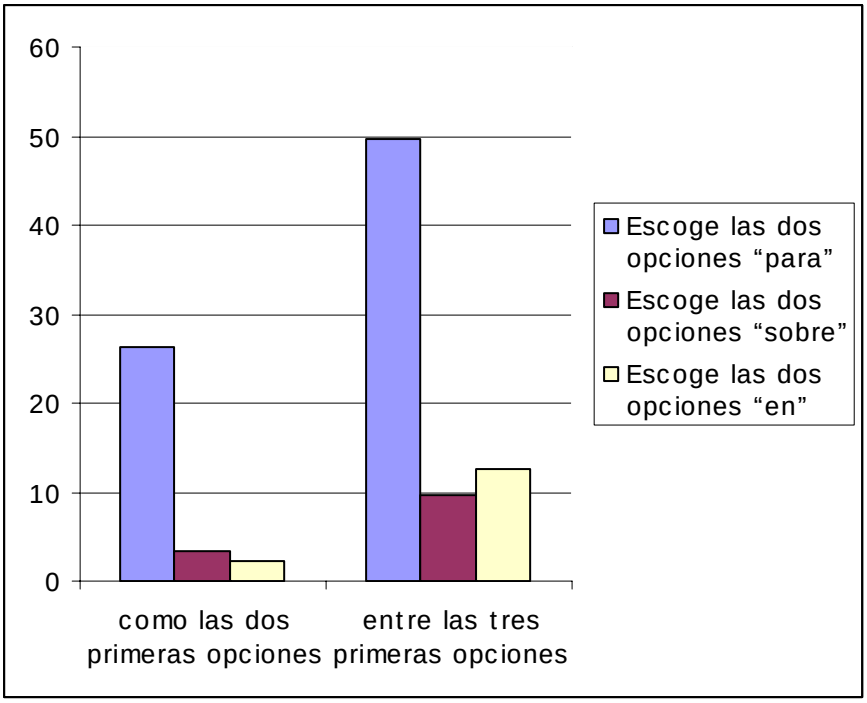
Podemos concluir que, como esperábamos, la motivación hacia la EA es alta, aunque nos ha sorprendido en cierta manera la contundencia con la que se han posicionado, con porcentajes de entre 85% y 95% en 10 de los 12 ítems. Es sorprendente puesto que algunas de las afirmaciones en sentido negativo las hemos oído hasta la saciedad en nuestras clases de EA (“pero esto de la EA y del medio ambiente, ¿no es una moda?”, “es muy interesante esto del medio ambiente, pero también otras cosas”…) y al profesorado en activo (“ahora nos vienen con lo de la Agenda 21 Escolar, luego con educación vial, luego con la violencia machista, y ¿cuándo doy yo la materia?”).

3.2. ¿CUÁL ES LA CONCEPCIÓN ACERCA DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL QUE TIENE NUESTRO ALUMNADO?

Como hemos señalado, el cuestionario incluía varias preguntas relativas a esta cuestión.

Una de ellas, de tipo Q-sort, contenía seis propuestas de finalidades de la EA que el alumnado debía priorizar, y que podíamos categorizar como "para el medio" (por ejemplo: "Que el alumnado modifique/desarrolle comportamientos positivos hacia el Medio Ambiente"), "en el medio" (por ejemplo: "Que el alumnado esté en contacto directo con su medio próximo") y "sobre el medio" (por ejemplo: "Que el alumnado adquiera conceptos básicos sobre temas ambientales"). Con el objetivo de analizar hasta qué punto prima un tipo de finalidad de la EA frente a los otros, hemos tomado como referencia no sólo el priorizar una de las propuestas sino las dos del mismo tipo, es decir, para determinar que una persona se decanta por una EA "para" el medio, dicha persona ha tenido que escoger las dos propuestas "para" en los primeros lugares de su listado de prioridades. Para abrir las posibilidades, hemos considerado el porcentaje de personas escogen las dos opciones de un mismo tipo en las dos primeras posiciones y entre las tres primeras opciones. Los resultados del conjunto de respuestas se muestran en la figura 1:

Figura 1: Porcentaje de personas que eligen las dos expresiones de un mismo tipo ("para", "sobre" y "en") como las dos primeras opciones y entre las tres primeras opciones.



Primeramente, tenemos que destacar que las opciones mayoritariamente escogidas en los primeros lugares han sido las categorizadas como “para” el medio, con prácticamente la mitad del alumnado escogiendo las dos frases entre las tres primeras opciones. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Maguregi et. al. (2004) con alumnado de 1º de Educación Social.

Sin embargo, los resultados no nos parecen tan buenos como esperábamos. Si bien es cierto que la mitad de las personas escogen las dos expresiones “para” entre las tres primeras opciones, no debemos olvidar que estamos hablando de las finalidades expresadas de forma explícita, por lo que el hecho de que un 13% escoja entre las tres primeras opciones las dos “en” o un 10% las dos “sobre” creemos que nos debe preocupar en cierta medida.

Hemos analizado la relación que pudiera haber entre la motivación y el escoger un tipo de finalidades u otro entre las dos y tres primeras opciones, y para la única que hemos observado un valor estadísticamente significativo es para una correlación positiva entre la motivación y la elección de las dos finalidades “para” entre las tres primeras opciones (correlación de Pearson (corr.)= 0,201, S= 0,008).

3.3. ¿Cuál es la visión acerca del mundo que tiene nuestro alumnado?

El cuestionario incluía la escala NEP modificada (Dunlap et. al., 2000), con 15 ítems, algunos de ellos formulados de tal forma que expresaban una visión ecológica y otros expresando la visión contraria. Es una pregunta tipo Likert con cinco posibles valoraciones de acuerdo y desacuerdo y una intermedia que muestra no posicionamiento o inseguridad. Hemos establecido tres categorías: porcentaje de personas que muestran visión ecológica, sea por acuerdo o desacuerdo, según corresponda con el ítem, porcentaje de personas que señalan una visión no ecológica y porcentaje de personas que no se posicionan. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los ítems:

Tabla 2: Porcentaje de personas que muestran visión ecológica, una visión no ecológica y que no se posicionan, para cada ítem del test de Dunlap et. al. (2000).

Nº	% visión ecológica	% visión no ecológica	% no decididas/os
1	31,8	21,2	**47,1**
2	**57,9**	17,5	24,6
3	**71,5**	11	17,4

4	30,8	18,9	**50,3**
5	**79,3**	4,8	16
6	8,6	**71,2**	20,1
7	**86,7**	5,2	8,1
8	**66,1**	14,9	19
9	**58,4**	6,4	35,3
10	**45**	15,8	39,2
11	**36,2**	31	32,8
12	**75,4**	9,3	15,2
13	**58,2**	11,2	30,6
14	**44**	17,7	38,3
15	**79,3**	6,3	14,4

En general, podemos concluir que se confirma la hipótesis y la constatación de Dunlap et. al. (2000), de que la tendencia es a expresar creencias proecológicas.

Dunlap et. al. (2000) concluyen que las personas muestran creencias ecológicas más fácilmente en el caso de ver por ejemplo que el equilibrio de la naturaleza está amenazado por la actuación del ser humano, pero que cuesta más aceptar la idea de que el crecimiento tiene límites. En nuestro caso, podemos concluir que esto último también se cumple, ya que entre los ítems relacionados con los límites de los recursos (1, 6 y 11), en dos hay porcentajes altos de personas que no se decantan claramente por una de las visiones y el otro es el único ítem donde se destaca, con un 71%, la visión poco ecológica del mundo.

Con el objetivo de analizar si el tener una visión más o menos ecológica del mundo está relacionado con la motivación y con la concepción acerca de la EA, hemos estudiado las correlaciones entre estas variables. Hemos obtenido resultados estadísticamente significativos al nivel 0,01 para la correlación positiva entre la visión ecológica del mundo con la motivación (corr.= 0,463 y S=0,000) y con la elección de las dos finalidades “para” entre las tres primeras opciones (corr.= 0,206 y S=0,006). Es decir, que cuanto más se acerca la visión que tiene el alumnado acerca de la relación ser humano-naturaleza o acerca del mundo a una visión ecológica y compleja, más motivado está para trabajar en EA y, además, tiene más clara cuál es la finalidad de la misma. Sin duda, este es el perfil de futura/o maestra/o que podríamos considerar deseable para llevar a cabo proyectos de EA en su centro.

Hemos hallado correlaciones algo menos significativas, a un nivel de 0,05 para la correlación positiva de la visión ecológica del mundo con la elección de las dos finalidades "para" como las dos primeras opciones (corr.= 0,159 y S=0,036) y para la correlación negativa de la visión ecológica del mundo con la elección de las dos finalidades "sobre" como las dos primeras opciones (corr.= -0,169 y S=0,026). Esto viene a confirmarnos lo dicho anteriormente, con el añadido de que no sólo es este el alumnado que tiene claras cuáles son las finalidades de la EA, sino que también cuáles no. Está por ver, tras el análisis del resto de preguntas del cuestionario, si este alumnado es coherente en la elección de actividades y estrategias.

4. Conclusiones

Los resultados nos muestran que el alumnado de Magisterio en Educación Primaria de la EUMB tiene una disposición positiva para trabajar en educación ambiental, tiene una concepción de la EA que, aunque es deseable que mejore, se acerca a considerar que la principal finalidad de la EA es trabajar *para* mejorar el medio, y tiene una visión acerca de la relación ser humano-naturaleza cercana, aunque mejorable, a la que persigue la EA.

Hemos observado, además, que estas tres variables no son del todo independientes, sino que se retroalimentan entre ellas, con correlaciones positivas entre la visión ecológica acerca del mundo, la motivación alta hacia la EA y comprensión de que la principal finalidad de la EA es trabajar para mejorar el medio.

Podríamos, entre otras cosas, concluir que si trabajamos una educación científica que muestre la complejidad de la relación ser humano-naturaleza, que incida en las interrelaciones desde una visión sistémica y crítica, estaremos repercutiendo en una motivación positiva del alumnado para trabajar en EA; pero además estaremos asimismo haciendo que el alumnado construya la idea de que la finalidad de la EA es precisamente transformar dicha relación. De todas formas, será necesario profundizar en los análisis de los resultados de este cuestionario y completar la investigación con otro tipo de acciones para poder confirmar esta conclusión.

Bibliografía

BREITING, S. (1994, Noviembre). *Hacia un nuevo concepto de educación ambiental*. Ponencia presentada en la Conferencia de Intercambio de Experiencias Prometedoras en Educación Ambiental en Gran Bretaña y los países nórdicos. Karlslunde, Dinamarca. Traducción publicada en 1997 por el CENEAM

http://www.mma.es/portal/secciones/formacion_educacion/reflexiones/feb2.htm

DUNLAP, R. E. y VAN LIERE, K. D. (1978). The “new environmental paradigm”: A proposed measuring instrument and preliminary results. *Journal of Environmental Education*, 9, 10-19.

DUNLAP, R. E., VAN LIERE, K. D., MERTIG, A. G. y JONES, R. E. (2000). Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56 (3), 425-442.

GARCÍA, J. E. (1994, Marzo). *Fundamentación teórica de la educación ambiental: una reflexión desde las perspectivas del constructivismo y de la complejidad.* Ponencia presentada en el II Congreso Andaluz de Educación Ambiental. Sevilla, España. Publicado por el CENEAM en 1997 http://www.mma.es/portal/secciones/formacion_educacion/reflexiones/firma15.htm

INGURUGELA-CEIDA (2007). Memoria 2005-2006. http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-4152/es/contenidos/memoria/ingurugela/es_hezk/adjuntos/05-06.pdf

LÓPEZ, R. y JIMÉNEZ, M. P. (2004). ¿Hace el profesorado verdaderamente educación ambiental cuando cree que la hace? Análisis de algunas claves para responder esta cuestión. *Innovación educativa*, 14, 149-170.

LUCAS, A. M. (1980-81). The role of science education in education for environment. *Journal of Environmental Education*, 12 (2), 32-37.

MAGUREGI, G., FERNÁNDEZ, M. D. y USKOLA, A. (2004). Concepciones del alumnado de Educación Social sobre medio ambiente y educación ambiental. En P. Díaz et. al. (Ed.) *XXI Encuentros sobre Didáctica de Ciencias Experimentales. La didáctica de las Ciencias Experimentales ante las reformas educativas y la convergencia europea* (pp. 323-328). San Sebastián: Universidad del País Vasco.

UN TALLER DE CIENCIA EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO EUROPEO POLEN: DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Mercè Junyent[1] & Lídia Ochoa[2]

Departament de Didàctiques Específiques, Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de Girona

[1]merce.junyent@udg.edu

[2]lidia.ochoa@udg.cat

RESUMEN:

Se expone la innovación docente introducida en las asignaturas de "Conocimiento del medio natural, social y cultural" y de "Ciencias Naturales y su Didàctica I", asignaturas troncales en los estudios de Magisterio, en educación infantil y educación primaria respectivamente, de la Universitat de Girona.

La innovación surge de la confluencia de tres componentes: el proyecto europeo Polen; los objetivos definidos en las asignaturas y el desarrollo de competencias profesionales en la formación del profesorado Por ello la porpuesta se centra, fundamentalmente, en el trabajo pràctico de las materias.

Esta experiencia pretende aportar elementos para orientar las asignaturas del àrea de ciencias experimentales del Departamento de Didácticas Específicas en los nuevos títulos de grado que se están poniendo en marcha. Es en este nuevo marco de los estudios superiores donde la docencia centrada en las competencias profesionales toma el protagonismo.

Por ello, la innovación presentada se conecta a un proyecto de investigación-acción que pretende analizar el desarrollo de las competencias profesionales en la formación inicial del profesorado.

PALABRAS CLAVE: Competencias profesionales, formación inicial del profesorado, didáctica de las ciencias experimentals, trabajos prácticos en ciencias.

ABSTRACT

This contribution provides an educational innovation introduced in the subjects "Knowledge of the natural, social and cultural environment" and "Natural Science and its Didactics I" in the studies of Teacher Education, in early childhood education and primary education, respectively, at the University of Girona

The innovation comes from the confluence of three components: the European project Pollen, the objectives defined in the subject programs and the development of professional competencies in the initial teacher education. Therefore, the proposal is centered in the practical work of the mentioned science subjects

It aims to bring elements in order to guide the subjects of experimental sciences in the Department of Subject-Specific Education in the new degree that are being launched. It is in this new framework of higher education where teaching focused on the professional competence becomes the protagonist.

Therefore, the innovation connects to an action-research project that seeks to explore the development of professional competencies in the initial teacher training

KEY WORDS

Professional competences, initial teacher education, didactics of experimentals sciencies, pratical work on sciences

INTRODUCCIÓN

La presente comunicación tiene como objetivo exponer la innovación docente introducida en las asignaturas de “Conocimiento del medio natural, social y cultural” y de “Ciencias Naturales y su Didáctica I”. Ambas asignaturas son troncales en los estudios de Magisterio, en educación infantil y educación primaria respectivamente, de la Universitat de Girona.

La innovación surge de la confluencia de tres componentes: el proyecto europeo Polen; los objetivos definidos en las asignaturas y el desarrollo de competencias profesionales en la formación del profesorado Por ello la propuesta se centra, fundamentalmente, en el trabajo práctico de las materias y se concreta en la intervención profesional de los estudiantes de las asignaturas citadas en una Feria de la Ciencia dirigida a escolares de infantil y de primaria.

Esta experiencia pretende aportar elementos para orientar las asignaturas del área de ciencias experimentales del Departamento de Didácticas Específicas en los nuevos títulos de grado que se están preparando y que entrarán en vigor próximamente. Es en este nuevo marco de los estudios superiores donde la docencia centrada en las competencias profesionales toma un especial protagonismo.

Por ello, la innovación presentada se conecta a un proyecto de investigación-acción que pretende analizar el desarrollo de las competencias profesionales en la formación inicial del profesorado.

1. CONTEXTO

La propuesta didáctica presentada surge de la confluencia de los siguientes componentes:

- el proyecto europeo POLEN. ***"Pollen, Seed Cities for Science, a sustainable growth of science education"***
- el trabajo en competencias profesionales en la formación inicial del profesorado
- los objetivos de las asignaturas relacionadas con la didáctica de las ciencias experimentales impartidas en los estudios de magisterio de la Universitat de Girona.

Esta propuesta está además conectada a un proyecto de investigación-acción que tiene como finalidad:

- analizar el desarrollo de competencias profesionales en la formación inicial del profesorado en el trabajo práctico en didáctica de ciencias experimentales y conocimiento del medio natural.

Pasamos a continuación a describir cada uno de los componentes citados.

1.1. EL PROYECTO EUROPEO POLEN Y LA FERIA DE LA CIENCIA

La Feria de la Ciencia es una actividad de comunicación y de educación científica ubicada en el proyecto Europeo *Pollen, seed cities for science: a community approach for a sustainable growth of science education in Europe* (consultable en www.pollen-europa.net).

POLEN es un proyecto europeo de investigación y desarrollo, seleccionado como uno de los proyectos de referencia para promover la educación y cultura científica de acuerdo a las acciones prioritarias definidas en el FP6 Programa de Ciencia y Sociedad de la Comisión Europea. Así se destaca en el informe *Science education Now: a renewed pedagogy for the future of Europe* (Rocard 2007).

La metodología didáctica de investigación escolar se puede definir como el desarrollo de estrategias de conocimiento basadas en la investigación personal – y colectiva- del alumno, las cuales requieren de: la concreción del problema a investigar, el diseño y la aplicación de instrumentos de investigación, y la elaboración y comunicación de las conclusiones (del Carmen, 1988)

El proyecto se inició en el 2006 y tiene una duración inicial prevista de tres años. La filosofía subyacente del proyecto es el uso de metodologías

activas y basadas en la indagación cómo las presentes en el programa francés *La main à la pâte (ver referencia en la bibliografía)*.

Las finalidades del proyecto POLEN son:

- desarrollar en centros escolares de educación infantil y primaria de 12 ciudades de la Unión Europea, un modelo de educación científica orientado a la sostenibilidad y basado en la indagación y la experimentación.
- crear una red de referencia de acompañamiento de los maestros y promover la participación de la comunidad local.

El eje central del POLEN es el establecimiento de doce "ciudades semilla de ciencia" en los doce paises europeos participantes: Bruselas (Bélgica), Tartu (Estonia), Saint-Etienne (Francia), Berlín (Alemania), Vac (Hungría), Perurgia (Italia), Ámsterdam (Holanda), Loures-Sacavem (Portugal), Ljubljana (Eslovenia), Girona (España), Estocolmo (Suecia) y Leicester (Gran Bretaña)

Cada ciudad *semilla de ciencia* elabora su propio plan estratégico orientado a la consecución de los objetivos definidos partiendo desde las propias experiencias, recursos y peculiaridades, y desde un enfoque comunitario.

Los partners europeos del proyecto Polen son:

- École Normale Supérieure (Francia)
- Université Libre de Bruxelles (Bélgica)
- University of Tartu (Estonia)
- Freie Universität Berlin (Alemania)
- Consortium Innovation Training Educational Inquiry (Italia)
- Universiteit van Amsterdam (Holanda)
- Ciência Viva-Agencia Nacional para a cultura cientifica e tecnológica (Portugal)
- P.A.U. Education (España)
- Royal Swedish Academy of Sciences (Suecia)
- University of Leicester (Gran Bretaña)
- Apor Vilmos Catholic College (Hungría)
- Státny Pedagogisck üstav (Eslovaquia)

El proyecto POLEN en Girona cuenta además con una temática prioritaria: *Educación en ciencias y diversidad.* La mayoría de ciudades participantes

en el proyecto, así como muchas otras se enfrentan a nuevos retos y oportunidades derivadas de los flujos migratorios y la diversidad cultural presente en nuestras aulas.

Las actividades se centran en:

- Formación y asesoramiento en ciencias a los centros escolares
- Creación y fortalecimiento de vínculos entre universidad, escuelas, ayuntamiento, departamento de educación y otros agentes e instituciones presentes en la comunidad.

Si bien en este proyecto el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias se dirige principalmente a los centros escolares de educación infantil y primaria, POLEN pretende conseguir una implicación activa de los diferentes agentes locales de cada comunidad. Por ello se ha trabajado y se ha conseguido que las instituciones más representativas de la ciudad en el ámbito que nos ocupa se impliquen y se coordinen para desarrollar el proyecto conjuntamente. Estas instituciones son:

- P.A.U. Education (coordinación)
- Universitat de Girona. Didáctica de Ciencias Experimentales (formación y asesoramiento)
- Ayuntamiento de Girona
- Departamento de Educación, Generalitat de Catalunya

1.2 COMPETENCIAS PROFESIONALES DEL PROFESORADO

Desde la Facultad de Educación y Psicología en general, y más concretamente desde el Departamento de Didácticas Específicas y del área de la Didáctica de Ciencias Experimentales, se está trabajando para reorientar los estudios de magisterio en los nuevos planes de estudio, siendo el desarrollo de las competencias profesionales uno de los ejes sobre los que se centra el cambio (Geli & Pélach, 2006).

Entendemos que una competencia requiere de la combinación de capacidades cognitivas y prácticas que se interrelacionan, conocimiento (incluido el conocimiento tácito), motivación, valores, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que pueden ser movilizados para una acción efectiva en un contexto y situación determinados (OECD, 2002).

Asimismo, tenemos en consideración que una única competencia no tiene calor si no la ubicamos en un conjunto de competencias clave. En este sentido en el informe DeSeCo (OECD, 2002, p.14*)* es habla de constelaciones de competencias clave: *Las competencias clave no operan independientemente una de otra, sino que lo hacen en modelos interrelacionales. Estos modelos pueden ser visionados como*

constelaciones, la forma de las cuales depende de los objetivos individuales y colectivos. Es decir, los objetivos definen la constelación – la estructura de interrelación- de las competencias clave y la importancia particular de cada competencia dentro de la constelación.

Tomando como base estas definiciones y consideraciones, y teniendo en cuenta las competencias incluidas en el decreto relativo a los nuevos títulos de grado en Educación Infantil y Educación Primaria, las competencias que se pretenden trabajar en la propuesta son las siguientes:

- Diseñar, planificar y evaluar procesos de enseñanza y aprendizaje
- Diseñar y regular espacios de aprendizaje en contextos de diversidad
- Adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y cooperativo y promoverlo en los alumnos.
- Reflexionar sobre las prácticas de aula para innovar y mejorar la labor docente
- Colaborar con distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social

1.3. OBJETIVOS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Los objetivos definidos en los programas de las asignaturas de *Conocimiento del Medio Natural,* y *Ciencias Naturales y su Didáctica I*, del 1er curso, de E. Infantil y E. Primaria, de la Universitat de Girona, que consideramos en la propuesta del trabajo práctico que presentaremos son:

- Motivar a los futuros maestros para la enseñanza de las ciencias experimentales
- Desarrollar interés por el conocimiento del medio natural.
- Construir una visión básica y relacionada de los aspectos más relevantes del área de Conocimiento del Medio Natural
- Analizar de manera crítica los enfoques en la enseñanza de las ciencias.
- Analizar y construir pautas para el diseño y desarrollo de experiencias de aula, de laboratorio, de campo.
- Fomentar el trabajo experimental y cooperativo.
- Valorar la importancia del conocimiento del medio para la construcción de nociones, procedimientos y actitudes científicas en el alumnado de educación infantil y primaria**.**

- Desarrollar una actitud reflexiva y crítica en relación con la practica docente en ciencias.

En estas asignaturas se pretende realizar un trabajo relevante y significativo para el estudiante, que fortalezca su curiosidad científica y su interés por la enseñanza de las ciencias dentro de un enfoque investigativo y experimental. Se ha considerado que esta relevancia puede ser ofrecida cuando el trabajo práctico, a través del cual se desarrollarán y movilizarán competencias profesionales, se haga en contacto directo con la comunidad educativa del entorno y atendiendo a demandas educativas de la comunidad.

2. LA FERIA DE LA CIENCIA Y LOS TALLERES DE CIENCIA

La Feria de la Ciencia es una actividad de comunicación y de educación científica situada dentro del Proyecto Polen. Durante el curso 2007-08, y en el marco de este proyecto, se ha trabajado con 6 centros de educación infantil y primaria de la ciudad de Girona, con la finalidad de promover la educación científica basada en la experimentación e indagación. Principalmente, se han realizado actuaciones de asesoramiento y soporte a los proyectos de educación en ciencias de los centros escolares que decidieron y se comprometieron a participar en Polen.

La Feria de la Ciencia se ideó con el objetivo de crear la oportunidad de llevar a cabo una jornada lúdico-educativa donde pudieran participar los grupos clase que se implicaron en el proyecto a lo largo de un curso escolar. Desde el área de didáctica de ciencias experimentales se creyó que la Feria era también una oportunidad para involucrar y hacer partícipes a los estudiantes de magisterio en educación infantil y primaria.

Así pues, se ideó el Taller de Ciencia como la estrategia didáctica diseñada como trabajo práctico de las asignaturas troncales “Conocimiento del medio natural, social y cultural” y de “Ciencias Naturales y su Didáctica I”.

Hasta el curso académico 2006-07, el alumnado del primer curso de los estudios de magisterio, de educación infantil y primaria, y como parte del trabajo de las asignaturas citadas exponían propuestas didácticas elaboradas por ellos al resto de los compañeros de clase.

Durante el curso 2007-08 se han modificado los trabajos prácticos de tal manera que las propuestas didácticas diseñadas y elaboradas por los alumnos se aplicaran en un Taller de Ciencia, dentro de las actividades programadas en la Feria de la Ciencia. El Taller de Ciencia se dirige a niños y niñas de educación infantil y primaria de centros escolares que participan en POLEN.

*Objetivos**:***

Los objetivos del Taller de Ciencia planteados son:

- Diseñar, ensayar, aplicar y evaluar un TALLER DE CIENCIA dirigido a alumnos de E. Infantil y E. Primaria
- Aproximarse a la realidad docente en ciencias experimentales conectando el contexto teórico con la práctica (movilización de capacidades para las competencias)
- Establecer vínculos de trabajo en ciencias entre los alumnos de 1r curso con los centros escolares
- Reflexionar sobre la práctica docente

Enfoque del taller:

Observación, indagación, experimentación, reflexión.

*Dinámica de trabajo***:** cooperativo

Los talleres, tal como ya se ha explicitado, forman parte de la "Feria de la Ciencia", durante la cual los escolares participantes en el proyecto POLEN mostraran los trabajos en ciencias realizados en sus centros y los estudiantes de Magisterio les ofrecerán y conducirán los talleres diseñados, ensayados y evaluados en el curso de la asignatura.

Los estudiantes de Magisterio reflexionan sobre su práctica docente, su implicación en la comunidad escolar y evalúan el desarrollo del taller.

3. Proceso de Investigación

A partir de la relación de las prácticas de las asignaturas con la Feria de la Ciencia se establecen sinergias entre la docencia y el aprendizaje en nuestra universidad y la investigación que desarrolla el profesorado.

La innovación presentada se conecta a un proyecto de investigación-acción que pretende analizar el desarrollo de las competencias profesionales en la formación inicial del profesorado. El análisis es fundamentalmente de carácter cualitativo. Los instrumentos básicos son (i) cuestionarios individuales y grupales a los estudiantes de magisterio, en diferentes momentos del proceso; (ii) los trabajos prácticos diseñados y aplicados; (iii) las evaluaciones diseñadas y aplicadas por los estudiantes de los talleres llevados a cabo; (iv) los portfolios de los profesores-investigadores de las asignaturas implicadas.

4. Resultados

Presentamos los resultados preliminares surgidos del análisis de los cuestionarios completados por los estudiantes de magisterio que participaron en la experiencia, de las valoraciones de los centros escolares y de los portfolios de las investigadoras.

PUESTA EN PRÁCTICA DE LOS TALLERES

Los talleres preparados por los alumnos de los estudios de maestro realizados en la Feria de la Ciencia fueron los siguientes:

Talleres dirigidos a niños y niñas de 3 a 7 años

1. ¿Qué sabor tiene?
2. Fósiles, rastros del pasado
3. Experimentemos con rampas y paracaídas
4. Ilusiones ópticas
5. ¿Son mágicos los imanes?
6. Mezclemos materiales, hagamos “plastilina” casera
7. Simulemos el arte de la prehistoria
8. Sintamos los colores viajando

Talleres dirigidos a niños y niñas de 8 a 11 años

1. El sentido de los sentidos
2. La red trófica
3. ¡Juguemos con densidades!
4. ¿Puede la naturaleza limpiar el agua?
5. ¿Cómo viajan las semillas?

Cabe destacar que la temática de los talleres era en principio libre, cada grupo –de entre 3 y 6 estudiantes- podía escoger sobre qué eje o tema desarrollaría el taller. Finalmente, de todos los trabajos presentados, se escogieron los nombrados arriba teniendo en cuenta diversos criterios (nivel de concreción y adecuación, rigor científico, adecuación a los espacios disponibles, material necesario y diversidad temática).

Todos los alumnos y alumnas participaron en la Feria, llevando a cabo sus talleres, dando soporte en los talleres de sus compañeros o acompañando los grupos de alumnos de infantil y primaria. Todos aquellos grupos cuyos talleres no se realizaron en el marco de la Feria de la Ciencia, llevaron a la práctica sus propuestas directamente en las escuelas participantes del proyecto Polen (en clases que no habían podido acudir a la Feria).

RESULTADOS RELACIONADOS CON LOS OBJETIVOS DE LAS ASIGNATURAS

En cuanto a los objetivos de las asignaturas en relación a motivar, a los futuros maestros, y a desarrollar interés en la enseñanza de las ciencias experimentales y el conocimiento del medio natural, han sido plenamente conseguidos. Los estudiantes han manifestado de manera explícita que durante el proceso su motivación ha ido en aumento y se encuentran mucho más receptivos a los planteamientos de las ciencias naturales y a las estrategias metodológicas para su enseñanza. En los cuestionarios post-taller casi la totalidad de alumnos afirma que el interés y motivación para preparar y realizar propuestas didácticas basadas en la experimentación ha aumentado debido a la experiencia de participación en la Feria de la Ciencia.

Un elemento que destacan es el apropiarse y vivenciar de manera real un proyecto educativo, lo que les ha fortalecido su compromiso y responsabilidad educativa para llevarlo a cabo y aplicarlo con un sentido de calidad de enseñanza.

Del mismo modo se puede afirmar que la intervención educativa llevada a cabo ha favorecido el aprendizaje de cómo reflexionar sobre la práctica docente en ciencias. En las reflexiones grupales de los estudiantes destaca claramente el valor añadido que supone para los futuros y futuras maestras poder poner en práctica un diseño didáctico propio, aún más cuando la práctica ha sido repetida con diferentes grupos clase. Este factor ha permitido reflexionar sobre el trabajo y la práctica realizados y pulir los talleres utilizando la evaluación cómo herramienta de mejora.

En relación al **ámbito de las competencias y capacidades** trabajadas y desarrolladas por los estudiantes a lo largo de todo el proceso del Taller de Ciencia, las podemos categorizar de la siguiente manera[1]:

En el proceso de diseño y preparación de los talleres:

[1] Las categorías corresponden en su mayoría a las expresiones literales que han utilizado los estudiantes en sus reflexiones post-taller.

- adquirir una visión científica
- trabajar con procedimientos propios de las ciencias experimentales
- valorar la experimentación en el proceso de enseñanza/aprendizaje
- diseñar una programación didáctica en ciencias adecuada a un contexto y situación concretos
- saber buscar información didáctica
- elaborar material didáctico
- desarrollar la capacidad creativa del maestro/a
- desarrollar la capacidad creativa del grupo de trabajo
- trabajar en grupo
- ser capaces de organizar escenarios educativos
- contextualizar los talleres de ciencia en el currículum

En la realización práctica de los talleres:

- desarrollar la capacidad comunicativa del maestro/a
- desarrollar la capacidad lingüística (uso del vocabulario preciso y concreto)
- saber desarrollar la curiosidad, la motivación i la participación de los alumnos/as
- saber improvisar en situaciones imprevistas
- saber escuchar a los alumnos/as
- mostrar empatía hacia los alumnos/as
- fomentar la transferencia del conocimiento en ciencias en situaciones de la vida cotidiana
- fomentar la reflexión de los alumnos/as
- capacidad de modificar la acción educativa para mejorar una situación concreta

Es preciso reconocer que gran parte de estas competencias se han trabajado en un nivel inicial y que es necesario un trabajo de coordinación del profesorado que imparte docencia en asignaturas de ciencias experimentales –y en otras de los estudios de maestro- para conseguir niveles de consolidación de estas competencias en los próximos cursos.

El hecho de haber de probar efectivamente las propuestas didácticas con grupos de niños y niñas y delante de sus maestros, ya de por sí ha obligado a nuestros estudiantes a mantener un nivel de autoexigencia más elevado del que requiere realizar un trabajo que se presentará a los compañeros de clase y a la profesora pero que no se llevará a la práctica en el contexto para el que fue diseñado.

Valoración de la Feria como evento lúdico-educativo

Cabe añadir que la Feria de la Ciencia fue un éxito en muchos aspectos, por un lado la respuesta de las escuelas, maestros y alumnos de infantil y primaria fue excepcional, como también lo han sido sus valoraciones del trabajo realizado por nuestros estudiantes universitarios. La Feria ha permitido también visualizar dentro de la propia Universidad el proyecto Polen y todo el trabajo que se hace en didáctica de las ciencias experimentales desde nuestro departamento y con estrecha colaboración con las escuelas y maestros.

Los centros escolares participantes valoran muy positivamente la experiencia de la Feria de la Ciencia en general, y de los Talleres en particular. La jornada cumplió con los objetivos propuestos y hay ya una clara demanda para que se organice el próximo curso. Los talleres fueron, para los alumnos de educación infantil y primaria, actividades motivadoras e interesantes, que les planteaban preguntas e interpretaciones de diferentes fenómenos y hechos cotidianos. Algunos talleres sirvieron como punto de interés científico a desarrollar más en profundidad en el centro escolar, mientras que otros fueron actividades de síntesis y relación de conocimientos trabajados en el aula.

5. Conclusiones

La realización y organización, de manera colaborativa, de la Feria de la Ciencia entre diferentes instituciones (PAU Education, Ayuntamiento de Girona, Departamento de Educación de la Generalitat de Catalunya, Universidad de Girona) ha sido una oportunidad para establecer relaciones basadas en la cooperación y la investigación con la finalidad de ofrecer nuevos recursos a la comunidad educativa. Los estudiantes de magisterio, futuros maestros, han podido ser partícipes de esta experiencia conjunta entre los diversos agentes implicados en la educación y han valorado la innovación como muy positiva.

A partir de la relación de las prácticas de las asignaturas de los estudios de magisterio con la Feria de la Ciencia se han establecido sinergias entre la docencia y el aprendizaje en nuestra universidad y en la investigación

que se lleva a cabo. Se han establecido canales de participación real e implicación con la comunidad, es decir, canales de extensión social que permiten transferir el conocimiento universitario a la sociedad.

Y ya para finalizar, decir que el clima de estudio y trabajo en nuestras asignaturas ha sido fantástico, los y las estudiantes se han ido motivando a medida que se acercaba el día en que debían realizar sus talleres y, aunque con los nervios propios de la organización de un evento de estas características, el ambiente fue siempre muy positivo. Los dos días en los que se llevó a cabo la Feria se convirtieron en dos días muy especiales y memorables para todos. Sin duda el curso siguiente volveremos a repetir la experiencia.

Esta experiencia pretende ser una aportación a la innovación en enfoques metodológicos en la enseñanza de las ciencias experimentales en la formación del profesorado, relacionada con las competencias profesionales, y será objeto de profundos análisis en sus aplicaciones en próximos cursos parar la consecución de un alto nivel de calidad.

A partir del análisis en profundidad del proceso y de los resultados obtenidos se diseñará una investigación para seguir y evaluar futuras ediciones de la Feria de la Ciencia y de los trabajos prácticos de nuestros estudiantes, dentro del marco de colaboración y relación entre la formación inicial de maestros y la práctica docente en las escuelas.

REFERENCIAS

Del Carmen, L. M. (1988): "Investigació del Medi i Aprenentatge". Barcelona, Ed. Graó.

Geli, A.M.; Pèlach, I (coord.) (2006): "Aproximació a les competències en els nous títols de mestre". Universitat de Girona.

Guia per a l'adaptació de la UdG a l'Espai Europeu d'Educació Superior (2007). Editat per la Universitat de Girona, Vicerectorat de Docència i Política Acadèmica.

Pollen Project (2006): Seed Cities for Science a community approach for a sustainable growth of science education in Europe. Consultable en http://pollen-europa.net.

Programa *La main à la pâte*: www.lamap.fr

Rocard, M. (dir.) (2007): *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, European Comission. Disponible en http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

OECD (2002) Definition and selection of competences (DeSeCo): Theoretical and Conceptual Foundation. Strategy Paper JT00132752

LAS REGLAS DE JUEGO EN EL TRATAMIENTO DEL DESCOMPONER Y EL QUEMAR

Cristian Merino Rubilar, Mercè Izquierdo Aymerich. Universitat Autònoma de Barcelona

RESUMEN: Hace 2 años atrás presentamos en este encuentro, un diseño curricular para la enseñanza de la química basándonos en las ideas epistemológicas de campos estructurantes y modelos teóricos, dirigido hacia la formación de los maestros de Educación Primaria. En esta oportunidad presentamos la formación de las 'reglas de juego' que usan los estudiantes para vincular el lenguaje al experimento y al modelo.

PALABRAS CLAVE: proceso de modelización, química, diseño didáctico, formación inicial docente.

1. ENFOQUES Y DIFICULTADES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA.

Existe un consenso sobre las implicancias, enfoques y dificultades en la enseñanza de la química por cada nivel educativo. Ser perito en esta disciplina implica no sólo el dominio del lenguaje de formulas, símbolos sino además conectar con su componentes prácticos y axiología (Izquierdo & Aduríz-Bravo, 2005).

Actualmente las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias (Abell & Lederman, 2007; Gilbert, de Jong, Justi, & Van Driel, 2002) et al, 2002; Fraser y Tobin, 1998) nos invitan a cada día a replantearnos nuestra actividad docente en: las maneras de diseñar, instruir y evaluar; tener presente las habilidades cognitivo-lingüísticas; contemplar la inclusión de la filosofía, la epistemología y la historia de disciplina; considerar la inserción de las TIC, entre otros. También se considera importante que los estudiantes sean capaces de argumentar y comunicar eficazmente sus conocimientos a audiencias concretas y que puedan tener opiniones fundamentadas y participar en los temas que se discuten en la sociedad. Es decir, una interminable lista de aspectos a valorar, que hoy se "miden" en competencias.

Sin embargo, se han realizado una infinidad de propuestas curriculares para mejorar e innovar sobre el cómo enseñar la química como por ejemplo, los proyectos estadounidenses QuímCom (Química en la Comunidad) y Chemistry in context, o el proyecto inglés Salters Advanced Chemistry (Pilling y Waddington 2005) o las propuestas descritas por Caamaño (2001a; 2001b, 2006); Breslow y Gárritz (2002); Caamaño et al, (2003); Caamaño e Izquierdo (2003), por mencionar algunas, tanto en la educación secundaria obligatoria como en el bachillerato, dejan

sensación que aun nos queda por continuar trabajando. Esta sensación nos invita a preguntarnos donde está el punto sobre el cual enfatizar para aprovechar los 30 años de investigación e innovación en el área al aula.

Parte de nuestro trabajo ha sido rescatar parte de estos aportes e ideas, otorgándoles un nuevo significado. En un trabajo anterior presentado en este encuentro (Izquierdo y Merino, 2006), abordamos las siguientes ideas:

- *Investigar entorno a nuevas programaciones.* A lo largo de estos últimos 5 años el grupo de investigación en enseñanza de la química asentado en el Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, venimos reflexionando sobre el término "contenido científico de la clase" (¿qué enseñar?) proponiendo substituirlo por el término "actividad científica escolar". Con ello nos sitúa en una perspectiva de 'educación de competencias' que al desarrollar y llevar a la práctica dan lugar a una 'ciencia del profesor' (la Didáctica de las Ciencias o Didactología), que es una visión mucho más extensa y profunda que no abordaremos en este documento.

- *Modelo curricular diseñado a partir de campos estructurantes*. Es decir, el conocimiento químico puede ser enseñando bajo campos. En dichos **campos** se encuentran las **ideas básicas** e irreductibles agrupadas en familias de fenómenos. He aquí donde surge la idea de **hecho paradigmático**, es decir, un fenómeno sobre el cual giran los **conceptos esenciales** para la comprensión y **gestión del cambio químico**. Asimismo esta idea la abordamos como **epitome** (Adúriz-Bravo, 2005). Desde aquí hemos venido trabajando y buscando los epitomes apropiados siguiendo los siguientes criterios:

o Seleccionar un tipo de contenido organizador.

o Listar todos los contenidos organizadores que sean enseñados en el curso.

o Seleccionar algunas ideas del contenido organizador que sean las más básicas, simples i/o fundamentales.

o Presentar estas ideas a un nivel de aplicación concreto.

- *Modelo cambio químico*. Los campos estructurantes seleccionados forman parte de las ideas irreductibles del cambio químico, a) la formación de nuevas sustancias, b) la conservación de los elementos, c) equilibrios, vinculados a la energía, d) la conservación de los elementos. Estas cuatro ideas nos han permitido mirar un fenómeno con una carga teórica que permite a los estudiantes posicionarse ante el hecho y pensar, decir y actuar al 'solucionar' las preguntas o hipótesis teóricas que tiran al reflexionar ante: ¿Qué tengo? ¿Qué hago? ¿Qué pasa? ¿Por qué pasa?

¿Hasta cuando pasa? Todo explicitado desde la química que pueden hacer, pensar y decir.

La asignatura de Química en los estudios de Magisterio (Primaria e Infantil) es optativa y forma parte del itinerario 'ciencias' que escogen libremente los estudiantes. Los que se matriculan a esta asignatura tiene por lo tanto un cierto interés por ella, pero la mayor parte no la estudiaron en el bachillerato; y, si lo hicieron, no la aplicaron a fenómenos cotidianos ni tan sólo a una práctica de laboratorio autónoma y vinculada a los temas del libro. Por ello, la asignatura se diseñó para enseñar la 'química básica' a unos estudiantes universitarios que no han estudiado química desde la ESO y que, como que van a ser maestros, han de reflexionar sobre los aspectos cruciales de la teoría y la práctica de la química para poder utilizar esta reflexión cuando programen ellos mismos los temas de ciencias en la educación primaria.

Nuestra propuesta a consistido durante estos 3 años en escoger todos los temas del programa de manera a la vez experimental y teórica (las clases se hacen siempre en el laboratorio) para introducir los diferentes aspectos del Cambio Químico (que tomamos como Modelo que va guiando la reflexión y la intervención experimental) y desarrollarlos a partir de identificar en ellos las características que los hacen similares a otros cambios químicos. El ‘Modelo de Cambio Químico’ con el que nos guiamos resume las ideas básicas de la química, aquellas que configuran cualquier explicación química.

Creemos, como muchos otros profesores de química, que aprender química es ser capaces de identificar ‘cambios químicos’ en el mundo que nos rodea. Pero nuestra investigación aporta un punto de partida diferente; no supone un punto de partida en el que los cambios químicos ya se han diferenciado de los físicos, sino que considera que 'estudiar química' es desarrollar una intuición sobre dónde hay cambios químicos, es una pregunta sostenida sobre qué son estos cambios y es un esfuerzo constante por controlarlos. Este planteamiento incluye a la teoría atómica, pero ésta adquiere un valor epistemológico diferente del actual: los átomos no son la explicación del cambio químico, sino que antes está la química y sus operaciones o formas de intervenir el mundo. Los átomos constituyen un excelente recurso para sostener el pensamiento químico y deben introducirse a medida que un número creciente de cambios químicos en los alumnos puedan intervenir los hagan necesarios (Izquierdo y Adúriz 2003, Greca y Moreira, 2001, Izquierdo y Adúriz, 2005).

Todo ello lo hemos desarrollado según un proceso de modelización que constituye el problema central de nuestra investigación.

2. La actividad química escolar: modelizar para poder controlar el cambio, tomar conciencia para controlar el aprendizaje.

Para pensar, decir y hacer química paso a paso en el aula nos hemos propusimos:

1. Establecer una programación adecuada, transdisciplinar, coordinada y diversificada de las prácticas.

2. Elaborar nuevos guiones de prácticas adecuados a la programación, de los cuales se derivan '*kits*' adecuados a la adaptación de algunas de las propuestas experimentales a las aulas de primaria y de secundaria.

3. Desarrollar la nueva metodología favoreciendo el diálogo en el aula y el trabajo en equipo, con un uso continuado de las nuevas TIC y en un ambiente creativo y científico.

4. Identificar los nuevos indicadores de calidad que corresponden a la enseñanza de la química según un proceso de modelización que requiere un nuevo estilo de evaluación del alumnado.

Los resultados de la investigación nos permitirán generar un nuevo entorno de aprendizaje que favorezca un trabajo experimental autónomo y el debate científico.

a. Química paso a paso: Una nueva programación

La programación está basada en secuencias de enseñanza/aprendizaje (Méhéut, 2004) que se refieren, todas ellas, a interacciones entre materiales según el 'Modelo Cambio Químico' que va a funcionar como una matriz que configure las explicaciones químicas que irán generando en clase. En cada una de estas secuencias se interviene en un determinado grupo de fenómenos mediante experimentos, lecturas, argumentaciones…para introducir de manera significativa las entidades químicas que son necesarias para poder relacionar aquéllos fenómenos con otros que también lo son.

Se dedican al curso 25 sesiones de trabajo, todas ellas con un referente experimental, con un total de 37 horas. Los estudiantes escogen un tema para desarrollar una pequeña investigación de manera autónoma que es evaluable, como lo son sus trabajos de clase y un ejercicio práctico final.

b. Modelar los fenómenos

Según Giere (1999; 1988) una teoría científica puede caracterizarse por el conjunto de sus modelos que establecen relaciones de similitud con hechos del mundo mediante hipótesis teóricas. Las hipótesis teóricas permiten experimentar, ver si aciertan (si el hecho del mundo se comporta según el modelo o no) y se pueden formular de la manera siguiente: "Si esto fuera como dice el modelo, al hacer esto, pasaría

aquello". El fundamento teórico de nuestra propuesta de modelización toma como referente estas ideas de Giere, las cuales reproducimos en las figuras 1 y 2.

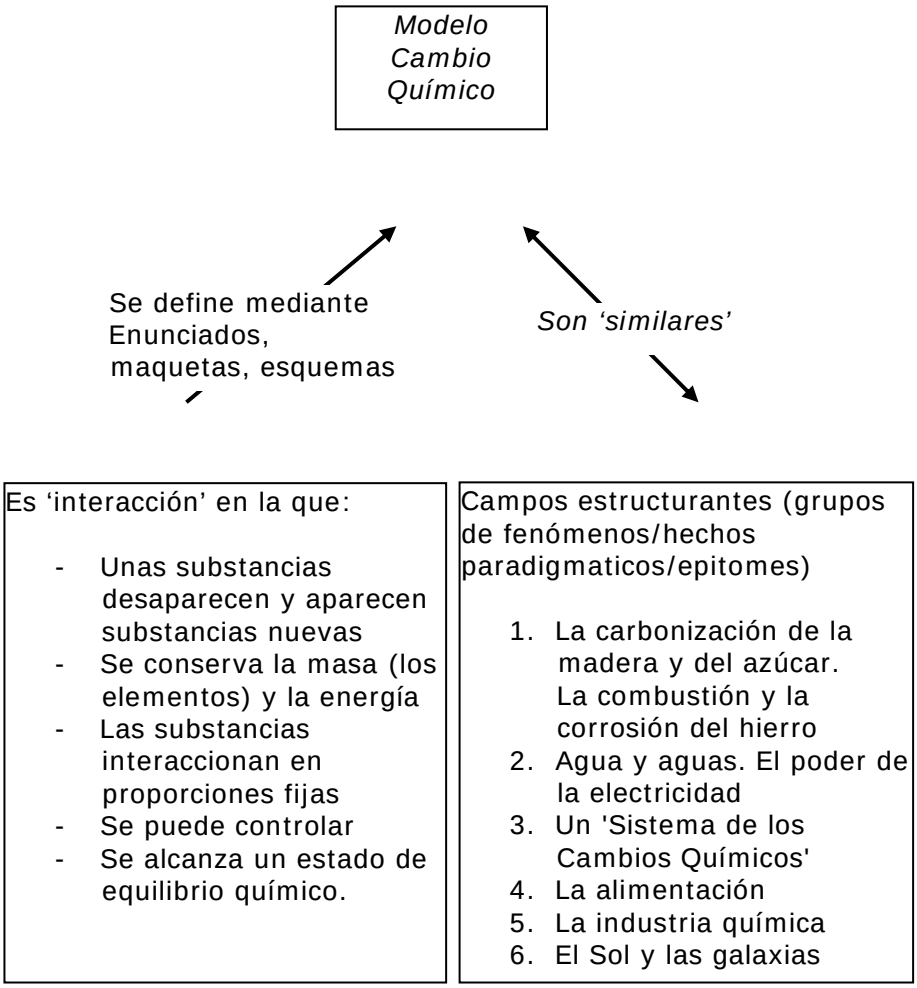


Fig. 1 Los fenómenos del mundo pasan a ser Cambios Químicos cuando coinciden con el MCQ, el cual puede definirse de la manera apropiada para que el acoplamiento sea posible

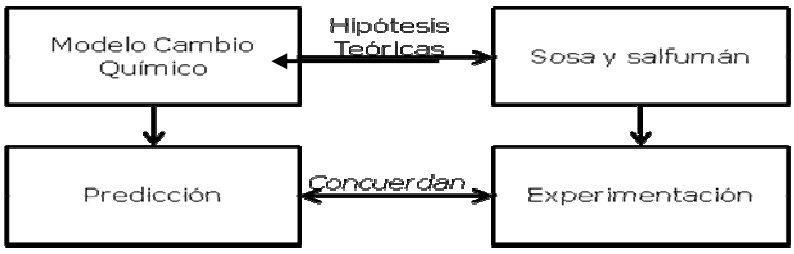


Fig. 2 Las hipótesis teóricas permiten experimentar: "Si esto fuera como dice el modelo, al hacer esto, pasaría aquello".

De esta manera el alumnado podrá elaborar una explicación científica del mundo como resultado de esta actividad, que no es sólo manipulativa sino que incluye la reflexión, el discurso y la valoración de lo que se aprende. Habrán *'modelizado los fenómenos'* al haberlos transformado en ejemplos o modelos del cambio químico, que comparten afirmaciones que son validas para todos los cambios químicos.

3. ¡Carbonizar no es quemar! Un ejemplo y primeras aproximaciones en el análisis de una secuencia

Presentamos a continuación un ejemplo tomado de la primera unidad del curso de química para estudiantes de magisterio de la UAB. El objetivo es iniciar el estudio de la química introduciendo la 'manera de mirar' que requiere las afirmaciones propias de la Teoría del Cambio Químico, que son las siguientes:

- Hay substancias simples y compuestas que aparecen y desaparecen.
- Hay elementos que se conservan.
- La materia y energía se conservan.

a. Descripción de la actividad

Esta actividad forma parte de una serie y consecutivas experiencias entorno a quemar y descomponer que componen la primera unidad del curso (1.- Carbonizar madera; 2.-experiencias con una vela; 3.- quemar y oxidar lana de hierro).

Iniciamos con el fenómeno de la carbonización de la madera. Este fenómeno presenta las siguientes características que lo hacen apropiado a nuestros objetivos:

- Ha dado lugar a una industria popular y de importancia en algunas regiones de Catalunya.
- Resulta suficientemente familiar como para que todos los alumnos puedan hablar de él.
- Se puede relacionar con otros fenómenos: el pan se nos 'quema' al tostarlo, el azúcar que se carboniza si se calienta demasiado.
- Se confunde con el quemar y este mal entendido debe aclararse.
- 'Carbonizar' y 'quemar' son dos cambios químicos diferentes que se han de llegar a relacionar y diferenciar.

La actividad parte con la lectura introductoria al fenómeno de la carbonera, se plantean una serie de cuestionamientos previos antes de pasar a una escala menor y controlada en el laboratorio. A continuación del debate y del ejercicio para posicionarse ante el hecho y pensar, decir y actuar al 'solucionar' las preguntas o hipótesis teóricas que tiran al

reflexionar ante: ¿Qué tengo? ¿Qué hago? ¿Qué pasa? ¿Por qué pasa? ¿Hasta cuando pasa? Se pasa a elaborar maquetas que permitan explicitar a nivel micro el fenómeno. Finalmente se cierra la actividad, escribiendo una narración en la que explican a un alumno, amigo u otra situación, el acontecimiento y la resolución de fenómeno.

b. ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD

Para indagar sobre los aprendizajes y discursos que elaboran los estudiantes bajo este enfoque hemos contemplado 2 estrategias metodológicas, que describimos a continuación:

- Las narrativas experimentales (Ramos y Espinet, 2008), permiten reconstruir la experiencia con los fenómenos para dotarlos de significado a través del lenguaje. La decisión de utilizarla se apoya en el reconocimiento de que en los últimos años ha tenido un papel importante dentro de la educación en ciencias porque representa un medio para facilitar los procesos de modelización (Millar y Osborne, 1998); una estrategia que mejora la memoria e incrementa el interés en el aprendizaje y la comprensión de lo aprendido (Norris et al. 2005) y permitiría 'visualizar' las relaciones entre el lenguaje (formación de conceptos), el modelo (cambio químico) y los fenómenos (experimento) a nivel escrito.

- La construcción de maquetas, que es considerada como una manera de explicitar las 'reglas de juego' que están presentes en el modelo. Para registrar esta actividad se ha utilizado el registro en video. Posteriormente por medio medio de un software de análisis cualitativo (Atlas.ti, v.5.2), construimos una red, que nos permite, grafica y semánticamente, 'ver' como los estudiantes 'entran' en un ciclo que es muy complejo separar: el lenguaje (L), el experimento (E) y el modelo (M).

El análisis de los materiales producidos en clase por los estudiantes nos permite respondernos: *Qué nos dicen los materiales y explicaciones de los maestros en formación en el desarrollo de la propuesta, específicamente a los contenidos abordados en la actividad inicial del curso.* Para el presente ejercicio se contemplaron 2 grupos de trabajo de 3 miembros cada uno.

LAS NARRATIVAS

Particularmente las narraciones de los maestros giran en torno a responder 2 preguntas:

... El hecho de desaparecer un material y obtener otros, se denomina cambio químico en el mundo de la química...

...En las carboneras se produce un cambio químico puesto que a partir de la madera se obtienen nuevas sustancias, básicamente carbón y varios gases que se liberan en forma de humo....

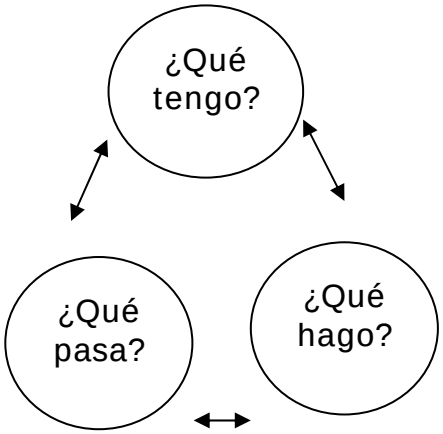
Un corta fuegos es una forma de controlar el cambio químico

1. ¿Cómo puede ser que aparezcan y desaparezcan materiales?

Según cómo la madera se convierte en carbón; según cómo se quema: ¿Cómo lo podemos explicar?

2. ¿Cómo se controla un cambio químico?

El proceso... se puede relacionar con otros fenómenos de la vida cotidiana como por ejemplo el incendio de un bosque.



....La diferencia entre quemar un bosque y el experimento realizado es la presencia de oxígeno....

Una vez que los estudiantes elaboraron sus cartas (narrativas) se realizó un análisis estructural considerando los elementos: introducción, desarrollo y conclusión.

Las formas de introducir: la relación con el conocimiento.

El primer elemento estructural que se analizó fue la *introducción*, la cual permite identificar los distintos puntos de partida y las formas en que los profesores en formación comienzan a explicar el fenómeno. Las reflexiones iníciales podemos distinguir:

- Centradas en otros ejemplos, realizando analogías con otros fenómenos y estableciendo un dialogo con el lector (33%):

[El proceso que tiene lugar en la descomposición de la madera se puede relacionar con otros fenómenos de la vida cotidiana como por ejemplo el hecho de encender una vela o bien el incendio de un bosque]

- Relación directa con el fenómeno y la retórica es el vinculante (50%)

[En las carboneras se produce un cambio químico puesto que a partir de la madera se obtienen nuevas sustancias, básicamente carbón y varios gases que se liberan en forma de humo]

- Por último, hay quienes se centran en fundamentar en base a la reacción (33%)

[Una reacción química, de hecho, un cambio químico, implica una situación inicial y una situación final]

Formas de desarrollar: la relación con el fenómeno

El desarrollo contiene la parte más extensa e incorpora mayoritariamente descripciones procedimentales, formas de enfrentar el fenómeno y toma de decisiones. Se logran identificar reflexiones descriptivas (66%) y metafóricas. (33%).

[En el experimento que se llevó a término, al calentar el aserrín, se pudo ver que cuando se aumenta la temperatura se descomponen y se produce un cambio químico].

[Un bosque cuando se quema, por ejemplo, sería un cambio químico incontrolado, puesto que tenemos mucha madera y mucho oxígeno y no podemos eliminar fácilmente una de las dos cosas para evitar la combustión]

Formas de concluir: la relación entre modelo, lenguaje y experimento

En la conclusión de los relatos identificamos la parte donde aparecen las reflexiones de los estudiantes en torno a las reglas que usan para establecer una aproximación entre las 3 dimensiones: lenguaje, modelo y experimento.

Sentencias	Dirección
AF: [...Un cortafuegos es una forma de controlar el cambio químico, en cierta forma, puesto que cuando el fuego llega a la zona dónde no hay árboles, como que no hay más combustible el cambio se para y el fuego se apaga...]	L→M: Del lenguaje al modelo. La regla establece una razón de proporción y de reactivo limitante.
RR: [...Toda materia está formada por átomos que se unen entre ellos por medio de enlaces...]	M→L: Del modelo (átomo) al lenguaje. El modelo prevalece y es explicitado a través del lenguaje.
NM: [...Las carboneras son las encargadas de transformar la madera en carbón...]	E→L: El experimento (hecho, mundo) es la entidad que vincula a otros fenómenos; quemar lana de hierro, encender una vela, etc....
JX: [Si la madera recibe mucha energía (se calienta) en ausencia de oxígeno, esta no se quema, sino que se descompone es decir, las sustancias que la forman se separan en diferentes gases, agua y carbón]	M→E: el modelo controla la actividad experimental.

En la variedad de las narrativas producidas, es posible identificar ciertas características que dan cuenta tanto del proceso desarrollado por los estudiantes al conocer un fenómeno como de la reflexión que éste provoca en torno a la transición entre lenguaje, el experimento y el modelo.

LAS RELACIONES QUE SE ESTABLECEN AL 'MIRAR' LA TRASCRIPCIÓN CON ATLAS.TI

Posterior a la actividad experimental, se explicitan 'su' aproximación al modelo mediante maquetas. En le ejemplo, el grupo conformado por los profesores en formación JX y NM usan 'anillos de papel', para explicar los cambios que le ocurren a la glucosa, sustancia estructurante de la celulosa componente de la madera de la cual les permite hablar subsiguientemente del origen del carbón. En la imagen 1, se aprecia la transcripción del video, la selección de fragmentos que servirán como unidad de análisis y

los vínculos que se establecen entre cada fragmento de cuales se han segmentado la sesión transcrita.

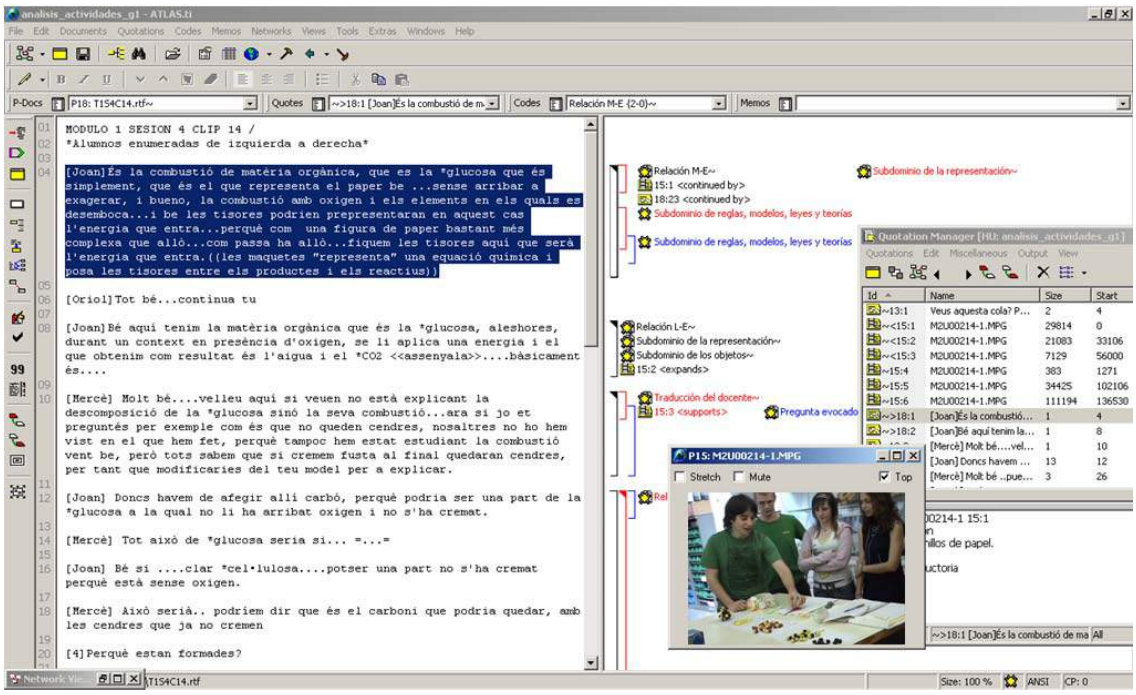


Imagen 1. Transcripción de la sesión, codificadores y visualización de la explicitación de la maqueta elaborada.

Usar Atlas.ti, permite de una manera muy visual la sintonización entre los discursos (texto e imagen). Para proceder segmentamos la sesión en las siguientes fases:

Fases	Nombre	Descripción
1	Introductoria	Inicio de la explicación de la maqueta, se establecen algunas reglas.
2	Explicitar maqueta	Desarrollo de la explicación, en la cual se retrae la experiencia realizada y se conecta con el modelo.
3	Traducción	El docente 'traslada' o 'reconstruye' la explicación por parte del 'alumno' y realiza una pregunta evocadora.
4	Re-significación	Ante la pregunta la experiencia se re-formula. Trascendencia del modelo (maqueta) a un nuevo fenómeno que deriva del anterior
5	Plenaria, síntesis	Conexión con aquello que permite

		'pensar' (maqueta + modelo) hacia nuevos fenómenos. Se establece una cognición distribuida entre los participantes y el docente.
6	Especifica a un contenido	Se centraliza en un contenido en particular y se anexan nuevos fenómenos.

Estas fases necesariamente no son consecutivas, ya que en la interacción alumno-docente hay diversos factores que pueden hacer que dicha interacción, recorra fases alternadas u otras, categorizadas según otros autores e investigaciones (por ejemplo, véase (Márquez, 2002),

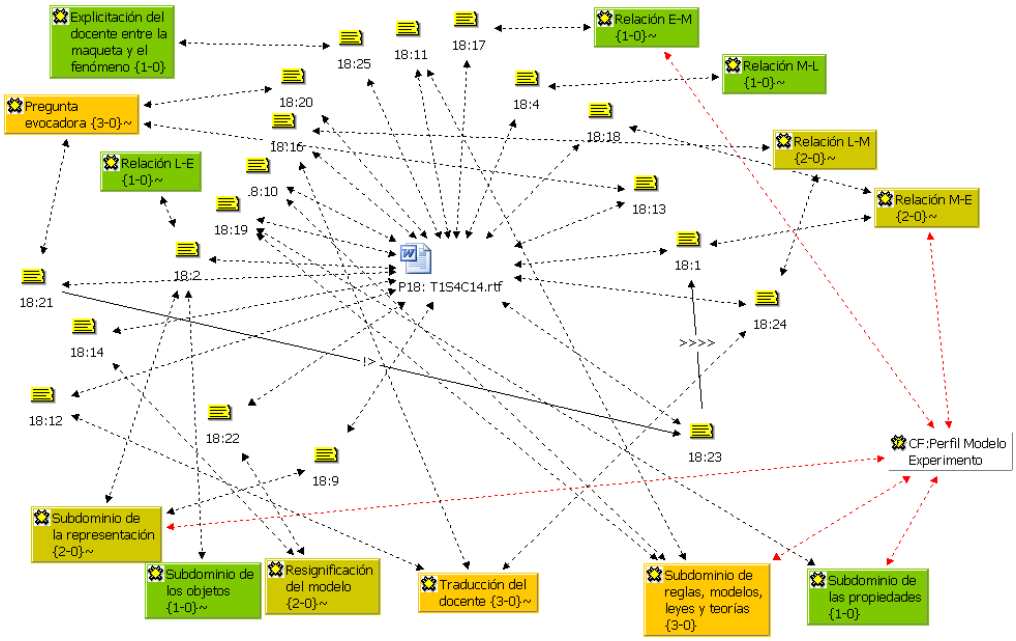
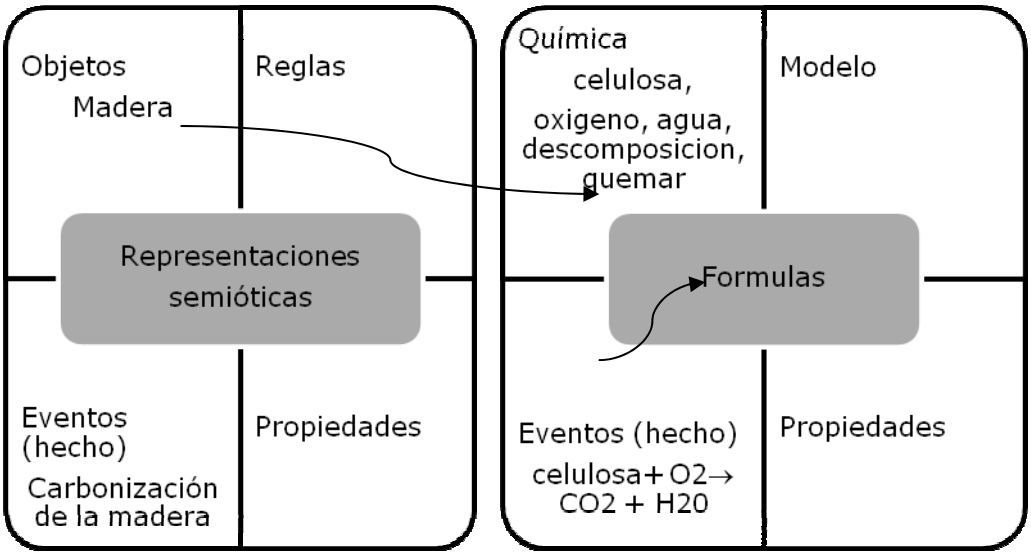


Imagen 2: Red elaborada con Atlas.ti. Las conexiones surgen de las relaciones entre los segmentos, los códigos y los link. Los colores en las etiquetas sólo indican frecuencia en vínculos.

Luego se segmentar la sesión, las categorías surgen del propio discurso y de los elementos teóricos revisados en líneas superiores.

Las ideas que surgen y sus respectivas conexiones quedan representados en la imagen 2. El documento primario T1S4C14.rtf, es la transcripción y desde allí emergen las ‘cuotas’ o segmentos en los cuales ocurre algo interesante desde el punto de vista de nuestro marco. En la imagen, se logra apreciar una red conformada entre los segmentos las relaciones directas, vínculos y códigos que hay en cada uno de ellos y los sub-dominios que aparecen al explicitar la maqueta referida a la carbonización de la madera. La aproximación entre el mundo real (cuadro izquierda) y el reconstruido (cuadro a la derecha), nos permite documentar las reglas

que usan, gracias a las cuales los objetos (los anillos de papel) adquieren el significado de átomos químicos' y se establece el nuevo 'modelo de cambio químico' (adaptado de Le Maréchal, 1998).



4. AVANCES

Caracterizar las reglas del juego en el tratamiento del descomponer y el quemar es una tarea compleja. Las palabras que usan los maestros para referirse al fenómeno pueden ser variadas y muchas de ellas no interiorizadas ni vinculadas de forma apropiada. Particularmente hay un salto en el 'pensar sobre lo que hacen', es decir, cuando se obtiene carbón se piensan que es el elemento y por tal ya no se puede 'quemar'. Ello les lleva a dificultad de poder explicar el origen de las cenizas al vincular con otro ejemplo de combustión. Hasta ahora, la revisión de los materiales nos indica que hay variadas concepciones entorno a: descomponer, quemar, oxidar. Creemos que el problema podría estar en la relación Lenguaje el Experimento y el Modelo seleccionado (hecho, fenómeno del mundo) sobre el cual se invita al sujeto a pensar sobre él. Desarrollar la capacidad de modelizar en los maestros, de decir, que logren vislumbrar que es el experimento el que logra agrupar a una familia de fenómenos y vincularlo entre sí es necesario ir paso a paso. Asimismo, que a nivel macro algunos fenómenos se comportan de una manera similar y estos concuerdan a nivel micro gracias al modelo, es un reto. Al igual que la búsqueda de fenómenos que permitan robustecer la red en la cual giran las reglas del descomponer y quemar. En otro orden de ideas, las relaciones L↔E↔M, que se propician en la asignatura, sólo alguna de ellas emerge en los materiales revisados. Una causa podría ser que en su formación escolar sólo una de ellas (lenguaje-experimento y vice-versa), es más propiciada que las otras. De todas formas para validar esta idea

sería necesario una revisión de textos escolares y planes de estudio. Por tanto, continuaremos trabajando en esta línea.

Finalmente, creemos que 'levantar' indicadores del proceso de modelización a partir de los materiales escritos producidos por los estudiantes en clase (resúmenes, interpretaciones de los fenómenos, argumentaciones, pequeñas investigaciones), es necesario. Más hoy en día en que las instituciones educativas necesitan 'estándares', o desarrollo de 'competencias' en las cuales visualizar sus aportes al área.

AGRADECIMIENTOS

- Aquesta recerca ha estat finançada amb l'ajuda del Projecte de Recerca SEJE006-15589-C02-02 del Ministerio de Ciencia y Tecnologia i del projecte ARIE-2007-0049 de la Generalitat de Catalunya.

- Vicerrectoría de Investigación, Programa de Personal Investigador en Formación (PIF). Universitat Autònoma de Barcelona.

- Unidad de Perfeccionamiento Docente, Programa de Becas de Ayuda. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

5. REFERENCIAS

Abell, S., y Lederman, N. (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Adúriz-Bravo, A. (2005). Apuntes sobre la formación epistemológica de los profesores de ciencias naturales. *Pedagogía y Saberes*, *21*, 9-19.

Breslow, R y Gárritz, A. (2002). Contex-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects? En Gilbert, et al (ed.) *Chemical education:Towards resaerch-based practice. Dordrecht: Kluwer.*

Caamaño, A. (2006). Proyectos de ciencias entre la necesidad y el olvido. *Alambique*, 48, 10-24.

Caamaño, A., Gómez, M., Gutierrez, J., Llopis, R. y Martín-Díaz,M. (2001). Proyecto Salter: un enfoque CTS para la enseñanza de la química en el bachillerato. En Membiela, P. (ed.) *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva CTS.* 179-192. Madrd: Narcea.

Caamaño, A. y Izquierdo, M. (2003) El curriculum de química del bachillerato en Catalunya: todavía muy lejos de una química contextualizada, *Alambique*, 36, 60-67.

Caamaño, A. (2001a). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España, *Educación Química*, 12(1) ,7-17.

Caamaño, A. (2001b). Representar el curriculum de química en los inicios del siglo XXI, *Alambique*, 29,43-52.

Giere, R. (1988). *Explaining science. A cognitive approach*. Chicago: University of Chicago Press.

Giere, R (1999). Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. *Enseñanza de las Ciencias, número extra,* 63-70.

Gilbert, J., de Jong, O., Justi, R., y Van Driel, J. (2002). *Chemical education: Towards research-based practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Izquierdo, M., y Aduríz-Bravo, A. (2005). La enseñanza de los componentes prácticos y axiológicos de los conceptos químicos. In M. Cabré & C. Bach (Eds.), *Coneixement, llenguatge i discurs especialitzat* (pp. 325-345). Barcelona: IULA, Documenta Universitaria.

Le Maréchal, J. (1998). Modelling student's cognitive activity during the resolution of problem based on experimental facts in chemical education. *Proceeding 4th Summer School*: Marly-le-Roi (France).

Márquez, C. (2002). *La comunicació multimodal en l'ensenyament del cicle de l'aigua.* Tesis Doctoral: Universitat Autónoma de Barcelona.

Méhéut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal Science Education,* 26(5)*,* 605-618.

Pilling, G. y Waddington, D. (2005). Implementation of largen-scale science curricula: A study in Seven European Countries. *Journal of Science Education and Technology*, 14, (4), 393-407.

IDEAS DE LOS ESTUDIANTES DE MAGISTERIO SOBRE EL CONCEPTO DE INTERACCIÓN ENTRE CUERPOS

MORENTIN, M. (1) y GUISASOLA, J. (2)

(1) Dpto. de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales

(2) Dpto. de Física Aplicada I

Universidad del País Vasco UPV/EHU

Aunque hay muchas investigaciones sobre las concepciones que presenta el alumnado respecto al concepto de "fuerza" y sus efectos, el objetivo de este estudio es conocer la interpretación que hacen los estudiantes de Magisterio sobre "las interacciones entre dos o más cuerpos", para que tras explicitarlas, sean capaces de reorganizar sus esquemas y reflexionar sobre los contenidos científicos que tendrán que enseñar en el aula de primaria. Los resultados indican que la mayoría de estos estudiantes no conciben la fuerza como una interacción entre cuerpos, sino más bien como la capacidad de un cuerpo para ejercer un empuje a su alrededor (fuerza como característica del objeto).

There are many researches in students' conceptions about "understanding of forces", but the aim of our study is the interpretation that pre-service teachers do about "interactions between objects". Only after they knew their own thinking about it, they will be able to reorganize their prior knowledge about the scientific concepts they will have to teach. The results have shown that these students don't explain force as interaction, but they explain force as one characteristic of the object, the capacity of the object to produce push or pull around it.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las concepciones alternativas en ciencias, y más concretamente en temas de física, ha sido uno de los ejes de la investigación en didáctica de las ciencias durante los últimos años (Duit, 2008). Todas estas investigaciones tienen sentido en la medida en que la información disponible a día de hoy pueda convertirse en una herramienta útil para diseñar actividades de aprendizaje más eficaces.

En primer lugar, se trata de establecer el punto de inicio para un proceso de enseñanza que permita avanzar a los estudiantes en el desarrollo conceptual de los contenidos elegidos (Carrascosa y Gil, 1992; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Duit, 2003; Furió et al., 2006). En segundo término, el conocimiento de dichas concepciones ayudará al profesorado a diseñar acciones que permitan organizar y optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Furió y Gil, 1999; Guisasola y P. de Eulate, 2001). Por tanto, situamos este trabajo dentro de un marco constructivista del aprendizaje que se caracteriza, en general, por la necesidad de entender las ideas y creencias que los estudiantes de Magisterio poseen cuando estudian ciencias, para utilizar posteriormente

este conocimiento en el diseño de una programación y de las estrategias a aplicar en un aula de primaria (Treagust et al., 1996; Gil et al., 2002).

En este estudio hemos elegido el concepto de “interacción”, debido a que es uno de los contenidos presentes en el currículum de Educación Primaria cuya concepción, aún no siendo sencilla, debe ser trabajada desde dicha etapa dado su carácter estructurante, su potencial interpretativo y su utilización en distintas áreas y niveles.

En resumen, en este trabajo intentaremos responder a los siguientes interrogantes:

a) ¿Cuáles son las interpretaciones que los estudiantes realizan de los procesos de interacción entre dos o más cuerpos?

b) ¿Utilizan los estudiantes el concepto de fuerza para describir dichas interacciones?

2. Metodología

La fenomenografía ha sido elegida como metodología de investigación para responder a las preguntas formuladas en este estudio (Marton y Saljo,1997; Marton, 1981; Marton y Booth, 1997; Buck et al., 2003, Entwistle, 1997).

Dicha metodología ha sido propuesta y utilizada en la investigación educativa para entender las diferentes formas en que la gente experimenta, percibe o entiende un mismo fenómeno, las cuales pueden llegar a ser consideradas como categorías de descripción de dicha realidad. Estas categorías se pueden observar en un gran número de individuos, de forma que el conjunto de estas representaciones denota un tipo de intelecto colectivo: "la misma categoría de descripción aparece en diferentes situaciones. El conjunto de categorías es estable y generalizable entre situaciones, incluso si los individuos se 'mueven' de una categoría a otra, en diferentes situaciones" (Marton 1981, p.195). En este marco teórico, las concepciones de los estudiantes pueden considerarse como “categorías explicativas” o “categorías descriptivas”, que no son vistas como cualidades individuales, sino que pueden utilizarse para facilitar las características de las interpretaciones que hacen las personas de su interacción con el entorno natural.

En este enfoque teórico es irrelevante si las concepciones son ‘correctas’ o ‘incorrectas’ respecto al estándar del programa escolar. El objetivo es establecer las diferentes categorías que se pueden tener sobre un fenómeno determinado. Así mismo, es la relación entre el fenómeno y la comprensión o experiencia de la gente sobre el fenómeno lo que importa. El análisis fenomenográfico implica identificar las categorías explicativas e indagar en los significados implicados y las relaciones entre ellos.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para responder a las preguntas de la investigación se diseñaron tres cuestiones abiertas (ver cuadro 1) que ponen el énfasis en las explicaciones de los estudiantes, con el objetivo de poder analizar cualquier línea de razonamiento inesperada cuando explican fenómenos de interacción entre dos cuerpos en situaciones de la vida cotidiana.

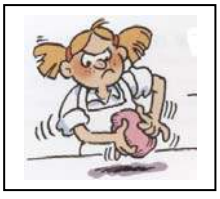
Las dos primeras cuestiones hacen referencia al significado del concepto de fuerza y a las consecuencias de la aplicación de fuerzas. A diferencia de la vida cotidiana donde el concepto de fuerza tiene un significado polisémico, en ciencia es un concepto bien definido que sirve para expresar la interacción entre dos o más cuerpos. Así mismo, las consecuencias de la acción de fuerzas se describen en ciencia en dos categorías: deformar y cambiar el estado del movimiento (Heywood y Parker, 2001).

En la cuestión 3 se presentan diferentes situaciones de interacciones: unas se describen mediante fuerzas de contacto (a, b, c, e, g) y otras mediante fuerzas de acción a distancia (d, f). Además, en unos casos las consecuencias de la interacción son perceptibles a nivel macroscópico (a, b, d, e, f,) y en otras no (c, g).

1.- Qué son las fuerzas? Cómo se lo explicarías a un amigo/a?

2.- Cuáles son los efectos que producen las fuerzas?

3. Describe las siguientes situaciones utilizando el término "fuerza".



a

b

c

d

e

f

g

Cuadro 1. Cuestiones diseñadas

El cuestionario lo realizaron 24 alumnos y alumnas (18 chicas y 6 chicos) de 2º curso de la titulación de Educación Primaria, de la Escuela de Magisterio de Bilbao, con edades comprendidas entre los 20 y 28 años. Los estudiantes realizaron el cuestionario dentro de una sesión de clase, durante 40 minutos y en situación de examen, después de 8 semanas de haber recibido enseñanza formal (en otros temas de ciencias diferentes al tema de dinámica que aquí nos ocupa), en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I.

4. ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS.

Los datos se obtuvieron de las respuestas escritas de los estudiantes a las preguntas del cuestionario y en el análisis posterior se identificaron diferentes categorías cualitativas que describían dichas explicaciones. Las respuestas fueron examinadas buscando similitudes y diferencias entre ellas, seleccionando las afirmaciones significativas y comparándolas para encontrar patrones de acuerdo o desacuerdo, y así agruparlas según estos patrones. A través de este proceso fueron desarrolladas las categorías explicativas iniciales, que tras ser revisadas y consensuadas, fueron consideradas como categorías explicativas suficientemente descriptivas e indicativas de los datos obtenidos. Este proceso de análisis interactivo es consistente con la metodología fenomenográfica, como indica Marton (1981) “definition for categories are tested against the data, adjusted, retested and adjusted again”.

La presentación de los resultados se ha organizado en dos secciones: se presentarán los resultados cuantitativos correspondientes a cada cuestión, así como ejemplos cualitativos que ayuden a ilustrar las interpretaciones de las respuestas de los estudiantes.

¿QUÉ IDEAS TIENEN LOS ESTUDIANTES DE MAGISTERIO SOBRE EL CONCEPTO DE FUERZA?

Las dos primeras cuestiones son convergentes en el objetivo de indagar sobre la utilización del concepto de fuerza (Tablas 1 y 2).

Explicaciones	N=24	Ejemplos
Interacción entre dos cuerpos	2	-fuerza es la influencia entre dos objetos
Fuerza asociada con esfuerzo físico	16	-fuerza es el esfuerzo físico realizado al manipular una cosa -es el empuje que hace un cuerpo sobre otro
Fuerza como energía de un cuerpo	4	-fuerza es la energía que tiene una persona para realizar una acción
NS/NC	2	

Tabla 1. Respuestas obtenidas en la cuestión 1

La respuesta mayoritaria (n=16) asocia la fuerza al esfuerzo físico; en 9 respuestas aparece explícitamente la palabra “esfuerzo”, mientras que el resto utilizan “empuje”, “influencia” e incluso “presión” para definir la fuerza. Los estudiantes no utilizan la idea de fuerza en términos científicos, es decir, como interacción entre dos cuerpos (dos únicas respuestas aceptables, aunque no totalmente correctas). Finalmente, en 4 respuestas consideran que la fuerza es algo que nos permite realizar ciertos trabajos (similar al concepto de energía).

Explicaciones	N=24	Ejemplos
Deforma y produce cambio de estado del movimiento	0	
Produce movimiento y deformación	12	-producen diferentes efectos: movimiento (alejar y acercar), cambio de forma y rotura de algo. -producen deformaciones y desplazamientos
Produce cambios	3	-las fuerzas siempre producen cambios en nuestro entorno
Produce movimiento	4	-las fuerzas producen diferentes movimientos
Produce energía y movimiento	3	-los efectos son energía, movimiento, presión,…
Produce energía	2	-las fuerzas producen energía

Tabla 2. Respuestas obtenidas en la cuestión 2

La mitad de los estudiantes (12) responde correctamente que la fuerza produce deformaciones, sin embargo ninguna respuesta asocia la fuerza con el cambio de estado del movimiento de un cuerpo. Además, 19 respuestas (casi el 80%) relacionan la fuerza con la producción del movimiento. Esta tendencia coincide con estudios anteriores que muestran las relaciones erróneas que establecen los estudiantes entre fuerza y velocidad (Hierrezuelo y Moreno, 1988; Driver et al., 1991; Carrascosa, 2005). Un tercio de las respuestas (n=8) relacionan los efectos de la fuerza con la producción de energía o bien, con la causa de los cambios.

¿CÓMO INTERPRETAN LOS ESTUDIANTES DE MAGISTERIO LA INTERACCIÓN ENTRE DOS CUERPOS?

Las siete situaciones presentadas en la cuestión 3, tienen como objetivo indagar acerca de la opinión de los estudiantes sobre la interpretación en términos científicos de la interacción entre cuerpos. Las situaciones presentadas difieren en si la interacción es por contacto (a, b, c, e, g), a distancia (d, f) y si el efecto se puede percibir a nivel macroscópico (a, b, d, e, f) o no (c, g). Las explicaciones de los estudiantes se han agrupado como se indican en la tabla 3, que se expone a continuación:

Explicaciones	a	b	c	d	e	f	g
Se citan ambos objetos y hacen mención a la 'interacción' entre ellos	1	2	2	0	1	1	2
La fuerza como propiedad de uno de los cuerpos que interactúan	18	17	20	21	17	18	17
Otros/NC	5	5	2	3	6	5	5

Tabla 3. Respuestas obtenidas en la cuestión 3

En todas las situaciones presentadas hay una explicación muy mayoritaria (alrededor de 80%) que considera las fuerzas como una propiedad de los cuerpos. La mayoría de las respuestas explica una idea de fuerza asociada a la capacidad de acción, por ejemplo, la fuerza de la niña se transfiriere a la plastilina o la fuerza de la jugadora de voleibol pasa a la pelota. Esta idea es convergente con los resultados de la cuestión 1. Dentro de este tipo de respuestas hay explicaciones (más de la mitad) que explícitamente indican una concepción antropomórfica del concepto de fuerza, por ejemplo, "la niña/los bueyes hacen una fuerza" y "la niña/los bueyes utilizan su fuerza". En estos casos la idea de fuerza se asocia con algo intrínseco a la persona/objeto. Hay que destacar que la palabra "interacción" no aparece nunca en sus explicaciones.

No se observan diferencias significativas entre las situaciones en que la fuerza es de contacto (a,b,c,e,g) y las de fuerza a distancia (d,f). En la situación de atracción de los imanes, la gran mayoría de las respuestas (n=18) se centran en explicar que la fuerza 'es del imán' y no consideran la interacción entre los dos cuerpos ya que no indican "que los imanes hacen una fuerza de atracción en los objetos", ni siquiera "sobre los objetos". Además, hay que indicar que sólo 7 estudiantes explicitan que dicha atracción es sobre los metales.

En la situación de la caída libre (f), la mayoría de las explicaciones (n=15) considera la gravedad como "un objeto o ente" que puede ejercer fuerza o 'tiene' fuerza de forma autónoma. Hay varias respuestas difíciles de clasificar en las que no citan la gravedad en sus explicaciones.

Respecto a las situaciones donde se presenta un equilibrio que hace menos evidente las consecuencias de las fuerzas (c,g), los resultados siguen siendo convergentes con las otras situaciones. En el caso del levantador de piedras, la gran mayoría de las explicaciones considera 'el esfuerzo del levantador' como explicación del fenómeno. En el caso del tiesto encima de la mesa, el análisis de la interacción es más complejo, puesto que no es evidente la fuerza que la mesa hace sobre el tiesto. Sin

embargo, la explicación mayoritaria atribuye lo sucedido a la gravedad: 'la gravedad hace que el jarrón esté en equilibrio'; o bien a un confuso equilibrio de fuerzas: 'el jarrón está así porque las fuerzas se equilibran' (Bryce y MacMillan, 2005).

5. CONCLUSIONES

Una vez identificados los niveles explicativos de los estudiantes, vamos a interpretarlos para establecer las categorías fenomenográficas de acuerdo con los criterios de Marton y Booth (1997). En la tabla 4 se representan los resultados obtenidos agrupados en "categorías descriptivas". Esto no significa que cada estudiante se sitúe exclusivamente en una de las categorías establecidas cuando trata de explicar cada una de las cuestiones planteadas, puesto que la misma persona puede utilizar una categoría en un contexto y otra diferente en otro. Este enfoque, se centra en las diferentes categorías descriptivas que se pueden encontrar en el colectivo de estudiantes, aspecto que nos interesa como profesores, a la hora de implementar una programación en el aula.

Categoría descriptiva	Frecuencia de utilización	Características
Fuerza como propiedad de los cuerpos	Mayoría de estudiantes (más del 80%)	- La fuerza asociada al 'esfuerzo' que realizan las personas o los cuerpos. - La fuerza asociada a la capacidad de realizar acciones - La fuerza como causa del movimiento
Fuerza como interacción entre dos o más cuerpos	Alrededor del 5%	- La fuerza describe la interacción entre dos o más cuerpos - La fuerza tiene como consecuencia: a) deformaciones; b) cambio del estado movimiento de los cuerpos.

Tabla 4. Categorías descriptivas y sus características

La gran mayoría de los estudiantes no concibe la fuerza como una interacción entre dos cuerpos, sino más bien como la capacidad de un cuerpo para ejercer un empuje a su alrededor. Por eso, los cuerpos que "tienen fuerza" tienen capacidad para hacer algo. Para el alumnado, la noción de fuerza es una propiedad de los objetos que es transmitida a todas sus partes y actúa cuando los objetos se ponen en contacto.

En situaciones en las que actúan fuerzas de contacto les es más fácil comprender la existencia de fuerzas cuando se trata de empujar y tirar,

que cuando se trata de equilibrio. Además, cuando analizan las fuerzas a distancia aún es más evidente que son los imanes o la gravedad quienes "tienen fuerza" para atraer a los otros objetos.

Así pues, y en respuesta a las preguntas que nos hacíamos al inicio de este trabajo, podemos concluir diciendo que la mayor parte de nuestro alumnado utiliza el concepto de fuerza para describir una propiedad intrínseca de los cuerpos, mientras que el término interacción no aparece en sus explicaciones o lo citan en muy contadas ocasiones cuando se les pide que describan situaciones en las que están interactuando varias fuerzas.

Como conclusión diremos que en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria es necesario, no sólo incidir en el tratamiento de las ideas de ciencia cotidiana que encontrarán en el alumnado en su futuro profesional, sino también constatar que dichas ideas existen en sus propios modelos de pensamiento, para que a partir de implicarse en el tratamiento de situaciones problemáticas y de buscar soluciones de acuerdo con la metodología científica, sean capaces de reorganizar sus esquemas y puedan reflexionar sobre los contenidos científicos que tendrán que enseñar en el aula. Posteriormente, al diseñar una programación y las estrategias a aplicar en un aula de primaria, tendremos ocasión de comprobar en qué medida se han visto modificados sus propios modelos conceptuales.

6. Bibliografía

BRYCE, T. y MACMILLAN, K. (2005) "Encouraging Conceptual Change: The Use of Bridging Analogies in the Teaching of Action-Reaction Forces and the 'at rest' condition in Physics". *International Journal of Science Education* 27 (6), pp. 737-763.

BUCK P., GOEDHART M.J., GRÄBER W., KAPER W.H., KOBALLA T., LINDER C., MARTON F., SCHWEDES H., SPILIOTOPOULOU V., TSAGLIOTIS N.L. y VOGELEZANG M. (2003) "On the methodology of 'phenomenography' as a science education research tool" en D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos y M. Kallery (eds.) *Science Education Research in the Knowledge- based Society*. Kluwer Academic Publishers.

CARRASCOSA, J. y GIL PÉREZ, D. (1992) "Concepciones alternativas en Mecánica". *Enseñanza de las Ciencias,* 10 (3), pp. 314-328.

CARRASCOSA, J. (2005). "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 2(2), pp. 183-208.

DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIEN, A. (1991) Ideas *científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata/MEC.

DUIT, R. (2003) "Conceptual Change: A Powerful Framework For Improving Science Teaching And Learning". *International Journal of Science Education* 25 (6), pp. 671-688.

DUIT, R. (2007) "Bibliography STCSE Full Version" en http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html

ENTWISTLE, N.J. (1997) "Introduction: Phenomenography in higher education" *Higher Education Research Development* 16, 127.

FURIÓ, C. y GIL, D. (1999) "Hacia la formulación de programas eficaces en la formación continuada del profesorado de ciencias", en Sánchez, J.M., Oñorbe, A. y Bustamante, I. (eds.) *Educación Científica*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.

FURIÓ, C., SOLBES, J. Y CARRASCOSA, J. (2006) "Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación". *Alambique* 48, pp.64-77.

GIL, D., GUISASOLA, J., MORENO, A., CACHAPUZ, A., PESSOA DE CARVALHO, A.M., MARTINEZ-TORREGROSA, J., SALINAS, J., VALDÉS, P., GONZÁLEZ, E., GENÉ, A., DUMÁS-CARRÉ, A., TRICÁRICO, H. y GALLEGO, R. (2002) "Defending constructivism in Science Education". *Science & Education* 11, 557-571.

GUISASOLA, J. y PÉREZ DE EULATE, L. (2001) *Investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales basadas en el modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada*. Bilbao: Universidad del País Vasco.

HEYWOOD, D. y PARKER, J. (2001) "Describing the cognitive landscape in learning and teaching about forces". *International Journal of Science Education* 23 (11), pp.1177-1199.

HIERREZUELO, J. y MORENO, A. (1988) *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia/MEC.

MARTON, F. (1981) "Phenomenography: Describing conceptions of the world around us". *Instructional Science*, 10, pp. 177-200.

MARTON, F. y BOOTH, S. (1997) "Learning and awareness". N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

MARTON, F. y SALJO, S. (1997) "Approaches to learning" in Marton, F., Hounsell, D. y Entwistle, N.J. (eds.) *The experience of learning: Implications for teaching and studying in Higher Education*. Edimburg: Scottish Academic Press.

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.

TREAGUST, D.F., DUIT, R. y FRASER, B. (1996) *Improving teaching and learning in Science and Mathematics*. New York: Teachers College Press.

LA NUTRICIÓN HUMANA EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA. DIFICULTADES Y ANÁLISIS CONCEPTUAL

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

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus de Elviña s/n. 15071 A Coruña. E-mails: jrivadulla@udc.es, susg@udc.es, cmarl@udc.es

RESUMEN: Este trabajo corresponde a un avance de la primera fase del proyecto de Tesis Doctoral sobre el desarrollo curricular de la nutrición humana desde la perspectiva del profesorado. En este caso, partiendo de un estudio a nivel histórico y epistemológico del conocimiento científico, y de otro sobre las concepciones del alumnado, se han elaborado una serie de derivaciones didácticas, a la vez que proponemos una secuenciación de contenidos para la etapa de la educación obligatoria.

PALABRAS CLAVE: Nutrición humana, educación obligatoria, concepciones alumnado.

ABSTRACT

This work is the first phase of the Doctoral Theses on the curriculum development of human nutrition from the perspective of teachers. In this case, it became a study historical and epistemological level of scientific knowledge, and another on the conceptions of the students to develop a series of educational referrals; also propose a sequencing content to the stage of compulsory education.

KEYWORDS: Human nutrition, compulsory education, conceptions students.

INTRODUCCIÓN

El nuevo proceso de reforma curricular implica un nuevo reto para el profesorado, que ha de tomar las correspondientes decisiones para su desarrollo. En este sentido se destaca la necesidad de que exista coherencia entre las finalidades y contenidos normativos –currículo prescrito- y su puesta en práctica en el aula –currículo impartido-. Sin embargo, la investigación ha puesto de manifiesto que en tales decisiones ejercen una notable influencia las concepciones y creencias de los docentes sobre qué contenidos son importantes y cuáles son las actividades más idóneas para enseñarlos (Martínez Aznar et al., 2001). Aunque desde el campo de la Didáctica de las Ciencias se han elaborado propuestas innovadoras de enseñanza teóricamente fundamentadas, éstas no siempre llegaron al aula, de ahí que exista diferencia entre el pensamiento docente y el pensamiento docente deseable. Lo indicado,

además, cobra especial relevancia en la etapa de Educación Primaria, etapa todavía poco atendida desde la investigación, en la que el profesorado que imparte Ciencias, por su propia generalidad, profundiza menos en el conocimiento del contenido a lo largo de su formación inicial, lo que impide su innovación (Tobin y Espinet, 1989; Mellado, 1996 y Pacca et al., 1996).

De acuerdo con lo indicado, nos propusimos averiguar en que medida la enseñanza que se imparte en la educación obligatoria contribuye a que el alumnado consiga determinados contenidos, teniendo en cuenta las tendencias actuales en educación, constituyendo esto el objetivo de una tesis doctoral actualmente en desarrollo. Con el fin de focalizar el estudio se eligió el tema de la "nutrición humana", ya que aunque desde pequeños/as, niños y niñas son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir, para crecer..., suelen mostrar muchas carencias educativas al respecto (Banet, 2001). Además, el interés del tema no sólo es científico, sino también social y cultural, puesto que está directamente relacionado con el desarrollo de hábitos y comportamientos saludables, esenciales para todo ciudadano.

Para ello, hemos elaborado un plan de trabajo en el que se contemplan tres fases:

1.- *Análisis de documentos y materiales*: se realizará una revisión científica y didáctica del tema de estudio, con objeto de definir los aspectos clave para la formación del alumnado de Educación Primaria. Asimismo, se revisará la normativa oficial vigente para esta etapa educativa en la Comunidad Autónoma de Galicia.

2.- *Análisis de lo que hace el/la profesor/a*: se hará una selección de un número representativo de profesores/as con diferente experiencia profesional, para averiguar lo que realmente "enseñan" o creen que se debería enseñar, y así poder conocer si llegan a ponerse en práctica los contenidos curriculares diseñados y su viabilidad real. Con esta finalidad se analizarán también los materiales que utilizan en el aula, y las pruebas de evaluación que plantean.

3.- *Análisis y comprobación de los resultados obtenidos*: se intentará conocer la posible distancia que existe entre la enseñanza de la nutrición humana y la enseñanza de los aspectos más deseables. Por otra parte, se compararán las opiniones de los/as profesores/as con distintos grado de experiencia.

Este trabajo constituye un avance de la investigación, formando parte del marco teórico que será un referente para elaborar los dossieres de análisis que se emplearán en la parte empírica del estudio. Concretamente se presenta un análisis histórico y de las ideas del alumnado sobre la

nutrición humana, así como un análisis conceptual del mismo y una propuesta de secuenciación de contenidos para la educación obligatoria.

EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO SOBRE LA NUTRICIÓN HUMANA. APROXIMACIÓN HISTÓRICA

La construcción del conocimiento sobre la nutrición humana fue un proceso difícil, debido a la propia complejidad de esta función vital. En la tabla 1 se realiza una síntesis de su evolución a lo largo de las distintas épocas (Edad Antigua y Media, el Renacimiento y la actualidad), a partir de una serie de preguntas clave que fueron paulatinamente respondiéndose, desde distintos marcos teóricos. Las ideas fueron evolucionando desde aquellas más simplistas e inconexas sobre las funciones vitales, centradas en el organismo, a concepciones más complejas e integradoras de la nutrición dentro del marco de la teoría celular y de su interacción en el medio.

Época	Características
Edad Antigua y Media (S. V-XIV)	*Marco Teórico:* Teoría de los humores.
	Preguntas: ¿Cómo funciona el cuerpo humano?; ¿de qué depende la salud?.
	Conocimientos acerca de: *Alimentación:* Proceso mecánico y de cocción de los alimentos *Sangre:* Se produce en el hígado y no circula, sino que está sometida a un vaivén. *Respiración:* Unida al concepto de vida: frío o calor vital. **No existe un conocimiento integrado de las funciones de alimentación, respiración y circulación.**
A partir del Renacimiento (S. XV-XIX)	*Marco Teórico:* Empírico-experimentalista vs. Mecanicista vs. Vitalista.
	Preguntas: ¿Cómo es la anatomía/fisiología humana?; ¿Qué función tienen los alimentos y el oxígeno en el cuerpo?.
	Conocimientos acerca de: *Alimentación:* Se descubren los procesos químicos asociados a la digestión de los alimentos. Éstos tienen dos funciones: energética y plástica. *Circulación:* El corazón es el órgano impulsor de la sangre, que

	circula a través de venas y arterias portando oxígeno a todas partes. *Respiración:* Proceso químico que proporciona energía en el que intervienen "alimentos" y oxígeno. **Existe un conocimiento más integrado y relacionado de las funciones de digestión, respiración y circulación.**
En la actualidad (S. XX)	*Marco Teórico:* Teoría Celular. Perspectiva ecológica.
	Preguntas: ¿Cómo y dónde se produce el proceso de nutrición?; ¿qué consecuencias tiene para el medio?.
	Conocimientos: La nutrición tiene una función energética y plástica en el organismo. Es un proceso bioquímico complejo que tiene lugar en las células. Los procesos fisiológicos de digestión, transporte y excreción, son esenciales para la nutrición celular. La nutrición supone un intercambio de materia y energía del organismo con el medio y por tanto, una continua interacción con el mismo. En este sentido, el ser humano es un importante agente de cambio. **Existe una idea integradora de nutrición dentro del marco de la Teoría Celular y su repercusión en el equilibro del medio.**

Tabla 1: Evolución histórica sobre los conocimientos de los procesos de la nutrición humana.

DIFICULTADES DEL ALUMNADO EN TORNO A LA NUTRICIÓN HUMANA

Los estudios desarrollados en el ámbito de la nutrición humana han puesto de manifiesto que, desde pequeños, niños y niñas son conscientes de la necesidad de los alimentos para vivir, para crecer…; tienen muchas y variadas explicaciones sobre la digestión, la respiración…; también sobre la situación de algunos órganos del cuerpo humano. A medida que pasa el tiempo, la información que van recibiendo –dentro y fuera de las aulas- les permite ir elaborando explicaciones más estructuradas sobre estos procesos.

En la tabla 2 se presenta una síntesis de las dificultades del alumnado sobre este tema, detectadas por diferentes autores/as. Tal síntesis se realizó agrupando las investigaciones de las concepciones de los/as alumnos/as respecto a los siguientes tópicos: a) la relación de la

alimentación y la salud; b) los distintos sistemas que intervienen en la digestión y c) las interacciones existentes entre ellos.

La revisión bibliográfica pone de manifiesto que existe una especial preocupación por las dificultades relativas a los aspectos fisiológicos y anatómicos de los sistemas concretos mientras que las relativas a las relaciones entre ellos y a la alimentación/salud son menos consideradas.

DIFICULTADES		**AUTORES/AS**
Sobre alimentación y salud	Desconocimiento de las características de una dieta saludable	Martínez Segura (1997); Núñez y Banet (2000)
	Deficiencias en los hábitos alimenticios	Rivarosa y De Longhi (2006); Núñez y Banet (2000)
	Conocimientos restringidos de las funciones de los alimentos	Banet (2001)
	Problemas para clasificar los alimentos según su función en el organismo	Banet (2001)
	Dificultades para identificar las sustancias nutritivas presentes en los alimentos	Banet (2001)
Sobre el sistema digestivo	Ausencia de referencias al proceso digestivo	Gellert (1962); Contento (1981); Cubero (1996); Teixeira (2000); Rowlands (2004); Cakici (2005); León.-Sánchez (2005)
	Problemas para entender la digestión como un proceso químico	Gellert (1962); Contento (1981); Cubero (1996); Teixeira (2000); Rowlands (2004); Cakici (2005); León.-Sánchez (2005)
	Conocimientos restringidos sobre los cambios que experimentan los alimentos durante la digestión	Gellert (1962); Brinkmann y Boschhuizen (1989); Teixeira (2000); Cakici (2005); León.-Sánchez (2005)

	Consideración del estómago como órgano central de la digestión	Nagy (1953); Contento (1981); Banet y Núñez (1989); Cubero (1996); Jaakkola y Slaughter (2002); Carvalho (2004); Rowlands (2004); Cakici (2005); León-Sánchez (2005)
	Reconocimiento limitado de otros órganos que intervienen en el proceso digestivo	Nagy (1953); Mintzes (1984); Banet y Núñez (1988); Banet y Núñez (1989); Brinkmann y Boschhuizen (1989); Cubero (1996); Teixeira (2000); Reiss y Tunnicliffe (2001); Jaakkola y Slaughter (2002); Cakici (2005); León-Sánchez (2005)
	Problemas para interpretar el tránsito de las diferentes sustancias a lo largo del sistema digestivo	Giordan y De Vecchi (1988); Teixeira (2000); Carvalho (2004) Rowlands (2004); Cakici (2005); Garrido, García y Martínez (2005)
Sobre el sistema respiratorio	Dificultades desde el punto de vista anatómico	Banet y Núñez (1990); Nagy (1953); Núñez y Banet (1996); Jaakkola y Slaughter (2002)
	Consideración de la respiración como mero intercambio de gases	Gellert (1962)
	Desconocimiento de la finalidad de la respiración	Banet y Núñez (1990); Núñez y Banet (1996)
Sobre el sistema circulatorio	Reconocimiento limitado de los órganos que intervienen en el proceso circulatorio	Banet (2001)
	Conocimientos restringidos de las funciones del corazón	Banet (2001)
	Conocimiento restringido del recorrido de la sangre	Banet (2001)

	Dificultades para comprender que las sustancias han de ser transportadas a las diferentes partes del cuerpo	Núñez y Banet (1996); Carvalho (2004); Rowlands (2004)
Sobre el sistema excretor	Reconocimiento limitado de los órganos que intervienen en el proceso excretor	Banet y Núñez (1988);Banet y Núñez (1989)
	Conocimientos restringidos de las funciones del sistema excretor	Teixeira (2000); Cakici (2005)
Interacciones entre sistemas	Relaciones inadecuadas entre sistema digestivo y excretor	Banet (2001)
	Relación entre estómago y respiración	Gellert (1962); Brinkmann y Boschhuizen (1989)
	Creencia sobre que la parte buena de los alimentos pasa a la sangre para hacernos crecer	Teixeira (2000); Cakici (2005

Tabla 2: Dificultades del alumnado sobre la nutrición humana detectadas por diferentes autores/as.

QUÉ ENSEÑAR SOBRE LA NUTRICIÓN HUMANA EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA

Tanto la revisión histórica como las dificultades de los/as alumnos/as ponen de manifiesto la problemática que encierra el tema de la nutrición humana y permite extraer algunas ideas sobre qué y cuándo enseñar este tópico. De este modo, en la tabla 3 se plantea una progresión conceptual, correspondiente a la nutrición humana en cuatro niveles de complejidad creciente, en la misma línea que Cañal (2005) ha realizado para la nutrición de las plantas. Esta progresión conceptual constituye una hipótesis inicial que nos va a servir como referente para la elaboración de los dossieres de análisis empleados en el estudio empírico posterior. Para realizar esta progresión también nos basamos en otras secuencias realizadas sobre este tema, que tienen en cuenta la evolución de las capacidades intelectuales de los sujetos (Shayer, y Adey, 1984) y el propio desarrollo conceptual (Banet y Núñez, 1992; 1996), que para Sanmartí (2002) sería el transcurrir de lo concreto a lo abstracto, de lo particular a lo general y de lo simple a lo complejo. En este caso sería recomendable partir de un estudio de la nutrición humana asociado a la alimentación necesaria para vivir, para pasar paulatinamente a una visión más abstracta y compleja de la función (García y Martínez, 2005). Esta complejidad consiste en: comprender el papel de las sustancias que utilizamos y su finalidad; conocer que éstas se transforman en los órganos

y sistemas de los individuos para obtener la materia y energía necesaria; interpretar la nutrición humana en clave microscópica, entendiendo que es un proceso bioquímico desarrollado a nivel celular; captar que la nutrición, en la medida que supone un intercambio de materia y energía con el medio, tiene una repercusión en el mismo (relaciones tróficas, influencia en la atmósfera...).

En el primer nivel de esta progresión conceptual se destaca la importancia de la alimentación, centrada en su función más perceptible y elemental, mientras en el segundo se priman los aspectos anatómicos. En el tercer nivel se aporta una visión integradora de todos los sistemas, a la vez que se da una visión transformadora de las sustancias, incluyéndose su paso a la sangre que distribuye los nutrientes por todo el organismo. El cuarto nivel es el de mayor complejidad, ya que se propone la interpretación celular de la nutrición humana. Esta secuencia, aunque se centra muy especialmente en los aspectos fisiológicos, no desestima la interacción que la nutrición humana tiene con el medio, en el sentido de captación y expulsión continua de sustancias, al igual que se indica en otros trabajos (Gómez, Sanmartí y Pujol, 2007).

NUTRICIÓN HUMANA	
1º Nivel	**Nivel básico de conceptualización** - Los seres humanos toman sustancias del medio (alimentos). - Esas sustancias se utilizan para crecer, moverse, etc. - Se expulsan residuos al exterior.
2º Nivel	**Introducción de aspectos anatómicos** - Los alimentos que se utilizan para crecer, moverse, etc., van al estómago, de ahí al intestino, para posteriormente desechar los materiales no válidos. - Estos alimentos nos proporcionan materia y energía. - El oxígeno va a los pulmones. - La sangre llega a todas partes y transporta sustancias. - Los riñones, a través de la orina, son los encargados de expulsar al exterior sustancias de desecho.

3º Nivel	**Inicio de una visión integradora de todos los sistemas** - En el aparato digestivo las sustancias que se captan del medio cambian, transformándose en sustancias aprovechables. - Esas sustancias pasan a la sangre para distribuirse. - La sangre también distribuye por todas las partes el oxígeno que llega a los pulmones. - La nutrición le proporciona al organismo la energía y las sustancias necesarias para su desarrollo. - Las sustancias de desecho que transporta la sangre son expulsadas al exterior mediante el sistema excretor.
4º Nivel	**Nivel celular** - El oxígeno y los nutrientes que provienen de los alimentos llegan a las células para, mediante una reacción bioquímica compleja, crear materia y energía. - En las células se producen sustancias de desecho. - La célula es la unidad fisiológica de vida.

Tabla 3: Secuenciación de contenidos sobre la nutrición humana.

BIBLIOGRAFÍA

BANET, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Madrid: Síntesis Educación.

BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1988). Ideas de los alumnos sobre la digestión: aspectos anatómicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 30-37.

BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1989). Ideas de los alumnos sobre la digestión. Aspectos fisiológicos. *Enseñanza de las Ciencias,* 7, 35-44.

BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 105-110.

BANET, E. y NÚÑEZ, F. (1992). La digestión de los alimentos: un plan de actuación en el aula fundamentado en una secuencia constructivista del aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 139-147.

BRINKMANN, F. y BOSCHHUIZEN, R. (1989). Preinstruccional ideas in biology: a survey in relation with different research methods on concepts of health and energy. *Research and developments in teacher education in the Netherlands*, 75-90.

CAKIZY, Y. (2001). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27, 79-100.

CAÑAL, P. (2005). *La nutrición de las plantas: enseñanza y aprendizaje*. Madrid: Síntesis.

CARVALHO, G. S., SILVA, R., LIMA, N. y COQUET, E. (2004). Portuguese Primari School children's conceptions about digestion: identification of learning obstacles. *International Journal of Science Education*, 26, 1111-1130.

CONTENTO, I. (1981). Children's thinking about food and eating: A piagetian-based Study. *Journal of Nutrition Education*, 13, 86-90.

CUBERO, R. (1996). La construcción del conocimiento en el proceso digestivo. Un estudio longitudinal. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 102-109.

GARCÍA, S. y MARTÍNEZ, C. (2005). La nutrición en textos escolares del último ciclo de Primaria y primero de Secundaria. En *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*.

GARRIDO, M., GARCÍA, B. y MARTÍNEZ, C. (2005). ¿Que conocen los niños/as entre los 4 y los 7 años sobre el aparato digestivo y el aparato respiratorio En *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*.

GELLERT, E. (1962). Children's conceptions of the content and functions of the human body. *Genetic Psicology Monographs*, 65, 293-405.

GIORDAN, A. y DE VECCHI, C. (1988). Los orígenes del saber. Sevilla, Diada.

GÓMEZ, A. A., SANMARTÍ, N. y PUJOL, R. M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo de ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.

JAAKKOLA, R. O. Y SLAUGHTER, V. (2002). Children's body knowledge: Understanding 'life' as a biological goal. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 325-342.

LEÓN-SÁNCHEZ, R.; BARRERA GARCÍA, K. y PALAFOX, G. (2005). Las ideas de los niños acerca del proceso digestivo. En *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*.

MARTÍNEZ AZNAR, M. M.; MARTÍN DEL POZO, R.; RODRIGO, M.; VARELA, M. P.; FERNÁNDEZ, M. P. y GUERRERO, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria?. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.

MARTÍNEZ SEGURA, M. J. (1997). *Módulo ALSACON (Alimentación, Salud y Consumo): fundamentación, planificación, aplicación y evaluación con alumnos de Educación Secundaria Obligatoria*. Murcia: Universidad de Murcia.

MELLADO, 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.

MINTZES, J. J. (1984). Naive theories in biology: children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics*, 84, 548-555.

NAGY, M. H. (1953). Children's conceptions of some bodily functions. *Journal of Genetic Psichology*, 83, 199-216.

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.

PACCA, J. L.; PACCA, A. y VILLANI, A. (1996). Un curso de actualización y cambios conceptuales en profesores de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 23-33.

REISS, J., TUNNICLIFFE, S. D., ANDERSEN, A. M., BARTOSZECK, A., CARVALHO, G. S., CHEN, S., JARMAN, R., JONSSON, S., MANOKORE, V., MARCHENKO, N., MULEMWA, J., NOVIKOVA, T., OTUKA, J., TEPPA, S. y VAN ROOY, W. (2002). An internacional study of young peoples' drawings of what in incide themselves. *Journal of Biological Education*, 36, 58-64.

RIVAROSA, S. y DE LONGHI, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 534-552.

ROWNLOADS, M. (2004). What do children think happens to the food they eat?. *Journal of Biological Education*, 38, 167-171.

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria.* Barcelona: Síntesis.

SHAYER, M. y ADEY, P. (1984). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea.

TEIXEIRA, F. M. (2000). What happens to the foot we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22, 507-520.

TOBIN, K. y ESPINET, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(2), 105-120.

CONTENIDOS DE CIENCIAS EN LA FORMACIÓN DE MAESTROS

Jesús Pérez Ceballos y Corina Varela Calvo

GICEC, Dpto. Didácticas Específicas. Universidad de La Laguna

PALABRAS CLAVE: Contenidos de ciencias, Formación de maestros, Diseño curricular, Desarrollo de competencias, Espacio Europeo de Educación Superior.

RESUMEN: Esta comunicación presenta un diseño de contenidos de ciencias, con su correspondiente metodología, que forma parte de una propuesta de desarrollo curricular para la formación de profesores de Educación Primaria en Ciencias, según las orientaciones del Espacio Europeo de Educación Superior. La propuesta asume la práctica totalidad de las competencias que aparecen en la Orden ECI/3857/2007. Se atiende especialmente a los conocimientos mínimos que deberá tener un europeo medio. El diseño utiliza estos conocimientos de ciencias para desarrollar dichas competencias.

ABSTRACT: This communication presents a design and an educational methodology that it is part of a proposal of curricular development for the formation of teachers of Primary Education in Sciences, according to the orientations of the European Space of the Superior Education. It is assisted especially to the consideration of the type of minimum knowledge that will have the average Europeans to those that our pupil will form in its professional life. The proposal assumes the practical entirety of those that appear in the Technical Record, elaborated by the Council of University Coordination.

PALABRAS CLAVE: Science contents, Teacher training, Educational design, Development of competences, European Space of Superior Education.

MARCO TEÓRICO

Los contenidos son considerados como una dimensión relevante en la enseñanza de las ciencias (Busch, 2005). El planteamiento de este diseño de contenidos se enmarca en las ideas expuestas por Izquierdo Aymerich (2005) sobre los contenidos escolares, así como en algunos factores que influyen en el qué enseñar, relacionados en su mayoría con la formación de profesores (Weld y Funk, 2005, Wheeler, 2007) y con los proyectos de enseñanza de las ciencias (Cavanagh, 2006).

La convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) obliga a incorporar en los diseños curriculares diversos aspectos, que afectan al sistema de enseñanza–aprendizaje y en particular a los contenidos; la normativa legal sustenta principios y enfoques psicopedagógicos (diseño curricular por competencias, crédito europeo,

etc.) que también forman parte de los fundamentos teóricos de este trabajo y que quedan recogidos en los Reales Decretos 1125/2003, 55/2005 y 1393/2007, la Orden ECI/3857/2007 y las Directrices de la Universidad de La Laguna (2008).

En los últimos años, las universidades españolas vienen realizando proyectos de acomodación al crédito europeo. Entre otros, Ceballos y Varela (2006) proponen un diseño curricular para la formación de maestros de Educación Primaria en Ciencias adaptado a las exigencias del EEES. Este diseño se implementa en el curso 2007-2008 formando parte de un Proyecto piloto de experimentación del crédito europeo de la Universidad de La Laguna (Ceballos y Afonso, 2007), que coordina las asignaturas de Matemáticas y de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica, correspondientes al curso 1º de la titulación de Maestro en la especialidad de Educación Primaria. Integrado en el diseño curricular de esta última asignatura, como parte esencial, se encuentra el de contenidos de ciencias que se presenta a continuación.

DISEÑO CURRICULAR DE CONTENIDOS: DESCRIPCIÓN GENERAL

Este diseño pretende contribuir al logro de los siguientes objetivos generales: aprender aspectos básicos de la Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria; mejorar el conocimiento de contenidos de ciencias adecuados a esta etapa educativa; valorar la contribución de las ciencias y la tecnología a la educación; desarrollar una actitud analítica, reflexiva, crítica y participativa.

Así mismo, trata de conseguir las siguientes competencias: diseñar currículos de ciencias para la Educación Primaria; incrementar la cultura básica de ciencias; trascender del conocimiento de las ciencias a los acontecimientos personales y sociales; desarrollar hábitos para la mejora personal y social; utilizar de forma adecuada la información, la tecnología y el lenguaje; adquirir capacidad para seleccionar, preparar y utilizar contenidos de ciencias, así como para promover el aprendizaje autónomo y cooperativo.

Se atiende esencialmente a los aspectos de selección y desarrollo de contenidos; como resultado de su discusión se proporcionan criterios de análisis crítico para ellos.

Respecto a los contenidos de ciencias a tratar en el curso, el profesor y el alumnado discuten los que como mínimo debería saber el ciudadano medio europeo, atendiendo a los conocimientos que realmente le vayan a ser útiles en su vida, que le ayuden a tomar decisiones en los ámbitos personal y social, y que desde el punto de vista científico y tecnológico le permitan valorar recursos, interpretar hechos y fenómenos cotidianos, así

como alcanzar un mínimo de conocimientos que le faciliten la comprensión del mundo en que vive.

Con relación al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), se proponen actividades que incluyen la iniciación a cuatro aplicaciones informáticas: procesador de textos, elaboración de diapositivas, acceso y herramientas de Internet, servicio de biblioteca. Se establece una vía de comunicación informatizada mediante el uso de la *Carpeta de la asignatura* (CND) disponible para los alumnos del curso en el Disco duro virtual (DDV, 2008) de la universidad; los diferentes archivos recogen todos los trabajos de los alumnos y equipos; el archivo *Evaluación de alumnos* presenta en un libro de Excel las puntuaciones acumulativas obtenidas por cada uno de ellos a lo largo del curso. Con dichas actividades se pretende contribuir a la adquisición práctica de estas técnicas de comunicación social (Rodríguez Illera, 2004).

Se aplica una metodología que propicia vivencias para el aprendizaje, desarrollando competencias para buscar, valorar críticamente, seleccionar y organizar información sobre temas concretos, que se intercambian y utilizan en actividades posteriores, permitiendo un aprendizaje progresivo y estructurado resultado de la interacción. El alumno es el protagonista de la acción en el aula, que se manifiesta en la comunicación de sus trabajos, valoraciones y discusiones; constituye el núcleo central, ya que es el que adquiere y desarrolla conocimientos, destrezas y habilidades.

Entre los principios metodológicos que inspiran el diseño destacan: enseñanza de las ciencias como medio para la educación personal; contenidos como algo inacabado y no exento de errores; actitud crítica como vía de mejora; hacer todo para todos.

De acuerdo a las disposiciones vigentes, se estima que a la Didáctica de las Ciencias Experimentales podrán dedicarse unos 14 créditos, esto es, unas 350 horas, considerando a 25 horas cada crédito. En este diseño curricular se dedican 110 h a contenidos de ciencias, e igual número para recursos y para diseños didácticos, quedando 20 h para otros aspectos (organización, evaluación, etc.). En las 110 h quedan incluidas todas las actividades que realiza el alumno, ya sean en el aula o en cualquier otro ambiente. Puesto que la distribución y control del tiempo, en aula y fuera del aula, es un factor esencial en los diseños del EEES, necesariamente ha de consignarse en ellos.

IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO

El desarrollo curricular en el que se enmarca este trabajo, que integra las anteriores consideraciones, ha venido desarrollándose en los cinco últimos cursos en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica,

correspondiente a la titulación de Maestro de Educación Primaria, en la Universidad de La Laguna.

Hasta ahora, en el primer curso de dicha titulación, el tiempo que puede dedicar el alumnado a la citada asignatura es de 90 h en el aula (de un total de 655 h) y 119 de trabajo externo, respecto al conjunto de su actividad académica (1520 h, estimando 40 h/ semana). Las actividades correspondientes al Diseño curricular de contenidos ocupan el 45 % de las horas en aula y casi el 43 % de las de fuera del aula.

Se proporciona una Guía del alumno (Ceballos y Varela, 2007), que ofrece para cada actividad una explicación breve del por qué de la tarea, qué aporta a su formación, qué tiempo requiere, qué hacer (instrucciones, normas de presentación, etc.), un ejemplo y cómo puntúa. También se dispone de una Guía para el profesor, con los documentos necesarios para la organización, gestión y evaluación.

Tabla 1

ACTIVIDADES		M	D	C	TIC	AC	A	I	E	Prof
Informes	Índice detallado de contenidos	X	X	X	X	X	4.5	3.5	6	8
	Desarrollo de contenidos	X	X	X	X	X	8.5	4	4	25
Prueba escrita				X			2.5	30		14

Fines principales.- M: Magisterio; D: Didáctica; C: Ciencias; TIC: Técnicas de Información y Comunicación; AC: Actitud crítica.
Horas dedicadas.- A: Aula; I: Individual; E: Equipo; Prof: Profesor.

La Tabla 1 presenta los aspectos relativos a contenidos, sus fines didácticos y el tiempo requerido, especificándose las horas en aula y fuera de aula.

Las horas empleadas por el profesor han sido estimadas considerando la presencia de 70 alumnos y la formación de 14 equipos. Adicionalmente a los datos tabulados, hay que contabilizar las 25 horas de exposiciones del profesor, que requieren unas 12 horas adicionales del alumno fuera del aula.

1. SECUENCIA DE ACTIVIDADES

1.- Primeramente, el profesor expone los contenidos de ciencias impartidos en las aulas de Primaria, preferentemente los actuales de uno o varios países. Los contenidos curriculares se presentan de forma crítica, indicando alternativas y suscitando en los equipos la reflexión sobre los temas de ciencias, teniendo siempre en consideración los necesarios para que un europeo medio posea una cultura básica en ciencias. En definitiva, se pretende responder a la cuestión ¿Son éstos los contenidos que deberían ofrecerse?

Así mismo, utilizando diversos recursos didácticos, se presentan contenidos puntuales relevantes en las ciencias o para la ciudadanía. También se suscitan ideas que faciliten la actividad de diseño curricular de contenidos de ciencias para la Educación Primaria, que los alumnos van realizando paralelamente, y que se expone a continuación.

Se invierte en ello unas 25 horas en aula y unas 12 fuera de aula. Se evalúa como parte de la Participación en el aula, que aporta en total el 30 % a la puntuación del curso.

2.- Cada equipo elabora un índice detallado de los contenidos de un tema, asignado por el profesor, para ser impartido a lo largo de toda la Educación Primaria, atendiendo a que sean importantes para la educación ciudadana y que el tiempo sea proporcional al que corresponda en el currículo; hay que justificar la selección de contenidos, en particular de los innovadores; no se indica la secuencia de ellos, ni ninguna otra cuestión metodológica; incluye una pequeña bibliografía.

Se presentan y discuten críticamente en el aula. Se trata de desarrollar la competencia de propuesta de contenidos pormenorizados, que ejercerá profesionalmente, respondiendo a ¿Qué debe aprenderse de ciencias?

Por lo tanto, dicho índice es el resultado de la primera actividad, de la búsqueda de información en diversos medios (libros de texto, enciclopedias, revistas de divulgación científica, Internet, etc.), y de la discusión grupal de la información individual aportada; por ello, se concreta de diferente forma en cada curso, así por ejemplo, un fragmento del tema Materiales sería: “Materiales artificiales: papel, plástico, vidrio, hormigón, pintura, fibras sintéticas”, aunque para cada uno sería conveniente seguir indicando lo que quiere decirse de él, así: “materias primas, sistema de producción, utilización, relevancia económica”, hasta conseguir un grado de detalle que el proponente considere suficiente.

La atención se centra más en lograr una buena competencia en el proceso de selección de contenidos que en elaborar un índice aceptable.

Se invierte en ello unas 4.5 horas en aula y unas 9.5 fuera de aula. Supone un 3.75 % de la puntuación total de la asignatura.

3.- Cada equipo presenta y desarrolla las cuestiones de mayor relevancia del tema asignado, seleccionadas del índice anterior, de manera que cada miembro del equipo elabore dos. Se responde a ¿Qué debe conocerse de este contenido?

Se ha de facilitar tanta información como sea necesaria para abarcarlo satisfactoriamente, procurando que sea precisa y concisa. Se titula de forma explícita e inequívoca, así por ejemplo: “El ciclo de las rocas”, “¿Qué es la sangre?: funciones y composición”, “La tecnología en el trabajo doméstico”.

La información utilizada para elaborar el índice de contenidos se usa también para desarrollar las cuestiones; implica labores de recopilación, selección y copia o redacción; se obtiene un texto análogo al que aparece en los libros escolares. En el aula se realiza una valoración crítica, que puede llevar a una rectificación del desarrollo presentado. Todas las cuestiones se reúnen en un informe escrito.

Se dedican 8.5 horas en aula y 8 fuera de aula. Su valoración representa el 3.75 % de la puntuación total de la asignatura.

4.- El informe anterior, que agrupa más de un centenar de cuestiones, integra el contenido de ciencias a aprender por todos, el cual es objeto de una prueba escrita, en la que cada alumno responde por escrito a cuatro cuestiones escogidas por el profesor, durante un máximo de 1 h 30 min.

Las respuestas se valoran atendiendo a la reproducción, en número y correcta expresión, de las ideas contenidas en los textos elaborados por los equipos, o de otras ideas de análoga importancia así mismo relacionadas con la cuestión formulada; también se tiene en cuenta el cumplimiento de las normas dadas para la realización de la prueba.

Se invierten 2.5 horas en aula y 30 fuera del aula. Contribuye con un máximo del 25 % a la puntuación total del curso.

2. Seguimiento y evaluación de actividades

El alumno va conociendo las puntuaciones a lo largo del curso, una vez concluida cada actividad y de acuerdo a los criterios expuestos. Para ello se utiliza un libro en Excel que consta de varias hojas, en la primera de las cuales se reseñan los dos informes y la prueba escrita, entre otras puntuaciones.

En la primera actividad, el alumnado tiene dificultad para contribuir a la crítica de contenidos, tanto para su selección como para su tratamiento, poniéndose en evidencia su deficiente preparación en ciencias.

En la segunda, les resulta difícil proponer contenidos innovadores; en general tienden a reproducir el de los textos escolares.

En el desarrollo de las cuestiones, pese a ser recopilación de otros documentos, se ven sorprendidos por las frecuentes imprecisiones, errores y defectos en la redacción; ello les conduce a presentar un texto mejorado o incluso a sustituirlo, dada la responsabilidad ante los demás, pues tendrán que aprendérselos para realizar la siguiente actividad.

La prueba escrita los somete a la memorización y aprendizaje de todos los contenidos que han considerado como los más relevantes para la Educación Primaria. No suelen tener demasiado éxito, pese a implicar conocimientos elementales y ser una actividad habitual para ellos.

CONCLUSIONES

Como instrumentos de evaluación de la propuesta de diseño de contenidos se utilizan los diarios de los alumnos, entrevistas informales con algunos de ellos, cuestionarios tras cada actividad y otro a final del curso.

El éxito de este planteamiento precisa que el alumnado asimile que le orienta hacia su práctica profesional y que comprenda los objetivos de cada actividad; el esfuerzo que realice en cada una y la reflexión sobre los fundamentos de la propuesta mejoran su formación.

El alumnado destaca entre las características más positivas: el entrenamiento en la selección, la elaboración y el aprendizaje de contenidos curriculares; la permanente participación del alumnado en situaciones y actividades muy diversas; la variedad de recursos didácticos aportados para ello.

Entre los mayores inconvenientes están: la dificultad para adaptarse a este innovador planteamiento y para desarrollar la capacidad de crítica; el desconcierto producido por el hecho de no tener que tomar apuntes para reproducirlos en un examen.

Consecuentemente, el diseño de formación implementado se muestra satisfactorio para el alumnado, en el camino de la convergencia al espacio educativo europeo.

BIBLIOGRAFÍA

BUSCH, H. (2005). Is Science Education Relevant? *Europhysics news*, 36 (5), 162-167.

CAVANAGH, S. (2006). NSF Educator-Training Effort Seen as Helpful. *Education Week*, 25 (26), 5-13.

CEBALLOS, J.P. y AFONSO, M.C. (2007). Proyecto piloto de experimentación del crédito europeo. Magisterio, especialidad de

Educación Primaria. Universidad de La Laguna. En “Espacio Europeo” de <http://www.ull.es>, (consulta: abril 2008).

CEBALLOS, J.P. y VARELA, C. (2006). Una propuesta de Formación del Profesorado de Educación Primaria en Ciencias en el marco educativo europeo. En Cortés, A.L. y Sánchez, M.D. (eds.). *Educación científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad. XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (CD-ROM). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

CEBALLOS, J.P. y VARELA, C. (2007). *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica – Guía del alumno*. La Laguna (Tenerife): Campus.

DDV (2008). Disco duro virtual de la Universidad de La Laguna, CCTI, Oficina de Software Libre. En < http://ddv.ccti.ull.es>, (consulta: mayo 2008).

IZQUIERDO AYMERICH, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*, 23 (1), 111-122.

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. *B.O.E.* 312 de 29/12/2007, 22449.

REAL DECRETO 1125/2003 de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. *B.O.E.* 224 de 18/09/2003, 17643.

REAL DECRETO 55/2005 de 21 de enero, por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado. *B.O.E.* 21 de 25/01/2005, 1255.

REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. *B.O.E.* 260 de 30/10/2007, 18770.

RODRÍGUEZ ILLERA, J.L. (2004). Las alfabetizaciones digitales. *Bordón*, 56 (3 y 4), 431-441.

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA (2008). Directrices generales para el diseño de títulos de Grado de la Universidad de La Laguna. En “Destacados”, nº 45 de <http://www.ull.es>, (consulta: abril 2008).

WELD, J. y FUNK, L. (2005). "I'm Not the Science Type": Effect of an Inquiry Biology Content Course on Preservice Elementary Teachers' Intentions about Teaching Science. *Journal of Science Teacher Education*, 16 (3), 189-204.

OBSTÁCULOS Y DIFICULTADES DE LOS MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL EN EL DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS DE ENFOQUE INVESTIGADOR: EL INVENTARIO GENERAL DE OBSTÁCULOS[1]

Pedro Cañal. Universidad de Sevilla. Mail: pcanal@us.es

Ana M. Criado. Universidad de Sevilla. Mail: acriado@us.es

Nelly J. Ruiz. Estudiante de Doctorado en la Universidad de Sevilla; Profesora T.C., Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Bogotá D.C., Colombia. Mail: njruizp@udistrital.edu.co, nellyjann@yahoo.com

Carolina Herzel. Estudiante de Doctorado en la Universidad de Sevilla. Mail: carolinaherzel@gmail.com

PALABRAS CLAVE: Unidad Didáctica, Investigación escolar, Enseñanza, Obstáculos en el Desarrollo Profesional, Formación inicial del Profesorado

RESUMEN: La planificación de la enseñanza constituye un momento de máxima relevancia entre las tareas profesionales del docente. Realizando el análisis de estos procesos y sus resultados con cierto detenimiento, se pueden poner de manifiesto muchas de las opciones didácticas del profesor y aquellos aspectos que actúan como obstáculos cuando reflexiona sobre los objetivos, contenidos, actividades y demás elementos curriculares que debe incluir en el diseño de una determinada unidad didáctica. Los estudios sobre los procesos de planificación de unidades didácticas por los profesores constituyen una línea investigación didáctica muy interesante, por ser próxima a la práctica profesional y proporciona contextos adecuados para el estudio de las barreras en el desarrollo profesional docente, que centra nuestra investigación.

PRESENTACIÓN Y DESARROLLO

Las actividades de diseño de unidades didácticas de enfoque investigador constituyen uno de los momentos más relevantes en el proceso de formación de los futuros maestros en las perspectivas actuales sobre la investigación escolar, como estrategia de enseñanza para la alfabetización científica en la educación primaria. Estas actividades de diseño promueven la expresión del modelo didáctico del estudiante y sus rutinas didácticas más espontáneas, por lo que proporcionan un contexto muy adecuado para la exploración de las barreras que impiden o dificultan la progresión didáctica de los estudiantes hacia estas perspectivas actuales (Cañal, 2007a).

[1] Este artículo se inscribe en la línea de trabajo del proyecto de investigación SEJ2004-04962/EDUC aprobado en el Plan Nacional de I+D+i (convocatoria 2004-07) con el título: "Un estudio sobre los obstáculos y dificultades didácticas del profesorado de primaria en el diseño y puesta en práctica de procesos de investigación escolar: elaboración y experimentación de una propuesta para la formación del profesorado", que desarrolla el grupo de investigación GAIA, de las universidades de Sevilla y Huelva.

En nuestro estudio se considera, de acuerdo con la distinción introducida por Cañal (2007a), que entre las barreras que han de afrontar y superar los estudiantes y maestros en activo en su progresión hacia estrategias de enseñanza y desarrollo profesional de enfoque investigador pueden distinguirse dos tipos: obstáculos y dificultades. Con el término obstáculos hacemos referencia a factores de tipo conceptual, procedimental o actitudinal que forman parte del conocimiento profesional docente y cuya presencia implícita o explícita en el pensamiento o/y la praxis del profesor puede constituir una rémora que interfiere en su progresión hacia los esquemas de comprensión y actuación característicos de la perspectiva investigadora actual. Reservaremos el término dificultades para hacer referencia a factores del entorno escolar y profesional del docente que pueden actuar también como barreras en el desarrollo profesional (curriculum, profesorado, organización escolar, materiales, etc.). En esta comunicación nos centraremos exclusivamente en la presentación del Inventario General de Obstáculos que hemos diseñado como instrumento básico para la exploración de la incidencia real de tales barreras en una amplia muestra de estudiantes de Maestro de la Universidad de Sevilla.

Las propuestas de enseñanza orientadas hacia la investigación escolar plantean al futuro docente y al profesor en activo retos cognitivos, metodológicos y de actitud de mucha importancia, pues se refieren a concepciones didácticas y profesionales que globalmente están muy alejadas de las que son compartidas por la mayor parte del profesorado y afectan tanto a los procesos de planificación de la enseñanza como al desenvolvimiento del docente en el aula, es decir, a las tareas que ha de desarrollar en la misma. Los cambios requeridos son muchos y difíciles de realizar con éxito y el proceso será sin duda lento y dificultoso, ante la magnitud de las barreras a superar.

En la línea de investigación, más amplia, que estamos desarrollando, nos resultaba necesario contar con un instrumento de análisis y codificación que facilitara la detección y catalogación de los principales obstáculos (conceptuales, metodológicos y de actitud) que pueden encontrar los maestros y maestras en formación inicial cuando afrontan su proceso de formación en enfoques didácticos orientados hacia la investigación escolar actual, en el paradigma socioconstructivista.

EL INVENTARIO GENERAL DE OBSTÁCULOS.

Partiendo de los presupuestos y conclusiones del análisis previo realizado por Cañal (2007b) sobre estos posibles obstáculos en los estudiantes de Maestro en relación con su introducción a la investigación escolar, hemos situado tales barreras en relación con unos ejes generales de progresión didáctica del estudiante, desde las concepciones y prácticas docentes menos desarrolladas, inspiradas en las vivencias personales como

alumnos y en la pedagogía transmisiva de “sentido común”, hasta las que caracterizan al profesor que se desenvuelve con soltura y efectividad en el diseño y puesta en práctica de procesos de investigación escolar coherentes con el conocimiento didáctico actual. Para estudiar la naturaleza y posibles vías de superación de tales obstáculos, hemos definido unos ejes de progresión didáctica del conocimiento profesional de los Maestros, que hemos agrupado en las cuatro grandes dimensiones o componentes que se enumeran a continuación:

A. Dimensión epistemológica. Agrupa los ejes de progresión didáctica (E) relacionados con el saber del profesorado sobre el conocimiento científico, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar deseable (el que se quiere promover). Se refiere a: los objetivos de la ciencia y la “verdad” científica, los procedimientos del trabajo científico, el grado de identificación entre conocimiento científico y conocimiento escolar, el estatus y valor del conocimiento cotidiano en relación al científico y escolar, así como las relaciones entre unos y otros tipos de conocimientos.

E1. La naturaleza del conocimiento y la investigación científica.

E2. La relación existente entre el conocimiento científico, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar.

B. Dimensión psicológica. Ejes relativos a los conocimientos sobre la inteligencia y el aprendizaje: el desarrollo intelectual, la memoria, la significatividad, la estructuración del conocimiento, la motivación, el papel de la interacción social.

E3. La inteligencia.

E4. El aprendizaje: memoria, memorismo y aprendizaje significativo.

E5. Los conocimientos cotidianos.

E6. El aprendizaje escolar y la interacción social.

E7. La permanencia y el olvido de los aprendizajes.

E8. La curiosidad, los intereses personales y la exploración.

C. Dimensión didáctica. Ejes relacionados con el currículo, los fines del proceso de enseñanza, el diseño de la enseñanza, los métodos, los objetivos, los contenidos, las fuentes de información, las actividades, el clima de aula, etc.

E9. El currículo y el diseño de la enseñanza.

E10. La función social de la educación.

E11. Los objetivos.

E12. Los contenidos.

E13. Las actividades.

E14. Las fuentes de información.

E15. La evaluación y la calificación.

E16. Las estrategias de enseñanza.

E17. Las relaciones afectivas y de poder en el aula.

D. Dimensión profesional. Ejes relacionados con la naturaleza y origen de los problemas profesionales, la colaboración, la profesión en sí, el desarrollo profesional, el valor de la reflexión teórica y de la práctica docente.

E18. La profesión docente.

E19. La formación del docente y el desarrollo profesional.

Este listado de ejes de progresión didáctica ha permitido caracterizar tanto los obstáculos conceptuales, procedimentales o de actitud de naturaleza más general como los más expresamente relativos a concepciones, procedimientos y actitudes sobre la investigación escolar.

Partiendo, pues, del inventario de obstáculos propuesto anteriormente por Cañal y Criado (2007), hemos procedido a revisar y recopilar aportaciones realizadas por otros autores en el contexto de nuestro idioma, que hemos incorporado al mismo. Nuestro Inventario General de Obstáculos, que se expone seguidamente, se organiza coherentemente con los planteamientos antes expuestos, en las cuatro dimensiones enunciadas y en sus correspondientes ejes de progresión didáctica. Junto a la formulación de cada uno de los posibles obstáculos reseñados se indica la posible naturaleza actitudinal, conceptual o procedimental del mismo.

No.	OBSTÁCULO	TIPO DE OBSTÁCULO		
DIMENSIÓN EPISTEMOLÓGICA				
E1: La naturaleza del conocimiento y la investigación científica.		A	C	P
1	Creer que el objetivo de la ciencia es conocer la verdad sobre el mundo material, más que determinar la validez y utilidad de los conocimientos que elabora.		C	
2.	Concebir el conocimiento científico como un saber verdadero, acumulativo y, por ello, permanente, una vez establecida su veracidad.		C	
3	Creer que el conocimiento científico se logra mediante un proceso de descubrimiento empírico de aspectos concretos de una realidad preexistente.		C	
4	Considerar que existe un método científico estándar, común en toda investigación científica, que los investigadores aplican en forma algorítmica.		C	
5	Desconocer el papel central de los problemas/preguntas científicas en la puesta en marcha de toda investigación.		C	
6	Considerar que de la observación de unos hechos se induce siempre y de forma unívoca y necesaria una misma interpretación o hipótesis explicativa. Creer, por tanto, que ante un fenómeno observable los alumnos *"verán"* lo mismo que el profesor		C	
E2: Relación epistemológica entre el conocimiento científico, el conocimiento cotidiano y el conocimiento escolar.				
7	Minusvaloración del conocimiento cotidiano respecto al conocimiento escolar y al conocimiento científico.		C	
8	Concepción del conocimiento escolar como una versión simplificada del conocimiento científico.		C	
9	Considerar la investigación escolar como proceso simplificado de investigación científica realizado por los alumnos.			
10	Dificultad para comprender que tanto la investigación científica como la investigación escolar son procesos humanos básicos para la construcción de los conocimientos, que comparten algunas características cognitivas y se diferencian en otras de diversa naturaleza.		C	
11	No comprender la importancia didáctica de la curiosidad y la actividad exploratoria sobre los fenómenos naturales y sociales como motor de la enseñanza y el aprendizaje escolar.		C	
DIMENSIÓN PSICOLÓGICA				
E3: La Inteligencia.				
12	Considerar que el nivel de inteligencia de un alumno es un rasgo personal que depende básicamente de la herencia y que resulta, por ello, poco o nada modificable por la educación.		C	
13	Concebir la inteligencia en forma cotidiana, clasificando a los alumnos como listos o torpes en función de la apreciación que se hace sobre su capacidad para realizar con habilidad, rapidez y corrección las tareas escolares típicas.		C	P
E4: El aprendizaje escolar: memoria, memorismo y aprendizaje significativo.				
14	Concebir el aprendizaje escolar como proceso de memorización más o menos literal de contenidos elaborados que proporcionan los libros de texto y el profesor.		C	
15	No comprender la utilidad y necesidad de trabajar permanentemente en clase con los conocimientos y experiencias de los alumnos para lograr aprendizajes significativos.		C	
16	No saber promover en el aula las estrategias de enseñanza y las tareas adecuadas para la construcción de aprendizajes significativos (creer, por ejemplo, que si el profesor explica bien y el alumno atiende se producirá, sin más requisitos, un aprendizaje significativo).		C	P
17	Dificultad para comprender que todos los aprendizajes del alumno, memorísticos o significativos, se conservan en la memoria del sujeto. Pero difieren entre sí por la forma y grado en que el nuevo aprendizaje se relaciona con el conjunto de los conocimientos del alumno.		C	
18	No comprender que para lograr aprendizajes significativos es importante que el alumno tenga un interés personal relacionado con lo que aprende (Porlán, 1989; Porlán et al, 1997).		C	
19	No comprender que para que los alumnos aprendan de manera significativa es importante que se sientan capaces de aprender por sí mismos (Porlán, 1989; Porlán et al, 1997).		C	
E5: La función de los conocimientos cotidianos en la construcción del conocimiento escolar				
20	No contemplar en la enseñanza los conceptos previos ni las habilidades de razonamiento que manejan inicialmente los alumnos (Pro, A. et al. 2005).			P

21	No saber cómo tener en cuenta en la enseñanza los conocimientos cotidianos de los alumnos en la construcción de sus conocimientos escolares.			P
22	Considerar los conocimientos que desarrollan los alumnos en su interacción cotidiana con la realidad como conocimientos generalmente poco útiles o innecesarios para el aprendizaje de los conocimientos escolares.		C	
23	Considerar que los niños no tienen capacidad para elaborar espontáneamente en su vida cotidiana concepciones personales acerca del mundo natural y social en que viven. (Porlán, 1989)		C	
24	No saber detectar y utilizar didácticamente los conocimientos cotidianos de los alumnos en el diseño y desarrollo de las actividades y secuencias de enseñanza en un marco didáctico constructivista.			P
E6: El aprendizaje escolar y la interacción social.				
25	No valorar el trabajo en grupo como opción idónea para la atención a la diversidad (García-Fernández, F. et al, 2004, 107), (Pro, A. et al. 2005, 370).	A		
26	Contemplar el aprendizaje escolar como proceso básicamente individual y no comprender y/o desconsiderar en la enseñanza el papel crucial que juega la comunicación y negociación de concepciones y experiencias personales de los alumnos en la construcción de sus conocimientos significativos.		C	P
E7: La permanencia y el olvido de los aprendizajes.				
27	No tener en cuenta en la enseñanza que los aprendizajes escolares, sean memorísticos o significativos, acaban olvidándose generalmente si no se utilizan habitualmente.			P
28	Creer que todo lo que se aprende de memoria se acaba olvidando.		C	
E8. La curiosidad, los intereses personales y la exploración.				
29	Considerar la curiosidad como una característica personal que presentan algunos alumnos y otros no, sin que la enseñanza pueda o deba promover su desarrollo, y con una escasa relevancia didáctica.		C	
30	No promover o evitar que las actividades sobrepasen los muros de la escuela e incluyan la exploración de aspectos del entorno e intereses de los alumnos relativos a aspectos de la vida cotidiana.	A		P
31	Otorgar una insuficiente o nula importancia didáctica para el aprendizaje escolar a los intereses de los alumnos, que habrían de someterse generalmente a los intereses personales y curriculares del profesor.	A		
32	Considerar la actividad exploratoria/investigadora de los alumnos como un componente prescindible, poco o nada relevante en el aprendizaje escolar.	A	C	
DIMENSIÓN DIDÁCTICA				
E9: El currículo y el diseño de la enseñanza.				
33	Concepción del currículo como sucesión de temas a *"dar"* o abordar sucesivamente.		C	P
34	Inflexibilidad o rigidez en el diseño y desarrollo de la enseñanza, siguiendo planes o prescripciones al pié de la letra y eludiendo realizar cambios que podrían ser necesarios ante factores didácticos o contextuales no contemplados previamente.	A		P
35	Escaso conocimiento profesional del maestro sobre la temática a trabajar.		C	
36	Escaso conocimiento profesional sobre los aprendizajes que son prioritarios y posibles sobre un tópico curricular en una etapa educativa concreta.			P
37	Dificultad para concebir el diseño de unidades didácticas a título de hipótesis a contrastar en la práctica, como base para la mejora de la enseñanza.			P
38	Dificultad para comprender la posibilidad y utilidad didáctica de un desarrollo curricular organizado en torno a las preguntas e intereses de los alumnos, como alternativa a un desarrollo temático derivado de la lógica disciplinar.		C	P
39	Rigidez procedimental en las tareas de diseño de unidades didácticas, ejecutadas en forma algorítmica y poco reflexiva.			P
40	Aceptar que la función del profesor respecto a los materiales de enseñanza es tan sólo la de elegir uno entre las diferentes propuestas de las editoriales y, en su caso, realizar algunos cambios o pequeñas matizaciones en los materiales escogidos.		C	P
E10: La función social de la educación.				
41	Considerar como finalidad educativa prioritaria la adaptación acrítica del alumnado a la realidad sociocultural existente en su entorno.	A	C	
42	No valorar la función socializadora del trabajo en grupo (aprendizaje de habilidades sociales, coordinación de puntos de vista diversos, capacidad de diálogo, etc.) para la vida social.	A	C	
43	No valorar la función del trabajo en grupo en el logro del equilibrio emocional del alumnado (necesidad de ser aceptado, establecimiento de relaciones amistosas, resolución de conflictos, etc.), en relación con su vida social.	A	C	
44	Contemplar los aprendizajes escolares exclusivamente desde una perspectiva académica, ignorando las demandas de funcionalidad extraescolar de los mismos para el desenvolvimiento del alumnado en diferentes ámbitos de la sociedad en que vive.		C	
45	Creer que existe y debe existir en la práctica una relación de dependencia	A	C	

	inmutable del alumno respecto al profesor para la realización de las actividades educativas y para el logro de los aprendizajes escolares, sin que sea conveniente aumentar su autonomía, disminuyendo progresivamente ese grado de dependencia.			
E11: Los objetivos.				
46	Dificultades para diferenciar las grandes finalidades que guían el diseño de una unidad didáctica de los objetivos específicos de cada una de las distintas actividades (Travé, 2003).		C	P
47	No tener en cuenta una hipótesis de progresión en la construcción de los conocimientos escolares prioritarios al formular los objetivos de aprendizaje.		C	P
48	Contemplar los objetivos como metas obligadas, exigibles, a todos los alumnos de una clase.		C	
49	Considerar que los objetivos de aprendizaje pueden formularse en términos generales y poco precisos, ya que son los contenidos los que especifican con claridad qué debe enseñarse y qué debe aprender el alumno.		C	P
50	Plantear objetivos que no tienen en cuenta las necesidades y posibilidades reales del alumnado de una clase concreta.		C	P
E12: Los contenidos:				
51	Concebir los contenidos como objetivos específicos de aprendizaje (y no como materia prima para la construcción de los aprendizajes especificados como objetivos).		C	
52	Considerar que los contenidos de enseñanza son tan sólo las informaciones elaboradas que proporcionan los libros o el profesor al alumnado, sin contemplar otros contenidos como los conocimientos iniciales de los alumnos o las informaciones no elaboradas procedentes de experiencias prácticas o de otras fuentes.		C	P
53	Poseer un conocimiento profesional insuficiente y fraccionado (escasamente integrado) de los conocimientos científicos y didácticos relativos a las unidades didácticas abordadas en clase.		C	P
54	La selección de contenidos no resulta coherente con los objetivos formulados.		C	P
55	Dificultad para concebir los contenidos de tipo procedimental y actitudinal como conocimientos concretos a enseñar, al mismo nivel de importancia que los conceptuales (Pro, A., 1995).	A	C	
56	Dificultades para distinguir entre contenidos de orden conceptual, procedimental y actitudinal.		C	
57	Creer que los libros de texto actuales incluyen todos los contenidos necesarios para la construcción de los aprendizajes prioritarios contemplados en una unidad didáctica.	A	C	
58	Considerar que el conocimiento profesional del contenido se limita a saber lo necesario para realizar "*la explicación de cada tema del libro*" y responder sin dificultad a las preguntas que suele realizar el alumnado.		C	P
E13: Las actividades				
59	Concebir las actividades de enseñanza en sentido restrictivo, como tareas que protagonizan los alumnos (realización de ejercicios, problemas, experiencias prácticas, etc.) y que complementan la dinámica expositiva "*normal*" que realiza el profesor.		C	P
60	Falta de experiencia personal y de conocimiento profesional para la puesta en práctica de actividades que son características de estrategias de enseñanza actuales, de orientación no transmisiva (como las actividades de selección de problemas a investigar, de fijación de metas cognitivas, de planificación de búsquedas, de obtención y registro de información, de negociación y construcción de significados, de revisión metacognitiva del proceso, de comunicación de resultados, etc.).		C	P
61	Desconocer o desconsiderar el valor crucial de las experiencias prácticas como actividades imprescindibles para la construcción de conocimientos significativos por alumnos con pensamiento predominantemente concreto que trabajan en áreas poco o nada conocidas para ellos.		C	P
62	Problemas para seleccionar los instrumentos y actividades que permiten determinar con efectividad las concepciones, experiencias personales y dificultades de los alumnos en relación con un objeto de estudio.		C	P
63	Dificultad para establecer las relaciones y diferencias existentes entre las concepciones, las experiencias personales y las dificultades de los alumnos en torno a un objeto de estudio.		C	
64	Dificultad para diseñar actividades cuando no se tienen claros los contenidos relativos al objeto de estudio.			P
65	No saber engarzar las actividades en una secuencia coherente con los requerimientos actuales para la construcción de los conocimientos escolares y promover itinerarios de actividades de enseñanza compuestos por una mezcolanza de tareas tradicionales y rutinarias (Travé, 2003).			P
66	No disponer de un fundamento conceptual sobre los distintos tipos de actividades		C	

	didácticas (Cañal et al, 1993) que se pueden trabajar al abordar un determinado objeto de estudio.			
67	No saber diseñar o seleccionar las actividades didácticas con niveles de dificultad adecuados "*para que todos aprendan*" (Pro et al. 2005).		C	P
68	Escasa capacidad profesional para diseñar o seleccionar tareas, materiales y recursos adecuados para el desarrollo de cada tipo de actividad.		C	P
69	No saber diseñar las actividades de manera que se puedan reorientar, según los resultados que se vayan presentando en la práctica			P
E14: Las fuentes de información:				
70	Consideración y/ o uso del libro texto como única o principal fuente de información y como recurso didáctico central para el desarrollo de la enseñanza.			P
71	Creencia en que los libros de texto son fiables en cuanto a su contenido y orientación didáctica, basándose en el convencimiento de que han sido experimentados previamente y/o validados por la administración educativa.		C	P
72	Desconocer los procedimientos de búsqueda y registro de información en Internet desde una perspectiva investigadora.			P
73	No comprender la importancia de la realidad socionatural como fuente de información relevante en la enseñanza y aprendizaje escolar.		C	
74	No saber diseñar o implementar adecuadamente actividades en las que la fuente de información principal sea algún aspecto de la realidad socionatural.			P
E15: La evaluación y la calificación				
75	Concebir los procesos de evaluación como algo centrado más que nada en la determinación y calificación de los aprendizajes de los alumnos, identificando evaluación y calificación.		C	
76	No saber definir con claridad y coherencia el qué, cómo y cuándo evaluar (Sánchez y Valcárcel, 1993) en una unidad didáctica.		C	P
77	No saber cómo evaluar el nivel de aprendizaje significativo alcanzado por los estudiantes.		C	P
78	No saber diseñar/seleccionar ni emplear instrumentos de evaluación de los aprendizajes que sean fiables y que vayan más allá de los simples exámenes y controles habituales.			P
79	No saber seleccionar estrategias o instrumentos de evaluación que sean válidos para evaluar los diseños de unidades didácticas implementadas: objetivos, actividades, recursos, etc.		C	P
80	No contemplar la evaluación como mecanismo que permite mejorar la práctica profesional.		C	P
81	No saber diseñar/seleccionar ni emplear instrumentos de evaluación para conocer, regular y mejorar los procesos de enseñanza: las actividades, la labor del profesor, los recursos empleados y la intervención educativa.			P
E16: Las estrategias de enseñanza.				
82	Concebir las estrategias o métodos de enseñanza como las distintas formas posibles de enseñar unos mismos contenidos, considerando todas estas opciones como igualmente válidas, en principio, para obtener unos mismos resultados de aprendizaje.		C	P
83	Considerar que el profesor, si bien está obligado a desarrollar los objetivos/contenidos que la administración educativa establezca, tiene sin embargo completa libertad para escoger el "*método de enseñanza*" que prefiera, en función de sus gustos y características personales y de su experiencia profesional anterior e independientemente del conocimiento didáctico vigente.	A	C	P
84	Aceptación acrítica de las estrategias de enseñanza transmisivas.	A	C	P
85	Dificultad para aplicar coherentemente el enfoque constructivista a lo largo de todo el trabajo desarrollado en la UD, como elemento central de la estrategia de enseñanza.		C	P
86	Dificultad para entender la lógica y la práctica docente características de las estrategias de enseñanza basadas en la investigación escolar.		C	P
E17. Las relaciones afectivas y de poder en el aula				
87	Creer que el clima de aula más adecuado para la docencia (dado por el tipo de relaciones comunicativas, afectivas y de poder que el profesor establece en la clase) es, en todo caso, el que responde a los requerimientos de la estrategia de enseñanza transmisiva.	A	C	P
88	Dificultad afectiva para conectar con los intereses de los alumnos (Azcárate y Cuesta, 2005).	A		
89	Dificultad para entender y asumir la conveniencia y necesidad didáctica de establecer progresivamente unas relaciones de poder democráticas en el aula, de forma que los escolares asuman cierto nivel de autonomía y la capacidad de decisión que se demandan desde una perspectiva educativa actual.	A	C	P
DIMENSIÓN PROFESIONAL				
E18: La profesión docente.				
90	Tener actitudes individualistas ante las tareas profesionales: no contemplar la posibilidad de realizar un trabajo conjunto con otros compañeros de profesión	A		P

	para lograr un trabajo más productivo (Pro et al. 2005).			
91	Actitudes inmovilistas, opuestas a la innovación y el cambio de concepciones y prácticas docentes.	A		
92	Dificultad para detectar, formular adecuadamente y buscar soluciones bien fundamentados ante problemas didácticos presentes en la propia práctica profesional, adoptando una perspectiva investigadora.	A	C	P
93	Aún reconociendo las debilidades del conocimiento profesional propio, no hacer nada por solucionarlas (lecturas, cursos, buscar orientación, tutorías, etc.).	A		P
94	Falta de seguridad por parte del profesor para introducir cambios sustanciales en su práctica docente.	A		
95	Poseer bajos niveles de motivación profesional.	A		
96	No entender ni asumir que el diseño y desarrollo de unidades didácticas constituye una excelente estrategia para la autoformación y el desarrollo profesional (Pro et al. 2005) y no sólo un instrumento de enseñanza.	A	C	P
97	No comprender ni aceptar que los profesores y profesoras deben hacer compatibles las tareas de enseñanza con las de investigación de los procesos que se dan en su clase (Porlán, 1989; Porlán et al, 1997)	A	C	
E19: La formación del docente y el desarrollo profesional				
98	Rechazar globalmente el conocimiento teórico vigente obtenido por la investigación en ciencias de la educación como guía fiable y valiosa para interpretar y orientar la práctica docente personal (prejuicio antiteórico).	A	C	
99	Magnificación empirista del valor de la práctica para el desarrollo del saber profesional del profesor, excluyendo otras componentes o factores también necesarios.	A	C	P
100	Tendencia a eludir la responsabilidad del profesor ante los problemas del aula y el fracaso escolar, atribuyéndolos sistemáticamente a la administración educativa, las familias, los alumnos, etc., y sin afrontar la parte de responsabilidad que le pueda corresponder.	A		
101	Aceptación acrítica del rol de técnico ejecutor de prescripciones curriculares, rechazando u obviando la posibilidad de adoptar una perspectiva laboral más autónoma y orientada hacia un desarrollo profesional basado en la detección, formulación y tratamiento de problemas didácticos de su práctica docente, desde una perspectiva investigadora.	A	C	P
TOTAL		**28**	**74**	**55**

Como puede observarse, el mayor número de los obstáculos referenciados inicialmente corresponde a los conceptuales (74), seguidos de los procedimentales (55) y los de actitud (28). Pero es evidente, como segunda observación, que una alta proporción de los reseñados incluye tanto componentes conceptuales como procedimentales y de actitud. Pese a que se ha procurado señalar las componentes más importantes en cada uno de ellos, tan sólo un 50% de los posibles obstáculos presentan un marcado perfil conceptual, procedimental o de actitud, mientras la otra mitad incluye distintas combinaciones de éstos tres tipos. También queremos destacar, en primer lugar, que no todos estos posibles obstáculos tendrán unos mismos valores de frecuencia en las muestras exploradas, un aspecto que investigamos en la actualidad. Y también, que no todos tendrán tampoco la misma relevancia como barrera en el desarrollo profesional, pues ello dependerá de su naturaleza y situación jerárquica que tiene en el modelo didáctico personal de cada estudiante.

Consideramos que la formulación de éste Inventario General de Obstáculos supone un avance importante en el estudio de las barreras que encuentran los estudiantes de Maestro en su proceso de formación inicial y en su posterior desempeño en las aulas, así como en el diseño de

estrategias de formación adecuadas para promover la superación de los obstáculos más relevantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Azcarate, P. y Cuesta, J. (2005). El profesorado novel de Secundaria y su Práctica. Estudio de un caso en las Áreas de Ciencias, *Enseñanza de las Ciencias,* 23 (3), 393-402.

Cañal, P. (2007a). La investigación escolar, hoy. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 52, 9-19.

Cañal, P. (2007b). *Ejes de progresión didáctica y posibles obstáculos*. Manuscrito no publicado. Universidad de Sevilla.

Cañal, P.; López, J.; Venero, C. y Wamba, A. (1993). El lugar de las actividades en el diseño y desarrollo de la enseñanza: ¿cómo definirlas y clasificarlas? *Investigación en la Escuela,* 19, 7-13.

Cañal, P. y Criado, A. (2007). *Inventario General de Obstáculos*. Manuscrito no publicado. Universidad de Sevilla.

García-Fernández, F. y González, F. (2004). Diseño y aplicación de una Unidad Didáctica multimedia sobre meteorología. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 40, 107-112.

Porlán, R. (1989). *Teoría del Conocimiento, Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional.* Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

Porlán, R.; Rivero, A. y Martín, R. (1997). Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores I: Teoría, Métodos e Instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias,* 15 (2), 155-171.

Pro, A. (1995). Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 6, 77-87.

Pro, A; Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2005). Viabilidad de las Propuestas Didácticas planteadas en la Formación Inicial: Opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias,* 23 (3), 357-378.

Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de Unidades Didácticas en el Área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias,* 11 (1), 33-44.

Travé, G. (2003). ¿Qué sucede cuando los estudiantes de magisterio utilizan “Investigando las Actividades Económicas”?. *Investigación en la Escuela,* 51, 101-114.

PENSAR EN LA ESCUELA PRIMARIA PARA PENSAR EN LA FORMACIÓN DE SU PROFESORADO, DESDE LA DCE, EN EL MARCO DEL NUEVO GRADO

Autor/es: Rosa Mª Pujol Vilallonga (rosamaria.pujol@uab.es)

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, Formación profesorado, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Plan de estudios

RESUMEN: No es posible pensar en las características que debe tener la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria (EP) sin considerar tres facetas fundamentales en el ejercicio de la profesión de maestro: el aula, la escuela y la sociedad. Partiendo de esta premisa, y pensando en las oportunidades que ofrece el nuevo Grado de Magisterio de Educación Primaria, en esta comunicación se exponen algunas sugerencias para avanzar en el desarrollo de la DCE en la formación inicial del profesorado de EP.

ABSTRACT: It is not possible to think about the framework of Didactic of Experimental Sciences, in the Initial Primary Teacher Education (PTE) programme, without considering three fundamental aspects in the practise of the teacher profession: the class, the school and the society. Starting off by this premise, as well as considering the opportunities of the new teacher education undergraduate, in this communication some considerations and suggestions about Didactic of Experimental Science and teacher education are exposed.

0. INTRODUCCIÓN

Con la inminente implantación del Plan Bolonia (1999) en todas las universidades europeas se está planteando el diseño del nuevo plan de estudios del Grado de Magisterio de Educación Primaria. Tras el viejo deseo de aumentar en un año la formación inicial del profesorado de esta etapa educativa, en nuestro país, se ha abierto un periodo acelerado para concretar el conjunto de reflexiones que se han venido haciendo en relación a dicha formación. La DCE no puede estar ajena a dicho proceso y debe plantearse, más allá de la formación específica, como se concreta su contribución en la formación inicial global del profesorado. Significa que la DCE debe concretar su intervención en todos los ámbitos que son responsabilidad del futuro profesorado de EP. Por ello a continuación, partiendo de los tres ámbitos sobre los que debe actuar un maestro de EP

(el aula, la escuela y la sociedad) se justifican y ofrecen algunas concreciones de intervención que deberían ser consideradas desde la DCE.

1. El maestro en el aula

El abanico de aspectos que un maestro de EP debe abordar en el aula cuando enseña ciencias es casi infinito. Pese a ello hay dos cosas que pueden considerarse fundamentales y que debe afrontar: **saber enseñar ciencias** en el sentido amplio del concepto y **saber gestionar el grupo de escolares** para que dicho aprendizaje sea posible. Dos aspectos que deben contemplarse de forma complementaria desde la DCE.

Saber enseñar ciencias conlleva saber ciencias y obviamente cuanto mayor sea dicho conocimiento mejor. El contenido de la Orden Ministerial de que regula el nuevo Grado de EP (ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, BOE núm. 312 de 29 de diciembre del 2007), establece, entre otras competencias, que deben comprenderse los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología); que debe conocerse el currículo escolar de estas ciencias y, así mismo, que deben desarrollarse y evaluar contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados.

El conocimiento científico del futuro profesorado de EP suele distar mucho de los mínimos que serían deseables y constituye una dificultad para abordar la DCE. Paralelamente, la realidad de las aulas de EP muestra las dificultades que el profesorado tiene para manejar dichos conocimientos en la necesaria transposición didáctica. Por otro lado, en el nuevo Grado de EP, pese al aumento global de créditos, no parece probable un aumento sustancial de los dedicados a las ciencias, más allá de la posibilidad que ofrece el prácticum. El conjunto hace necesario pensar en la manera de rentabilizar las horas de formación específica en dicha área.

Lo anterior lleva a pensar en la apuesta por un planteamiento que huya de la diferenciación entre conocimiento erudito científico y conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1987; De Jong & Korthagen y Wubbles, 1998) o ciencia escolar para otros autores (Izquierdo y otros, 1999).

Desde la DCE, optar por una ciencia escolar significa la responsabilidad de decidir que modelos de la ciencia son los que hay que considerar en la EP; a nuestro parecer tan solo cuatro: el modelo de ser vivo, el modelo de energía, el modelo de materia/cambio químico y el modelo tierra-universo. Conlleva también dejar de pensar en temas para tomar como objeto de estudio fenómenos cercanos y concretos, que posibiliten hablar sobre un mismo hecho, contrastar las múltiples formas de interpretarlo, hacerse preguntas significativas, buscar nuevos datos para darles respuesta, etc.; es algo que conlleva organizar el desarrollo de las clases de DCE en base a la creación de contextos comunes a partir de los que

implicarse para compartir vivencias, observaciones, experiencias, lecturas, etc., para obtener datos con los que construir conocimientos, en base el intercambio y contraste de ideas y preguntas. Así mismo, optar por una ciencia escolar conlleva centrar la atención en los procesos y no tan solo en los elementos; lo que importa no es tanto que el futuro profesorado aborde "lo que hay", sino "lo que sucede", es en la comprensión de los procesos donde es posible preguntarse las causas y las consecuencias asociadas a los fenómenos y determinar nuevas acciones para la construcción de interpretaciones cada vez más complejas de los mismos.

Saber gestionar el grupo de escolares, para que el aprendizaje de las ciencias sea posible, constituye un segundo aspecto fundamental que el futuro profesorado de EP debe aprender para enfrentarse al desarrollo de su profesión. Un aspecto que tampoco puede obviarse desde la DCE.

Es sabido que el profesorado novel tiende a reproducir en el aula sus propias experiencias como alumno; experiencias que suelen responder a visiones tradicionales sobre cómo enseñar y aprender ciencias (Clark, 1986). Para este futuro profesorado de EP resulta fundamental vivenciar en las aulas universitarias modelos innovadores que le permitan ver y analizar formas distintas de plantear en el aula la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Se hace imprescindible que en las clases de DCE sea creíble aquello que se predica y ello tan solo es posible si lo que se predica está incorporado en la propia dinámica de dichas clases.

Es imprescindible que en las clases de DCE se diseñen construcciones colectivas en las que puedan armonizarse formas distintas de ver los fenómenos, consensuar diferencias para imaginar nuevas preguntas y crear nuevas explicaciones. Constituye un planteamiento que concibe el proceso educativo como una dinámica capaz de propiciar una comprensión modelizadora de los fenómenos, estimular la autonomía personal en base a una racionalidad, incitar el interés por el saber y la búsqueda de razones que justifiquen o refuten los propios modelos. Algo que se corresponde con una visión del proceso de enseñanza y aprendizaje entendido como un proceso dinámico de la actividad mental de los individuos que va reinterpretando y reelaborando formas iniciales de ver la realidad; un proceso participativo que propicia situaciones para cuestionar los modelos individuales, ampliar las variables que se ponen en juego, relaciones que se establecen entre elementos y desarrollar una continua restructuración. Un planteamiento que acepta la diversidad como fuente de contraste y de construcción transformadora en la que cada individuo puede tomar conciencia de su propia forma de pensar y actuar, y de la que surge la riqueza del contraste para crear nuevas acciones transformadoras (Pujol, R.M., 2003).

2. El maestro/a en la escuela

Un futuro maestro o maestra de EP debe ser un profesional capaz de **saber participar** en las dinámicas de los centros escolares en los que desarrolle su actividad, y capaz de **saber impulsar proyectos de innovación** que mejoren la calidad de dichos centros y, consecuentemente, los aprendizajes de sus escolares. Aspectos ambos que la DCE tampoco puede obviar.

Saber participar en las dinámicas del propio centro escolar es una apuesta que toma su sentido si se parte del convencimiento de que el futuro profesorado de EP también debe aprender a enseñar a actuar en el mundo. Es una responsabilidad de aprendizaje que compete a todas las disciplinas que intervienen en su formación inicial, incluida la DCE. Una opción que pasa por ofrecer al futuro profesorado herramientas que le posibiliten desarrollar una cultura del diálogo, de la negociación, de la responsabilidad e implicación crítica en el consenso de cada momento. Una opción que, a su vez, reclama cambios importantes en la implicación de la DCE con los centros escolares de EP.

Plantearse como potenciar desde la DCE el aprendizaje de la participación significa incorporar en las propias aulas universitarias elementos de comunicación, de gestión emocional y de grupo que permitan al futuro profesorado vivir situaciones transferibles de participación social crítica y constructiva. No se trata de dedicar un tiempo de las clases presenciales para abordar, por ejemplo, los principios del trabajo en grupo, o la necesidad de aprender a tomar decisiones para resolver un problema. Se trata de que ello sea una realidad en las propias clases de DCE y sea, consecuentemente, un modelo vivido a seguir por el futuro profesorado.

Para los futuros profesores es fundamental ver que la mejora de la educación científica en la etapa de EP se potencia cuando se desarrolla en un centro escolar en el que existe un proyecto construido colectivamente por sus integrantes. Ejercer dicha responsabilidad desde la DCE comporta romper el divorcio aún existente entre las aulas universitarias y las aulas escolares (Imbernón, F., 1998). No es posible mejorar la formación inicial del profesorado prolongando la existencia de dos mundos entre los que existe una falta de compromiso compartido. De igual modo, es imposible luchar por la mejora de la educación científica en la EP sin luchar por la mejora del centro en el que se desarrolla y ello, entre otras cosas, supone aprender a participar en dicho centro construyendo un proyecto común.

En el marco de la actual Orden ECI/3857/2007 que regula el Grado de Educación Primaria, al aumentar considerablemente las prácticas de la formación inicial, es posible pensar en unas prácticas de cuarto curso asociadas a una formación más específica, entre la cual está la opción de

profundizar en la DCE. Una opción que puede posibilitar a un grupo de futuros profesores optar por "saber" un poco más del área de ciencias y que, a su vez, abre las puertas a que el profesorado de DCE se involucre directamente en lo que sucede en los centros escolares mediante dichas prácticas. Este encuentro entre el mundo universitario y el escolar, mediante las prácticas de cuarto curso, puede posibilitar a los futuros maestros de EP ver coincidencias, analizar la mejora de la calidad de la educación científica en los centros de EP, y, así mismo, ver que ésta es dependiente de la mejora de lo que sucede en la dinámica del centro escolar.

Saber impulsar proyectos de innovación que mejoren la calidad del propio centro escolar en el que uno trabaja es otro de los aprendizajes que deben realizar los futuros maestros y maestras de EP. Impulsar un proyecto de innovación requiere profesionales con conciencia de que las dudas y problemas para establecer la propia identidad personal y profesional pueden compartirse con otros maestros/as noveles y/o expertos (Carr, W. & Kemmis, S., 1988). Precisa, así mismo, profesionales con conciencia de que su formación recién comienza al terminar la formación inicial.

Participar y dinamizar un proyecto de innovación en un centro escolar supone formar profesionales capaces de saltarse el aislamiento intelectual que suele ofrecer la información sesgada de los libros de texto y a la que suele adherirse el profesor novel. La DCE no puede estar ajena a ello y debe plantearse como ofrecer al futuro profesorado la posibilidad de entrar en escenarios abiertos que le permitan, entre otras cosas, saber manejarse en las fuentes de conocimiento, de materiales, de experiencias existentes en un mundo de redes como el actual y en el propio entorno (Carlson, J. & Anderson, R. D., 2002).

La posibilidad que ofrece la Orden ECI/3857/2007 que regula el Grado de Educación Primaria de realizar un trabajo de final de grado permite pensar en sumergir a los estudiantes en el diseño y/o adaptación a un entorno concreto de un proyecto de innovación de educación científica. Ello junto a las posibilidades expresadas anteriormente de unas practicas centradas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, puede posibilitar a un grupo de estudiantes que en su futuro profesional puedan hacerse responsables de la dinamización de dicha área y de futuros proyectos de innovación de la misma en sus centros escolares.

3. El maestro en la sociedad

La DCE no puede obviar el papel de actor social que tiene el profesorado durante el desarrollo de su profesión. Los estudiantes de magisterio serán maestros o maestras en una sociedad dinámica, interconectada,

multicultural, injusta socialmente e insostenible ecológicamente. Los centros escolares en los que trabajaran necesitan profesionales capaces de conocer la realidad en la que se inserta la educación y con capacidad de discernir los elementos externos con los que vincular acciones que den sentido a los aprendizajes que se realizan en las aulas. Un contexto complejo en el que el futuro profesorado de EP debe aprender a **saber posicionarse** ante las nuevas situaciones emergentes y **saber establecer interrelaciones** con múltiples organizaciones y agentes externos a la escuela.

Saber posicionarse ante nuevas situaciones emergentes es algo que el futuro profesorado de EP deberá hacer constantemente en el ejercicio de su profesión. En la actualidad es imposible pensar en profesionales que no tengan criterios razonados sobre cuestiones tales como los problemas asociados a la sostenibilidad de nuestro planeta, las restricciones alimentarias en base a una opción religiosa, las limitaciones impuestas desde determinadas visiones en torno a la evolución de la vida; la necesidad de trasvase de agua de una zona a otra; los cánones de belleza que se imponen al concepto de salud, los sesgos y las manipulaciones de los medios de comunicación, la información sobre ciencia que se ofrece en la red, etc. Cuestiones todas ellas que entrelazan aspectos que se manifiestan a niveles globales con expresiones específicas en las aulas. La DCE no puede permanecer ajena a todo ello y debe asumir la responsabilidad de plantearse como incluir los elementos necesarios para ofrecer al futuro profesorado de EP referentes macroconceptuales amplios, necesarios para comprender nuestra época, que le permitan analizar, comprender, y emitir juicios críticos y creativos sobre aspectos concretos que inciden en el día a día profesional.

Posiblemente, sería un error pensar que ello puede traducirse en el planteamiento de un módulo (materia o asignatura) específico de DCE en el que desarrollar las competencias pertinentes. Dicha opción perpetuaría un conocimiento parcializado de los referentes necesarios para situarse y tomar decisiones ante las cuestiones que se plantean en el mundo y afectan a la vida diaria escolar. Siendo cierto que en muchas de dichas cuestiones la mirada de la ciencia es fundamental, es también cierta la necesidad de establecer diálogos complementarios entre miradas disciplinares distintas para comprender y tomar decisiones de actuación ante las nuevas situaciones que puedan plantearse

Si se pretende que el futuro profesorado de EP desarrolle una práctica de miradas complementarias sobre las cuestiones del mundo, desde la DCE deben buscarse caminos que permitan ofrecerle dicha vivencia. Ello supone la necesidad de articularse con otras miradas disciplinares para construir conjuntamente modelos interpretativos de una realidad compleja

(Bonil, J. y otros, 2004). Un posible camino puede ser pensar el diseño de un módulo de formación inicial en el que al hilo de cuatro ideas macro (pensamiento, sociedad, ciencia y comunicación) puedan desarrollarse temáticas claves en el mundo de hoy bajo una mirada disciplinar complementaria. Temáticas que, a su vez, deben ser suficientemente amplias para arropar cuestiones cambiantes a lo largo del tiempo. Temáticas que, así mismo, precisen para ser analizadas modelos claves de la ciencia y de otras disciplinas. Temáticas que, también, permitan establecer puntos de conexión con cuestiones concretas del mundo escolar de EP.

Bajo las consideraciones anteriores, la concreción de dicho módulo podría pensarse alrededor de temáticas tales como: "recursos materiales, energéticos y sostenibilidad", "biotecnologías y salud"; ambas suficientemente amplias pero con flexibilidad para ser concretadas de forma diferenciada en función del contexto local o global del momento. Así, por ejemplo, la primera de ellas posibilitaría, en una situación de amenaza de sequía como la actual, concretarse en el estudio del agua, mientras que en otra situación espacial o temporal podría concretarse en otro aspecto. En este caso, tomar el agua como tema a desarrollar posibilitaría, a la vez, establecer puntos de contacto con el significado de acciones escolares, muchas veces dogmáticas e impuestas, sobre la importancia de un uso racional del agua en los centros escolares de primaria.

Saber establecer interrelaciones con múltiples organizaciones y agentes externos a los centros escolares constituye otro de los retos que debe afrontarse desde la DCE. Si se considera que el maestro o maestra de EP tiene un papel social relevante es imposible pensar en un futuro profesorado cerrado en las paredes de su aula y ajeno a todo lo que sucede y oferta el entorno (Subirats, J. & Collet, J., 2008).

La responsabilidad formadora desde la DCE incluye poder ofrecer al futuro profesorado elementos para conocer y establecer, más allá del propio microuniverso, interacciones pertinentes de colaboración con instituciones, movimientos y organizaciones públicas y privadas del entorno en el que desarrolla su propia actividad. Ello supone incorporar en el desarrollo de la DCE espacios dedicados a dichas interconexiones. El marco de Bolonia, más allá de los créditos presenciales, abre la posibilidad de dedicar espacios organizados y tutorizados para que desde la DCE puedan plantearse visitas de estudio que posibiliten ver a los estudiantes la riqueza de las posibilidades que ofrece el medio relacionadas con la ciencia.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Bonil, J; Calafell, G; Orellana, ML; Espinet, M; Pujol, RM. (2004). El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 83-97.
- Carr, w. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza.* Barcelona: Martínez Roca.
- Carlson, J. Anderson, R. D. (2002). Changing teachers' practice: curriculum materials and science education reform in the USA. *Studies in Science Education* , 37, 107-135
- Clark, C.M. (1986). Ten years of conceptual developement in research on teaching thinking, en Ben-Peretz, M. Bromme, R. and Halkes, R. (Eds), *Advances of Research on Teacher Thinking*. The International Study Association on Teacher Thinking
- De Jong, O., Korthagen, F. and Wubbles, T. (1998). Research on Science Teacher Education in Europe: teacher Thinking and Conceptual Change, en Fraser, F. J. and Tobin, K. G. (Eds) *International Handbook of Science Education*. Kluwer Dordrecht.
- Imbernón, F.. (1998). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Madrid: Graó.
- Izquierdo, M.; Espinet, M.; García, M.P.; Pujol, R.M.; Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias,* Nª Extraordinario, 79-92.
- Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Sintesis.
- Shulman, L.S. (1987) Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. Harvard Educational Review, 571, 1-22.
- Subirats, J. & Collet, J (2008). El descubrimiento del entorno *Cuadernos de pedagogía*, 375,

LA PROGRESIÓN DE LAS CONCEPCIONES DE LOS FUTUROS MAESTROS SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS A LOS ALUMNOS

ROSA MARTÍN DEL POZO

RAFAEL PORLÁN

ANA RIVERO

RESUMEN: En el contexto de una estrategia formativa de orientación constructivista, exploramos las concepciones y obstáculos de una muestra de futuros maestros, sobre los contenidos escolares, más concretamente, sobre su presentación a los alumnos de Primaria. A partir del análisis de las producciones escritas generadas en el proceso de formación, detectamos un progreso en sus concepciones, que se ajusta básicamente a nuestras previsiones iniciales, aunque también se detectan concepciones intermedias que nos permiten enriquecer nuestra hipótesis inicial.

PALABRAS CLAVE: Formación inicial de profesores, Contenidos escolares, Concepciones de los profesores, Conocimiento profesional, Constructivismo.

THE PROGRESSION OF THE CONCEPTIONS OF THE FUTURE TEACHERS ON THE PRESENTATION OF THE CONTENTS TO THE STUDENTS OF PRIMARY

ABSTRACT: In the context of a formative strategy of constructivist orientation, we explore the conceptions and obstacles of a sample of future teachers, on the school contents, more concretely, have more than enough their presentation to the students of Primary. Starting from the analysis of the written productions generated in the formation process, we detect a progress in their conceptions that it is adjusted basically to our initial forecasts, although intermediate conceptions are also detected that allow to get rich our initial hypothesis.

KEYWORDS: Initial teacher education, School-level content, Teachers' conceptions, Professional knowledge, Constructivism.

La formación de los futuros maestros para enseñar los contenidos escolares

El dominio de los contenidos a enseñar aparece en el nuevo Grado de Maestro de Primaria como una de las competencias que los futuros maestros habrán de desarrollar en su formación inicial. Pero hay maneras muy diversas de concebir y practicar este dominio (Martín del Pozo y Porlán, 1999):

a) *La formación centrada en el saber disciplinar (científico y pedagógico).* Apoyándose en que los futuros maestros no saben los contenidos (o tienen graves errores) y "no se puede enseñar lo que no se sabe", se pretende, por un lado, volver a tratar los contenidos científicos (una especie de "repaso" de la Secundaria) y los pedagógicos por otro. En el mejor de los casos, con esos planteamientos garantizaremos una enseñanza transmisiva de escaso valor educativo en la Primaria.

b) *La formación centrada en técnicas para enseñar*. En el otro extremo nos encontramos la idea de que los contenidos en Primaria son tan básicos que no es necesario un conocimiento *profesionalizado* de los mismos, sino que basta con dominar las técnicas de enseñanza. Se produce entonces una desconexión entre el contenido y la metodología que en la práctica perjudica a ambos elementos curriculares.

c) *La formación centrada en el diseño y desarrollo del currículo escolar*. Desde este punto de vista, que compartimos, se pretende facilitar la construcción de un conocimiento profesional significativo y riguroso. Es lo que denominamos un modelo de *Formación del Profesorado para Investigar la Práctica* (FOPIP) Con este tipo de propuestas formativas los futuros maestros aprenden a cuestionar sus concepciones y sus prácticas en relación con los problemas curriculares fundamentales (*qué enseñar y para qué, qué tareas poner en marcha en el aula, cómo hacer un seguimiento de la progresión del grupo de clase y del aprendizaje de los alumnos, etc.*) Las concepciones de los participantes y la práctica profesional son los ejes para articular todo el proceso formativo.

Ahora bien, *¿qué conocimiento profesional es deseable para enseñar contenidos escolares?* Para nosotros se trata de un conocimiento con las siguientes características (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; 1998; Porlán y Rivero, 1998; Porlán y Martín del Pozo, 2006):

a) Desde un punto de vista epistemológico es un conocimiento *práctico*, es decir, mediador entre la teoría y la acción. Al mismo tiempo, es un conocimiento *diferenciado y complejo*, resultado de la integración de conocimientos formalizados y experienciales, y encaminado a lograr una actuación profesional fundamentada.

b) Es un conocimiento *profesionalizado*, no meramente científico, ya que su finalidad es enriquecer el saber del alumno.

c) Se organiza en torno a los *problemas relevantes* para la práctica profesional.

d) Se construye en la interacción de dimensiones habitualmente desconectadas entre sí: *lo explícito, lo implícito, lo declarado, lo realizado,* etc.

e) Es una forma de conocimiento que hace posible la *transposición didáctica,* en el sentido de integrar conocimientos diversos y elaborar un conocimiento escolar, listo para ser enseñado y aprendido.

f) Por último, es un conocimiento evolutivo, con niveles de complejidad creciente, que podemos organizar en lo que denominamos *Hipótesis o Itinerarios de Progresión.*

Por otra parte, compartimos la idea de que el conocimiento escolar debe ser el resultado de la integración de diferentes tipos de conocimientos (científico, cotidiano, filosófico, ideológico, tecnológico, práctico, etc.). Debe ser, por tanto, un conocimiento epistemológicamente diferenciado con la finalidad de complejizar y enriquecer el pensamiento cotidiano de los alumnos, de manera que sea aplicable a los contextos extra escolares y no una simplificación de los contenidos científicos presentados como un listado de temas inconexos (García, 1998; Watts y Jofili, 1998; Martínez y Rivero, 2001)

Desde la visión que aquí proponemos, los contenidos han de presentarse a los alumnos en forma de problemas, proyectos o centros de interés que sean relevantes para su vida presente y futura. De esta forma es posible integrar y relacionar con sentido (para los profesores y también para los alumnos) informaciones que provienen de fuentes epistemológicas diversas.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

MUESTRA Y CONTEXTO FORMATIVO

El estudio se desarrolla en la formación inicial de maestros. Concretamente en tres asignaturas semestrales diferentes del plan de estudios de las universidades de Sevilla y Complutense de Madrid.

La muestra objeto de estudio está constituida por tres casos (A, B y C). Los casos son equipos de trabajo de cuatro a seis participantes, seleccionados al azar, en cada una de las asignaturas.

Todos ellos trabajan con el mismo modelo de formación (FOPIP) y con una secuencia de actividades incluida en la propuesta formativa que denominamos *Concepciones de los alumnos e Innovación Curricular*

(CAIC), basada en la investigación de los siguientes Problemas Prácticos Profesionales (PPP):

a) Problema I: *¿Qué ideas tienen los alumnos sobre algunos contenidos escolares de ciencias?*

b). Problema II: *¿Qué contenidos concretos programar teniendo en cuenta las ideas de los alumnos?*

c) Problema III: *¿Qué plan de actividades puede favorecer que evolucionen las ideas de los alumnos?*

Cada uno de los PPP se aborda a través de una secuencia de actividades formativas con tres momentos: inicial (al elaborar las primeras concepciones sobre el problema), intermedio (al someterlas a contraste) y final (al re-elaborarlas de manera argumentada).

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SISTEMA DE CATEGORÍAS

En otros encuentros hemos presentado los resultados obtenidos en diferentes categorías: detección de las ideas de los alumnos (Martín del Pozo y Porlán, 2002), secuenciación de las actividades (Martín del Pozo y Rivero, 2004) y formulación de los contenidos escolares (Martín del Pozo, Porlán y Rivero, 2006).

En esta ocasión nos referiremos a los contenidos escolares y, más precisamente, a *¿cuáles son las concepciones y obstáculos de diversas muestras de maestros en formación en relación con la presentación de los contenidos a los alumnos?*

Esta categoría, al igual que las otras que constituyen el conjunto del estudio, se formuló en tres niveles:

a) Un nivel que refleja nuestra previsión sobre las concepciones de los participantes al principio del curso (N1)

b) Otro nivel que describe las concepciones que esperábamos al final del curso (N2), teniendo muy presente lo que es posible alcanzar en las condiciones y tiempos indicados, que no siempre coincide con lo deseable. En este sentido coincidimos con Flores et al. (2000) cuando dicen que es necesario moderar las expectativas de los programas de formación.

c) El último nivel actúa como referencia teórica (N3). Se refiere a lo que, desde nuestro punto de vista, consideramos deseable, aunque no siempre sea posible alcanzar en determinados contextos formativos.

Lo anterior es el resultado de un proceso de reflexión teórica, condicionado por nuestra experiencia en la formación del profesorado, por los modelos didácticos y formativos en que venimos trabajando y por el contraste con los primeros datos empíricos.

En definitiva, lo que elaboramos, con carácter de hipótesis general, es un *Itinerario de Progresión* de las concepciones de los sujetos en relación la presentación de los contenidos a los alumnos, que incluye los valores inicial, posible y de referencia (Tabla 1). Como veremos más adelante, este *Itinerario de Progresión*, en interacción con los datos empíricos, se enriqueció con niveles intermedios.

INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

Para poder analizar la progresión de las concepciones durante el proceso formativo se obtuvieron datos en los tres momentos mencionados: inicial, intermedio y final. Para el tratamiento de todos los PPP, los equipos, de manera colectiva y previo trabajo individual, elaboraron dos tipos de documentos escritos:

a) Las *producciones libres*, en las que los diseños, en este caso sobre los contenidos que pretenden enseñar, y la reflexión en torno ello, son totalmente abiertos, sin restricciones de ningún tipo.

b) Los *guiones de reflexión,* en este caso sobre *¿qué contenidos escolares enseñar?*, actúan como cuestionarios de preguntas abiertas que dirigen la discusión y la toma de decisiones en los equipos.

Para el tratamiento de estos datos se ha seguido un procedimiento que denominamos UCPN (*Unidades, Categorización, Proposiciones y Niveles*) y que sigue los siguientes pasos:

a) Identificación de Unidades de Información Significativas (UIS) en sus producciones escritas.

b) Categorización y Codificación de las mismas en interacción dinámica con las categorías hasta obtener una Tabla General de Datos ordenada cronológicamente y Tablas por Categorías y Momentos Formativos.

c) Elaboración de Proposiciones de Síntesis (PS) de las diferentes UIS para cada categoría, momento formativo y caso, con un bajo nivel de inferencia.

d) Formulación de los Niveles para cada categoría y momento formativo a partir de las diferentes PS elaboradas en cada caso.

e) Validación de las categorizaciones a través de un proceso de triangulación en el que cada caso fue revisado independientemente por un mínimo de dos investigadores. Hubo un índice de concordancia de más del 90% de las diferentes categorías en todos los casos. Las divergencias fueron analizadas separadamente buscando un consenso y, cuando esto no fue posible, se adoptó la posición mayoritaria.

RESULTADOS

En la Tabla 1 puede verse que, en todos los casos, en la primera propuesta de contenidos, éstos no se presentan a los alumnos con una lógica diferente a la del profesor, tal y como preveíamos (nivel N1) Por ejemplo:

> (Los contenidos más importantes que se deberían trabajar en Primaria sobre los animales son): *Diferenciación entre un ser vivo/inerte; diferenciación entre vertebrados/invertebrados; distintas clasificaciones de los animales (según su alimentación, nacimientos, etc.); utilidad de los animales para el hombre; animales en peligro de extinción (que aprendan a cuidarlo, a protegerlo,...).* [Momento Inicial. Caso B]

En el momento intermedio, en todos los casos se declara la necesidad de tener en cuenta a los alumnos y presentarles los contenidos con otra lógica (nivel N2) Por ejemplo:

> (Los contenidos se deben presentar a los alumnos) *a través de problemas, centros de interés o proyectos, porque de este modo se le presentan de un modo más atrayente, pues el trabajo va a consistir en responder a algo, e incluso llevarlo a la práctica.* [Momento Intermedio. Caso C]

En el momento final, en dos casos (A y B) se progresa hacia el nivel considerado como posible (nivel N2), al incluir la perspectiva del alumno:

> (Para presentar el contenido a los alumnos) *partimos de una pregunta previa, introductoria del tema, aunque a esta edad el tema ya resulta motivador de por sí: ¿sabéis lo que pasa entre dos adultos cuando quieren tener hijos? A partir de aquí, se pide que cada grupo llegue a una conclusión, teniendo en cuenta lo que saben o han escuchado fuera de clase, porque después se hará una puesta en común en forma de debate. El profesor actúa de observador y modificador apuntando en la pizarra las posibles respuestas. Al finalizar el debate, el profesor anunciará a los alumnos que las conclusiones iniciales quedarán en un mural que se colgará en la pared del aula, todo esto, para una segunda revisión al terminar el tema de la reproducción (enlazan el conocimiento antiguo con el nuevo)* [Momento Final. Caso A]

> *La gatita Pelusita del portero del colegio ha tenido gatitos. Uno de ellos, explorando el colegio, se ha colado en nuestra clase. Este imprevisto ha dado que pensar a la profesora, la cual se valdrá de la intrusión del animalito para presentar y adentrarse en un nuevo tema. Toda la clase se ha revolucionado y se ha colocado en torno al gatito. Viendo el entusiasmo que sienten por él, vamos a indagar: dónde vive, qué tipo de animal es, cómo se reproduce, qué come, cómo nace, qué utilidad le da el hombre.* [Momento Final. Caso B]

El caso C es el de mayor avance, puesto que alcanza un nivel intermedio (N23) entre el nivel posible (N2) y el de referencia (N3), al considerar que ambas lógicas (la del profesor y la de los alumnos) han de estar relacionadas:

(Se pretende enseñar): *1) Nociones básicas -hacemos especial hincapié en las siguientes: el sol como estrella, las galaxias, los satélites y el sistema solar-. 2) El origen del universo. 3) el sistema solar -movimiento de los cuerpos celestes y planetas que lo forman-. 4) La luna -características y fases-. 5) La tierra -características, movimientos y sus consecuencias, haciendo especial hincapié en la alternancia del día y la noche, y en las estaciones-.* [Momento Inicial. Caso C]

Con relación al modo de presentación de los contenidos, hemos seleccionado los siguientes problemas o proyectos, indicando en cada uno qué conceptos tenemos que trabajar para poder resolver dichas problemáticas (se observa en el mapa conceptual). P1: ¿Siempre ha sido igual el universo? P2: ¿Qué hay en el universo? P3: ¿Cómo están organizadas las cosas en el universo? P4: Hacer una maqueta del sistema solar. P5: ¿Cómo es la tierra? P6: Hacer un mural sobre por qué hay estaciones. P7: ¿Por qué a veces es de día y a veces es de noche? P8: Imagínate que fueras a la luna ¿qué te encontrarías? P9: ¿Vemos siempre redonda la luna? P10: ¿Afecta la luna a nuestra vida? [Momento Final. Caso C]

CONCLUSIONES

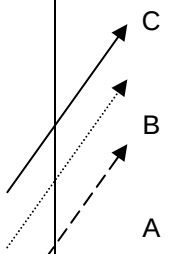
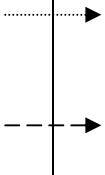
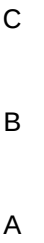
a) Los resultados con estos tres casos se ajustan bastante al Itinerario de Progresión (N1 → N2), que se enriquece con un nivel intermedio (N23)

b) Estos resultados deben ser probados con más casos en diferentes contextos formativos.

c) En las actividades formativas desarrolladas se cuestiona la contradicción que existe entre su deseo de despertar el interés de los alumnos y motivarles hacia la temática seleccionada, y, al mismo tiempo, presentarles los contenidos con una lógica disciplinar y conceptual. Esto parece haber contribuido a que consideren la perspectiva del alumno con propuestas más atractivas y menos académicas.

d) Lo que podríamos denominar *centramiento en la perspectiva del profesor* parece ser el obstáculo que subyace en los planteamientos del nivel N1. Como sugieren muchos estudios de expertos y novatos, los que van a ser profesores tienden a preocuparse más de ellos que de los alumnos, mientras que para los profesores más veteranos (los buenos profesores veteranos) su preocupación es ayudar a que los alumnos aprendan (Zembal-Saul, Blumenfeld y Krajcik, 2000). Como señalan estos autores, los cambios más interesantes tienen que ver con la incorporación de la “perspectiva del alumno”.

Tabla 1. Progresión de las concepciones

NIVELES		MOMENTO INICIAL	MOMENTO INTERMEDIO	MOMENTO FINAL
N3	Se considera la perspectiva del alumno y una lógica distinta al formular los contenidos para ellos, así como la necesidad de que estén relacionados con la lógica del profesor y la de los metaconocimientos.			
N23	Los contenidos se formulan de dos maneras diferentes pero relacionadas: una siguiendo la lógica del profesor y otra siguiendo la lógica del alumno (preguntas, problemas, proyectos, etc.).			C
N2	Se empieza a considerar la perspectiva del alumno y la necesidad de una lógica distinta de formular los contenidos para ellos, basada en problemas abiertos, proyectos, centros de interés, etc.		 C B A	 B A
N1	Los contenidos se presentan a los alumnos con la misma lógica que el profesor los concibe para sí mismo.	 C B A		

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLORES, F., LÓPEZ, A., GALLEGOS, L. y BAROJAS, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education,* 22(2), 197-208.

GARCÍA, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, 115-128.

MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (2000). Materiales curriculares para hacer evolucionar las concepciones de los futuros maestros sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias. En: *XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.397-401). Madrid.

MARTÍN DEL POZO, R. y PORLÁN, R. (2002). Las ideas de los alumnos como ámbitos de investigación profesional. En: *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.387-395). La Laguna.

MARTÍN DEL POZO, R. y RIVERO, A. (2004). La progresión en las concepciones de los estudiantes de Magisterio sobre la secuenciación de actividades de enseñanza-aprendizaje. En: *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.103-106). San Sebastián.

MARTÍN DEL POZO, R., PORLÁN, R. y RIVERO, A (2006). Las concepciones de los futuros maestros sobre cómo formular los contenidos para los alumnos. En: *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza.

MARTÍNEZ, C.A. y RIVERO, A. (2001). El conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar en la clase de Conocimiento del Medio. *Investigación en la Escuela,* 45, 67-75.

PORLÁN, R. y MARTÍN DEL POZO, R. (2006). ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Alambique*, 48, 92-99.

PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.

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), 155-171.

PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II : Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

WATTS, M. y JOFILI, Z. (1998). Towards critical constructivist teaching. *International Journal of Science Education*, 20(2), 173-185.

ZEMBAL-SAUL, C., BLUMENFELD, P. y KRAJCIK, J. (2000). Influence of Guided Cycles of Planning, Teaching, and Reflection on Prospective Elementary Teachers' Science Content Representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 318-339.

LA INNOVACIÓN DOCENTE EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS A TRAVÉS DE EVALUACIÓN FORMATIVA

Vallés Rapp, Cristina y López Luengo, Mª Antonia (Universidad de Valladolid)

PALABRAS CLAVE: Formación de maestros, docencia universitaria, evaluación formativa, evaluación compartida, investigación-acción.

KEYWORDS: Training teachers, university teaching, formative assessment, shared assessment, action research.

RESUMEN: En este documento presentamos una experiencia de innovación en docencia universitaria realizada en los últimos años en el Campus de Segovia de la Universidad de Valladolid. Se exponen los resultados del proceso de investigación-acción que estamos llevando a cabo en nuestra propia práctica docente. El proceso es una vía de análisis, profundización y avance hacia una docencia más centrada en el aprendizaje de los alumnos, especialmente en lo referente a la formación inicial del profesorado dentro del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ABSTRACT: This document presents a teaching innovation experience carried out over the past few years in a Teacher Training School at the Segovia Division of the University of Valladolid. It contains the results of this experience obtained from the action-research process we are applying to our own teaching practice. This process is a way in which we analyse, examine in depth, and aim to progress towards a type of teaching which is more centered on the students' own learning, particularly concentrating on the foundations for the training of teachers within the area of Teaching of Experimental Science.

INTRODUCCIÓN: LA FORMACIÓN INICIAL DE LOS MAESTROS

En esos momentos nos encontramos ante el mayor reto colectivo con que se ha enfrentado la Universidad de Europa a lo largo de su historia. El proceso de Convergencia Europea pretende ser un proceso de consenso y armonización en los sistemas de educación superior, facilitando la movilidad de estudiantes y profesorado entre las universidades, incrementando la competitividad del sistema Europeo de Educación Superior e incentivando su grado de atracción mundial (Bolonia 1999) lo que conlleva a una reestructuración de todo el sistema universitario. La reforma de las titulaciones está suponiendo una oportunidad para profundizar en el debate sobre la formación de maestros. Las nuevas titulaciones de maestro tendrán como principal novedad su total homologación con cualquier otro "grado" universitario de cuatro años de duración. Este cambio sólo es comparable con el que se produjo en la Ley General de Educación de 1970. Nos encontramos, por tanto, en los

prolegómenos de una nueva formación inicial de todos los docentes. Se diseña una formación específica para los futuros maestros de Educación Infantil que se articula en torno a la plena satisfacción de las necesidades educativas de los niños de 0 a 6 años y una formación en Educación Primaria que permitirá la capacitación como futuros tutores y, al mismo tiempo, podrán cursar algún itinerario específico que sustituirá a las actuales especialidades.

La Ley Orgánica de Educación, implantada durante el presente curso académico, reconoce explícitamente el papel fundamental del profesorado para conseguir una educación de calidad y presta especial interés en su formación inicial y permanente: *(…) la Unión Europea y la UNESCO se han propuesto mejorar la calidad y la eficacia de los sistemas de educación y de formación, lo que implica mejorar la capacitación de los docentes (…).* Las Escuelas Universitarias de Magisterio o de Educación y las Facultades de Educación son los centros en los que se imparten las titulaciones de Magisterio que presentan como objetivo principal capacitar profesionalmente, con preparación científico-didáctica y práctica, a futuros maestros capaces de prestar servicio a la sociedad y continuar su formación a lo largo de su vida profesional.

Actualmente es ampliamente aceptado que el profesor ha de ser un profesional capaz de diseñar, experimentar y evaluar nuevos enfoques teóricamente fundamentados, para ello debe desarrollar competencias específicas centradas en el diagnóstico, análisis y toma de las decisiones necesarias que le permitan intervenir en el aula, atendiendo a las numerosas variables que inciden en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera irá construyendo un tipo de actuación profesional desde su conocimiento y su reflexión (Stenhouse, 1984, Gimeno y Sacristán, 1988; Pope, 1988; Schön, 1992, Porlán y cols., 1997). Todo ello demanda una formación docente específica, lo que constituye uno de los factores más influyentes de la calidad de la enseñanza en general y de la enseñanza de las Ciencias en particular (Brincones y otros, 1986; Gil, 1991). Nuestra sociedad necesita docentes formados no sólo en conocimientos ni en procedimientos, sino también centrada en su personalidad, incluyendo las dimensiones ideológicas, éticas y afectivas.

Desde el área de las Ciencias Experimentales consideramos importante formar un maestro que sepa intervenir en el aula, gestionar y organizar los aprendizajes; es decir, un maestro que *sepa hacer* y, al mismo tiempo, sea capaz de argumentar el porqué de sus decisiones desde los presupuestos teóricos que avalan sus intervenciones. Existe un amplio consenso respecto a la idoneidad del modelo de profesional integrado, que surge con la intención de superar las deficiencias de las tendencias precedentes, tomando como referente la Didáctica de las Ciencias y la

reflexión en la práctica como agente imprescindible para la reconstrucción de conocimientos (Dumas-Carré, y cols., 1990; Furió y cols., 1992; Furió, 1994; Gil y cols., 1994; Porlán y Rivero, 1998) que trata de formar un docente autónomo e investigador en el aula que conoce con amplitud y rigurosidad la ciencia que enseña.

El proceso de Convergencia Europea conduce a importantes cambios en la Universidad Española con respecto sus fines y la metodología utilizada hasta el momento en la mayoría de las aulas universitarias. Uno de los objetivos de la Didáctica de las Ciencias, como materia, es abrir nuevos caminos para la enseñanza que acerquen los objetivos normativos e intereses del profesor a los de los alumnos, que no tienen por qué ser antagónicos. En este sentido, se trata de proporcionar una formación universitaria en la que se integren armónicamente las competencias genéricas básicas, las competencias transversales relacionadas con la formación integral de las personas y las competencias más específicas que posibilitan una orientación profesional que permita a los titulados una integración en el mercado de trabajo.

En cuanto a la metodología, los documentos oficiales reflejan la necesidad de una docencia centrada en el aprendizaje de los alumnos, lo que implica cambios y adaptaciones importantes y, en definitiva, nuevos roles a asumir por parte de los docentes y de los alumnos. En este sentido, la evaluación adquiere una nueva dimensión al situar al alumno en el centro del proceso de aprendizaje y al aplicarse un enfoque basado en la adquisición de competencias, que conlleva un replanteamiento de la docencia y del diseño de todos los elementos estructurales que la conforman (Delgado y cols., 2005). Por eso creemos que la evaluación constituye un aspecto clave en los procesos de investigación e innovación educativa. Todo ello supone un cambio en la forma de entender y organizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la universidad, que implica modificaciones en la metodología de trabajo y en la organización interna de las actividades a realizar. Con el propósito fundamental de introducir nuevas prácticas en la enseñanza universitaria y valorar los resultados de éstas para mejorarla, surge el trabajo que presentamos en esta comunicación.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO Y LA METODOLOGÍA.

Las profesoras responsables de esta comunicación imparten su docencia en la E. U. de Magisterio de Segovia (Universidad de Valladolid) y desde el área Didáctica de las Ciencias Experimentales están implicadas en la formación de maestros en las distintas especialidades que se imparten en el Campus de Segovia: Educación Primaria, Educación Infantil, Educación Física y Educación Musical. Desde el curso 2004-05, en que se constituye, forman parte del Seminario de Evaluación Formativa de la E. U. de

Magisterio de Segovia. Este grupo trabajo constituyó el germen de la *Red Nacional Interuniversitaria de Evaluación Formativa en la Docencia Universitaria*, red educativa constituida por un número elevado de profesores de diferentes universidades, titulaciones y áreas.

La metodología básica de trabajo del Seminario (López Luengo y cols, 2007) está basada en sucesivos ciclos de investigación-acción (I-A) sobre prácticas concretas de evaluación formativa y compartida en, al menos, una de las asignaturas del profesorado participante. En dichos ciclos de investigación se analizan los procesos y resultados de los diferentes diseños de intervención programados y, en función de los datos obtenidos, se toman las decisiones oportunas para la mejora de los mismos.

NUESTRA PROPUESTA DE TRABAJO. NUEVAS POSIBILIDADES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Entendemos que, lo realmente importante, es avanzar hacia procesos de aprendizaje Dialógico, como forma de aprendizaje humano más avanzado y complejo, y más coherente y lógico con los objetivos que se pretenden (Freire, 1990). En buena lógica, tanto por coherencia curricular como por comprensión de los diferentes tipos de aprendizaje que se buscan, los procesos de evaluación van a sufrir también importantes cambios; no sólo porque se modifica el objeto de evaluación –se centra en el proceso de aprendizaje-, sino también porque se prioriza el papel que debe jugar la evaluación en la mejora de dichos procesos de aprendizaje. De forma general, algunos de esos cambios que se sugieren apuntan hacia:

- Evaluar también el proceso de aprendizaje (tanto individual como colectivo), y no sólo del aparente producto final de cada uno de los alumnos por separado.
- Avanzar hacia una evaluación continua y formativa, superando el actual modelo predominante de carácter final y sumativo
- Evaluar los diferentes tipos de aprendizaje y competencias a desarrollar.
- Utilizar la evaluación para mejorar, para aprender más y mejor, y no sólo como control final del aprendizaje del alumnado de cara a su calificación (administración burocrática y credencialista del resultado de un proceso formativo).

Diferentes trabajos recogen este nuevo enfoque en evaluación, frente a las prácticas tradicionales en la enseñanza de finalidad exclusivamente calificadora (Jorba y Sanmartí, 1994; Sanmartí, 2007; Álvarez Méndez, 2000, 2001; Biggs, 2005; Bonson y Benito, 2005; Bretones Román, 2002; Brown y Glasner, 2003; Fernández Pérez, 1986; Fernández Sierra, 1996; López Pastor, 1999, López y cols., 2007; Rovira, 2000; Salinas, 2002;

Santos Guerra, 1993). Ello nos permite considerar que el desarrollo de una evaluación formativa y compartida puede y debe mejorar la calidad de la enseñaza superior dado que esta:

Aumenta la motivación del alumnado hacía el aprendizaje.

Constituye una experiencia de aprendizaje en sí misma.

Desarrolla la responsabilidad y autonomía del alumnado en los procesos de aprendizaje, con lo que adquiere un gran potencial de cara al desarrollo de estrategias de aprendizaje permanente.

Mejora el aprendizaje y el rendimiento académico del alumnado universitario.

Así, la propuesta que presentamos en esta comunicación responde a los siguientes principios:

Diseñar una enseñanza universitaria adecuada para formar maestros, profesionales reflexivos y críticos capaces de enfrentarse a la complejidad y diversidad del aula y, tratando de comprenderla, tomar decisiones coherentes que faciliten su intervención.

Ofrecer desde nuestras clases universitarias ejemplos de diferentes actividades y situaciones de enseñanza de las ciencias que nuestros alumnos han de saber afrontar como maestros.

Facilitar a los estudiantes la reelaboración de su conocimiento científico y didáctico posibilitando situaciones que les permitan explicar sus propios avances en la construcción de su pensamiento.

Potenciar actitudes: esta formación engloba una amplia variedad de factores, pues va desde el fomento y la estimulación de inquietudes formativas e intelectuales hasta el desarrollo de actitudes positivas, de respeto y aceptación de las personas con discapacidad, así como la consideración de la diversidad como valor educativo. Igualmente, es preciso la inclusión de otras dimensiones formativas: el aprecio por el trabajo en equipo, la valoración de la cooperación como procedimiento y como actitud, la ilusión como herramienta transformadora de la realidad, el espíritu de iniciativa como elemento fundamental en el trabajo docente, el error como oportunidad de aprendizaje, etc.

Nuestro objetivo no se centra en enseñar un conocimiento hecho y totalmente elaborado, sino que pretende, sobre todo, capacitar al alumno, por medio de un aprendizaje eficaz para que se desenvuelva en la vida, ante la globalización, mundialización y comunicación. Así, nuestro papel como formadoras de maestros no es seleccionar y transmitir conocimientos y valores, sino que, sobre todo pretendemos formar mentes reflexivas y críticas.

Las tablas 1 y 2 muestran las estrategias de evaluación utilizadas así como los grupos en los que se ha desarrollado nuestra intervención.

Tabla 1: Descripción de la muestra estudiada y metodología de evaluación.

ASIGNATURAS	**ESPECIALIDAD Y NÚMERO DE ESTUDIANTES**	**SISTEMA EVALUACIÓN**	**ACTIVIDADES**	**INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE EVALUACIÓN**
Biología del cuerpo humano	Ed. Primaria 20-40	Continua y formativa / fina[1]l	P. laboratorio Comentario noticias prensa Preguntas y ejercicios tipo examen Mapas conceptuales Fichas de coevaluación Proyecto tutorado	Cuaderno de la profesora Carpeta del alumno, Entrevista (E. continua y formativa) Examen final (E. final)
Didáctica del conocimiento del medio	Ed. Infantil 40-98	Continua y formativa, mixta y final	Proyecto tutorado (programación) Informes Ensayos Recensiones Mapas conceptuales Fichas de autoevaluación y Coevaluación Actividades de campo	Cuaderno de la profesora Carpeta del alumno Entrevista (E. continua y formativa) Examen final (E. final)
Ciencias Experimentales y su didáctica	Ed. Primaria 20-40	Continua y formativa, mixta y final	Proyecto tutorado Informes Actividades de laboratorio Recensiones Diario del alumno Fichas de evaluación Análisis de actividades de aula	Cuaderno de la profesora Diario del alumno Carpeta del alumno Entrevista Examen
Didáctica de las ciencias Experimentales	Ed. Musical 8-18	Continua y formativa, mixta y final	Proyecto tutorado (programación) Informes Mapas	Cuaderno de la profesora Carpeta del alumno Entrevista (E. continua y formativa)

[1] La evaluación final suele ser la opción elegida por los estudiantes que no pueden realizar las actividades propuestas de manera continua

			conceptuales Ensayos Recensiones Actividades de campo	Examen final (E. final)
Didáctica de las ciencias Experimentales	Ed. Física 70-80	Continua y formativa, mixta y final	Proyecto tutorado Informes Recensiones	Cuaderno de la profesora Materiales elaborados por el alumno Examen

Tabla 2: Descripción de los instrumentos y/o estrategias de evaluación utilizados (Adaptado de López Luengo y cols., 2007)

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	**DESCRIPCIÓN**	**FINALIDAD**
Cuaderno del profesor	Libreta del profesor donde recoger información sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje que van teniendo lugar día a día	Analizar y reflexionar sobre el desarrollo de la asignatura a través de las sesiones realizadas en el curso
Actividades de aprendizaje específicas	Prácticas de laboratorio, proyectos, estudios de caso, prácticas de campo, etc., así como los documentos que los alumnos elaboran sobre las mismas	Complementar la formación del alumno y valorar la evolución de su aprendizaje
Carpeta del alumno	Dossier que incluye los documentos elaborados por los alumnos	Ordenar y presentar los trabajos realizados por los alumnos para su evaluación
Instrumentos y procesos de autoevaluación, coevaluación entre alumnos y evaluación compartida	Fichas de autoevaluación individual y grupal, los cuestionarios y las entrevistas.	Fomentar la participación del alumno en los sistemas de evaluación y fomentar la idea de que la evaluación puede ser una oportunidad para la reflexión y de aprendizaje.
Procesos de metaevaluación	Procesos dialógicos en el aula, entrevistas, cuadernos colectivos e informes	Evaluar y mejorar los procesos de E-A en que estamos implicados, la calidad docente y el propio sistema de evaluación. Desarrollar propuestas de mejora.

VALORACIÓN DE LA INTERVENCIÓN EN EL AULA

Consideramos que es esencial resaltar tanto los aspectos positivos como las dificultades e inconvenientes que conlleva poner en práctica este tipo de proceso evaluador.

En este sentido algunos **aspectos positivos** que hemos podido comprobar tras su puesta en práctica durante varios años son los siguientes:

Su coherencia con nuestras concepciones educativas y con los principios de la Convergencia Europea. Estos sistemas de evaluación se relacionan con una forma de entender la educación como aprendizaje dialógico, como un proceso colectivo de intercambio y crecimiento mutuo, y no como una mera transmisión de contenidos y/o conocimientos. Se trata de un planteamiento que posibilita que el alumnado sea protagonista directo y activo del proceso educativo en todos sus ámbitos y aspectos, incluida la evaluación.

Su indudable valor formativo. El alumnado aprende más y mejor mediante este tipo de procesos. También al profesorado le suele resultar más útil para perfeccionar el desarrollo de sus asignaturas. En los dos casos (alumnado y profesorado), el proceso de aprendizaje suele resultar agradable y motivador. Los siguientes testimonios de algunos alumnos participantes en este estudio justifican estas afirmaciones:

Aprendemos de nuestros errores, y al corregirlos nos queda claro ese concepto, ese conocimiento. Se aprende más y mejor.

Aprendes mucho más. Te implicas más en las clases. Participas más en las clases. Más facilidades para aprobar.

Aprender más y mejor. Implicarse más en la asignatura. Obligarte a ser crítico con tu trabajo. Corregir tus errores.

Su conexión con procesos de perfeccionamiento profesional y aprendizaje a lo largo de la vida. En una doble faceta. Por un lado, este tipo de procesos de aprendizaje y de evaluación permiten un crecimiento considerable de la autonomía del alumnado, lo cual suele resultarles muy útil de cara a su formación permanente. Supone también un reto profesional para el profesorado. Al final del proceso, los estudiantes han adquirido y aplicado conocimientos, pero sobre todo, y los mismo alumnos así lo destacan, han desarrollado una serie de habilidades para manejar, elaborar y exponer información, así como para tomar decisiones y resolver problemas en situaciones reales. De esta forma, conseguimos enseñar a aprender, contribuyendo a un aprendizaje permanente. Una alumna señala al finalizar la asignatura: *Valoro muy positivamente el aprendizaje realizado a lo largo de todo el curso en la asignatura, fundamentalmente porque hemos pasado de la teoría a la práctica, haciendo lo que tendremos que hacer en un futuro en una clase con alumnos de verdad.*

Consideramos fundamental que la metodología utilizada sea coherente con los modelos teóricos que propugnan; en caso contrario, los futuros maestros aprenderán más de lo que se hace que de lo que se les dice que hay que hacer (Tobin y cols., 1994). Los alumnos son conscientes de este aprendizaje y reconocen poder aplicar en el futuro la metodología que se está desarrollando en el aula.

También es importante exponer las **dificultades encontradas**, así como algunas propuestas que, tras nuestra experiencia en los procesos de evaluación formativa y compartida, consideramos relevantes para afrontar de manera más exitosa una tarea parecida. Por ello, destacamos:

La evaluación formativa y compartida requiere un tipo de trabajo diferente; más continuo y con un enfoque de ayuda y mejora, no de control. Este cambio no se realiza automáticamente, sino que lleva un tiempo largo habituarse a él. Por el momento, ni el alumnado ni el profesorado tienen el hábito de trabajar según esta modalidad, lo que genera situaciones de duda e inseguridad. El aprendizaje a través de la experiencia de los alumnos y de los profesores a través de ciclos de investigación acción, así como la formación permanente por parte de los profesores son aspectos críticos para avanzar en estos sistemas de evaluación.

Existe una gran dificultad para calcular el tiempo de dedicación del alumno para las diferentes tareas, de manera que si se calcula mal la carga de trabajo podemos encontrar situaciones de sobrecarga de trabajo y saturación. Son situaciones peligrosas, tanto por la falta de viabilidad que suponen, como por los sentimientos de ineficacia que genera. Suponen el fracaso del sistema a medio y largo plazo. Por eso hacemos mucho énfasis en la importancia de planificar muy bien la carga de trabajo que supone el sistema que se elija. El hecho de pasar cuestionarios a los alumnos donde se recoja su estimación de la carga de trabajo real de una tarea puede ser un elemento que nos permita mayor aproximación a la hora de estimar estos tiempos.

CONCLUSIONES

La evaluación formativa supone un gran reto docente que nos acerca a los nuevos criterios metodológicos establecidos en el EEES. Sin embargo, creemos que la mayor apuesta es cambiar el pensamiento y las actitudes del alumnado, que asume e interioriza con fuerza los sistemas tradicionales de evaluación a los que ha estado y está sometido.

El desarrollo de seminarios investigación-acción sobre nuestra propia práctica docente nos ha permitido reflexionar, dialogar, compartir dudas y dificultades a la hora de llevarlo a cabo. El trabajo en equipo, el diálogo y la autocrítica han sido determinantes para llegar a todo lo expuesto con

anterioridad, todo ello revierte en un nuevo enfoque metodológico de las asignaturas y en lo que consideramos una mejora de nuestra profesión docente.

En relación con el propio proceso de evaluación los problemas encontrados más habituales han sido la posible sobrecarga de trabajo que supone para el docente, la resistencia del alumnado, la falta de hábito a la hora de participar en la evaluación o a la hora de realizar evaluaciones grupales,... así como las dudas que le aparecen al profesorado durante su implantación.

En referencia al alumnado, entendemos que la incorporación al EEES puede suponer una mayor extensión de prácticas de evaluación formativa y compartida que, hasta ahora, eran minoritarias a lo largo de su formación. De esta manera el alumnado podrá conocer y dominar muchos más recursos a la hora de aplicar este tipo de enfoques y planteamientos en su posterior práctica docente.

En resumen, esta forma de orientar la docencia universitaria requiere tiempo y dedicación (sobre todo al principio), pero también aportan mucho y en muchas facetas. Como profesionales de la educación que somos, sentimos la necesidad de implicarnos en un proceso que puede parecer más o menos costoso, pero que nos permite crecer y mejorar en nuestra labor docente.

Para finalizar esta breve presentación de nuestro trabajo, nos gustaría recordar que la colaboración y la búsqueda de nuevas posibilidades a la hora de avanzar hacia una evaluación realmente formativa y educativa es un camino abierto en el que todos podemos intervenir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ MÉNDEZ, J.M. (2000). *Evaluar para aprender, examinar para excluir.* Madrid: Morata.

ÁLVAREZ MÉNDEZ, J.M. (2001). *Didáctica, currículum y evaluación.* Buenos Aires: Miño y Dávila.

BIGGS, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario.* Madrid: Narcea.

BONSÓN, M.; BENITO, A. (2005). Evaluación y Aprendizaje. En A. Benito y A. Cruz (Editores) Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior. (pp. 87-100). Madrid: Narcea.

BRETONES ROMÁN, A. (2002). La participación del alumnado en la evaluación de sus aprendizajes. *Kikiriki –Cooperación Educativa*, 65, 6-15.

BRINCONES, I., FUENTES, A. NIEDA, J. PALACIOS, M. J. y OTERO, J. (1986) identificación comportamientos y características deseables del

profesorado de ciencias experimentales del bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), pp. 209-222

BROWN, S. Y GLASNER, A. (2003). *Evaluar en la universidad. Problemas y nuevos enfoques.* Madrid: Narcea.

DELGADO, A.M. (coord.), Borge, R., García, J., Oliver, R. y Salomón, L. (2005). *Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior.* Madrid: Dirección general de Universidades. MEC.

DUMAS-CARRÉ, A., FURIÓ, C. y GARRET, R. (1990) Formación inicial del profesorado de ciencias en Francia, Inglaterra, Gales y España. Análisis de organización de los estudios y nuevas tendencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 8(3), pp.274-281

FERNÁNDEZ PÉREZ, M. (1986). *Evaluación y cambio educativo: análisis cualitativo del fracaso escolar*. Madrid: Morata.

FERNÁNDEZ SIERRA, J. (1996). ¿Evaluación? No, gracias, calificación. *Cuadernos Pedagogía*, 243, 92-97.

FREIRE, P. (1990). *La naturaleza política de la educación*. Madrid: Paidos–MEC.

FURIÓ, C. (1994) Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp.188-199.

FURIÓ, C., PESSOA, A.M. y SALCEDO, C. E. (1992) Formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas específicas. *Investigación en la Escuela*, 16, pp.7-12.

GIL, 1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 69-77.

GIL, D., PESSOA, A. M., FORTUNY, J. M. y AZCÁRATE, C. (1994) *Formación del profesorado de ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras.* Madrid: Editorial Popular.

GIMENO SACRISTÁN (1988) *El currículum: una reflexión sobre la práctica.* Madrid: Morata.

JORBA, J. Y SANMARTÍ, N. (1994) *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: MEC.

LÓPEZ LUENGO, M.A., VALLÉS, C., LÓPEZ PASTOR, V., PALACIOS, A., CARABIAS, D., MANRIQUE, J. C., TORREGO, L. M., GUTIERREZ, A. (2007) Investigación-acción en docencia universitaria: la evolución del seminario de evaluación formativa y compartida del Campus de Segovia. En *Investigación acción Participativa. Reflexiones y experiencias.* RODRÍGUEZ

ROJO, M y TORREGO, L. M. (Coord.) Valladolid. Universidad de Valladolid y CARN. (En CD).

LÓPEZ PASTOR, V.M. (1999). *Prácticas de evaluación en Educación Física: estudio de casos en Primaria, Secundaria y Formación del Profesorado.* Valladolid: Universidad de Valladolid.

LÓPEZ PASTOR, V. M., MARTÍNEZ, L. F. y JULIÁN CLEMENTE, J. A. (2007). La Red Nacional de Evaluación Formativa, Docencia Universitaria y Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Presentación del proyecto, grado de desarrollo y primeros resultados. *Revista de Docencia Universitaria*, 2. Consultado el 26 de mayo de 2008 en http://www.um.es/ead/Red_U/2/

POPE, M. L. (1988) *Anteojos constructivistas: implicaciones para los procesos de enseñanza aprendizaje.* Alcoy: Marfil.

PORLÁN, R. Y RIVERO, A. (1998) *El conocimiento de los profesores.* Sevilla: Diada.

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), pp. 155-171.

ROVIRA, M. (COMP.) (2000). *Evaluación como ayuda al aprendizaje.* Barcelona: Graó.

SALINAS, D. (2002). *¡Mañana examen!: la evaluación entre la teoría y la realidad.* Barcelona: Graó.

SANMARTÍ, N. (2007) *Diez ideas clave evaluar para aprender.* Barcelona: Graó.

SANTOS GUERRA, M.A. (1993). *La evaluación, un proceso de diálogo, comprensión y mejora.* Archidona, Málaga: Aljibe.

SCHÖN, D. A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y del aprendizaje de los profesionales.* Barcelona: Paidós-MEC.

STENHOUSE, L. (1984) *Investigación y desarrollo del currículum.* Madrid: Morata.

UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO INTERDISCIPLINAR EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

Josep Bonil, Conxita Màrquez, Teresa Ribas, Oriol Guasch

PALABRAS CLAVE: Formación inicial, Interdisciplinariedad, Primaria,

RESUMEN: La coordinación entre el profesorado de diferentes disciplinas es una asignatura pendiente en las etapas universitarias. En la propuesta didáctica que aquí se expone, hemos desarrollado conjuntamente entre dos asignaturas de la titulación de Maestro de Educación Primaria, una parte de los respectivos programas que tienen una serie de puntos en común. Las cuestiones metodológicas han constituido un aspecto importante de la propuesta, ya que se ha dado un rol al alumno, más participativo y más consciente de su aprendizaje. Pero, uno de los aspectos más destacable es la constitución de un seminario permanente del conjunto del profesorado que imparte estas asignaturas, con la finalidad que la reflexión conjunta permita ajustar las propuestas de enseñanza a las necesidades formativas de los estudiantes.

ABSTRACT: The coordination between teachers from different disciplines is a not solve problem in the university stages. In the didactic proposal that is exposed, we have developed together, from two subjects (science education and language education) from the qualification of Teacher of Primary Education, a part of the respective programs that have some points in common. The methodological questions have constituted an important aspect of the proposal, since a more participative and more conscious of their learning role has been given to the students. But, one of the most relevant aspects is the constitution of a permanent seminary of the whole teaching staff that gives these subjects, with the purpose that the joint reflection allows adjusting the teaching proposals to the formative needs of the students.

1. EL CAMBIO METODOLÓGICO

Nos encontramos en un momento en el que es necesario y oportuno emprender una revisión de la manera de plantear la docencia universitaria y, de una manera especial, en una carrera claramente profesionalizadora como la de formación de maestros. Las concepciones vigentes sobre la enseñanza y el aprendizaje y el debate actual a raíz de la construcción del espacio europeo de educación superior nos dan elementos para analizar nuestras prácticas docentes e introducir mejoras.

Dado que hablamos de los estudios de maestro, el carácter interactivo de los diferentes tipos de conocimientos que queremos que nuestros estudiantes adquieran constituye una problemática importante y largamente tratada en la literatura sobre la formación de profesorado.

Como se ha apuntado en otros trabajos (Guasch, Milian, Ribas, 2003:140), hay que incidir de manera coordinada en tres ámbitos de conocimiento: a) el saber científico sobre la enseñanza y el aprendizaje de los diferentes contenidos disciplinares, que al comenzar el curso suele ser escaso, fragmentario y basado en clichés académicos adquiridos en la propia escolaridad; b) las creencias y valores, fundamentadas también en la experiencia, que nos hacen determinar que hay que relacionar los conocimientos de los estudiantes, básicamente prescriptivos, poco conscientes y muy dependientes de factores ideológicos, con una conceptualización sistemática y estructurada de estos conocimientos, más propia del mundo de la ciencia; y c) el conocimiento práctico, que si bien los estudiantes tienen poco adquirido directamente -sólo en sus estancias de prácticas a las escuelas-, sí que han ido consolidando una manera de hacer a lo largo de la experiencia de escolarización de muchos años.

En este marco, pensamos que la docencia debe contemplar una metodología que permita establecer un lazo entre teoría y práctica, entre saberes científicos, valores y saberes prácticos, que evite planteamientos aplicacionistas de los saberes científicos y las teorías, y que se base en una formación a través de la experimentación y de la reflexión sobre la práctica. En un contexto que favorezca la relación entre disciplinas como forma de llegar a un conocimiento más complejo del mundo escolar. Es necesario, por ello, aproximar el mundo escolar y el universitario, e incidir sobre las creencias de nuestros estudiantes cuando llegan a la facultad, que se sitúan en dos ámbitos muy diferenciados: el de las experiencias vividas en el campo de la enseñanza, y el de las “teorías”, entendidas como verdades científicas, que proporciona la formación inicial.

2. Marcos de referencia

En lo concerniente a la enseñanza y el aprendizaje en situación escolar, hay dos líneas de búsqueda y de trabajo que nos proporcionan un marco teórico para la experiencia que presentamos.

Por un lado, la aportación que se hace desde el ámbito de la enseñanza de las ciencias experimentales donde se postula que aprender y enseñar ciencia es hacer que los alumnos se pregunten sobre los fenómenos que suceden en el universo y elaboren respuestas para estas preguntas, que comuniquen sus ideas y sus conocimientos, que aprendan las formas propias de la ciencia para hablar de estos fenómenos, ya que es una condición indispensable para poder aprenderla. Es a través del lenguaje que se va generando el conocimiento científico dentro del aula, por lo tanto aprender ciencia querrá decir aprender a utilizar este lenguaje específico: “Establecer esta relación entre hacer, pensar y escribir es la que denominamos hacer a ciencia.” (Izquierdo y Sanmartí, 2003: 14)

Según estas autoras, el proceso de un aprendiz de ciencias sigue dos caminos paralelos: sus ideas evolucionan mientras el lenguaje para expresarlas también lo hace. Y "no se puede pensar en ayudar a los alumnos en su proceso de construcción del conocimiento científico sin ayudarlos a identificar y utilizar nuevas maneras de hablar y de escribir." (Izquierdo y Sanmartí, 2003: 19)

La otra aportación que tenemos en cuenta es la tradición que se conoce como Content-based Language teaching se plantea el uso de la lengua en situaciones significativas y en interacciones auténticas: las que tienen lugar en el aula para trabajar y aprender los contenidos escolares de todas las materias. Estas situaciones constituyen un entorno idóneo para aprender la lengua, al mismo tiempo que representan una economía del tiempo de instrucción: todas las situaciones escolares son, además, espacios para enseñar y aprender la lengua. Este planteamiento es especialmente interesante en programas de enseñanza plurilingüe, en qué la escuela utiliza lenguas que no son la familiar de los alumnos.

Basadas en una perspectiva constructivista del aprendizaje, los trabajos que se elaboran dentro de esta tradición ponen mucho énfasis en las decisiones que hay que tomar sobre el currículo y en la reflexión que estas decisiones deben generar: reflexión sobre cuál es la finalidad de la educación lingüística, sobre los resultados concretos que se quieren obtener y el tipo de experiencias didácticas que ayudarán a los alumnos a lograr estos resultados.

Tenemos, pues, dos líneas de trabajo o dos tradiciones de búsqueda con un amplio espacio de coincidencia que nos proporcionan el marco para plantear un trabajo interdisciplinario entre dos asignaturas de áreas de conocimiento diferentes: hay, pues, fundamentación para pensar que dar una visión de diálogo entre ciertos contenidos del área de Didáctica de la lengua y del área de Didáctica de las ciencias puede ayudar a preparar mejor los futuros maestros para desarrollar su tarea a la escuela.

3. Contexto de la experiencia

El contexto en el que se sitúa la experiencia que presentamos es la Titulación de Maestro de Educación Primaria, que prepara los profesionales que deberán hacer de maestro de niños y niñas de 6 a 12 años. La formación que se da es una formación generalista, que abraza todas las áreas del currículo escolar obligatorio, y que pretende dar fundamentos teóricos y herramientas prácticas para fundamentar la actuación de un maestro reflexivo y capaz de adaptarse a las diferentes situaciones con las que se encontrará en cada realidad particular.

Las dos asignaturas implicadas en esta experiencia son Didáctica de la Segunda Lengua y Didáctica de las Ciencias, las dos del tercero y último

curso de la carrera, que se cursan, pues, simultáneamente. La primera de estas asignaturas ya hace años que se replanteó la manera de trabajar en el aula y ha obtenido una ayuda de mejora de la calidad docente para hacer esta tarea. En el caso de Didáctica de las Ciencias también ha habido una revisión hace unos años, a partir de plantear la necesidad de ambientalizar los contenidos de la asignatura. Para favorecer este proceso se han incorporado las aportaciones del paradigma de la complejidad como eje estructurante de los contenidos del curso.

En estos momentos esta Titulación se encuentra iniciando un Plan Piloto (el 2005-06) y en el último año ha habido un grupo reducido de profesores que han iniciado voluntariamente un trabajo común de transformación metodológica de la docencia siguiendo los parámetros de los créditos europeos. Esta ha sido la ocasión para que las dos asignaturas implicadas en la experiencia establecieran unos objetivos comunes y llevaran a cabo un trabajo de seminario desde el mayo de 2003.

4. La experiencia.

Como ya hemos dicho, el trabajo conjunto y continuado del profesorado de las dos asignaturas ha sido el primer elemento necesario e imprescindible. Eso se ha traducido en una serie de actividades diversas que a continuación expondremos.

En primer lugar, el diseño de la experiencia es fruto de la voluntad entre el profesorado de compartir y coordinar los objetivos y planteamientos metodológicos de las clases respectivas, después de la constatación que seguíamos caminos muy paralelos. En este sentido se han realizado acciones en dos líneas diferenciadas: 1) En cuanto a los contenidos de las asignaturas, se ha diseñado un tema (o subtema) común, relacionado con los marcos teóricos apuntados en el apartado anterior, y se ha programado una sesión de clase larga para hacer al mismo tiempo entre las dos asignaturas. 2) En cuanto a los planteamientos metodológicos, tal como hemos apuntado en el primero apartado de este texto, el momento actual ha hecho repensar la manera de hacer las clases y eso lo hemos hecho conjuntamente desde las dos asignaturas, dado que van dirigidas a los mismos alumnos.

Como nuestras materias tienen la característica de vincular teoría y práctica, la sesión conjunta se ha basado en unos materiales recogidos en situaciones escolares reales, en las clases de unas maestros que participaban en un seminario grupo de trabajo sobre formación científica coordinado por uno de los docentes participantes en el proyecto y que han aceptado colaborar para proporcionar los materiales para la experiencia.

La sesión conjunta de clase entre las dos materias, que duró dos horas y media, se proponía los siguientes objetivos:

- Reconocer las situaciones de aula como situaciones complejas donde dialogan maestros, alumnado y contenidos de una diversidad de disciplinas.
- Establecer un espacio de diálogo entre las asignaturas de Didáctica de las ciencias experimentales y Didáctica de la segunda lengua.
- Identificar dentro del contexto de aula algunos de los contenidos básicos de las asignaturas que participan en la experiencia.
- Establecer conexiones entre los contenidos básicos de cada una de las disciplinas.

La clase consistió en la puesta en marcha de un proceso de reflexión y discusión con los alumnos a través de la presentación de unos fragmentos en vídeo de clases de ciencias naturales de segundo y sexto curso de Educación Primaria. Las clases registradas tienen como lengua vehicular el castellano, que es la segunda lengua de los escolares (L2). Los temas tratados son, en 2º curso, la electricidad; y en 6º curso, las semillas.

A lo largo del vídeo se presentan algunos fragmentos que tienen interés desde las dos asignaturas. Cada asignatura presenta tres preguntas que se van respondiendo siguiendo una dinámica de grupos pequeños, primero, y grupos más grandes, después. También se plantean primero cuestiones a partir de un área de conocimiento para confrontarlas después con la otra área. Finalmente hay una sesión conjunta con los profesores y todo el grupo de la clase, en qué se ponen en común los elementos más significativos.

Desde el área de la Didáctica de las Ciencias, los aspectos sobre los que gira la reflexión son los siguientes:

- ¿Cómo utilizan las maestras su discurso, especialmente las preguntas, para favorecer los procesos de modelización del alumnado?
- ¿Qué fases del ciclo de aprendizaje se reconocen en las dos experiencias de aula presentadas en el vídeo?
- ¿Qué herramientas utiliza el alumnado para representar su modelo mental? ¿Crees que hay temáticas más difíciles de representar que otras?

Desde la Didáctica de la segunda lengua, se ha centrado la atención en los siguientes puntos:

- Las clases que observamos se realizan en la segunda lengua de los escolares y de las maestras. ¿Los niños y niñas hablan siempre en la segunda lengua o recurren también a la primera? ¿Si recurren, cuándo lo hacen? ¿Cómo lo hacen? ¿Por qué lo hacen?

- La maestra dirige y regula la interacción durante toda la clase. ¿Qué estrategias utiliza para favorecer la participación de los escolares y la construcción social del conocimiento lingüístico?
- En estas clases que observamos se enseña y se aprende ciencias en L2. ¿Los objetivos de aprendizaje del ámbito de las ciencias y los del ámbito de la lengua son totalmente diferenciados, o bien se superponen en algún momento? ¿Las dos materias se van alternando a lo largo de la clase o hay actividades que implican aprendizaje referido a los dos ámbitos simultáneamente?

A partir de estas preguntas se guía la reflexión alrededor del hecho que la maestra, a través de su discurso, construye situaciones que favorecen los procesos de evolución del conocimiento científico del alumnado y, a la vez, permiten la construcción del conocimiento lingüístico. Las intervenciones de la maestra establecen un equilibrio entre la atención al flujo comunicativo y a los contenidos que se tratan (la electricidad, las semillas), y la atención a las formas lingüísticas que se utilizan. Se trata de dos tipos de aprendizajes simultáneos y que tienen lugar en el transcurso de una misma tarea.

Asimismo, con esta reflexión se presenta el lenguaje verbal como una herramienta muy potente para representar los modelos mentales del alumnado, es a través del lenguaje como los alumnos comunican sus ideas, interpretaciones, formulan preguntas, etc. También se puede ver como las herramientas que se utilizan para la representación de los contenidos (lenguaje verbal, dibujos, esquemas…) condicionan el mismo contenido y contribuyen a su consolidación. La perspectiva del aprendiz respecto de la lengua vehículo de enseñanza, que sea su lengua familiar o no, condiciona de diferente manera los procesos de aprendizaje de los contenidos que se tratan. Y, a la vez, la situación de utilización de las lenguas con una finalidad comunicativa real es el mejor marco en el que se puede desarrollar el aprendizaje lingüístico.

En referencia a la evaluación se puede decir que la experiencia favorece que el alumnado alcance tres de los cuatro objetivos planteados. Tanto en las evaluaciones realizadas por el equipo docente como las elaboradas por el propio alumnado (i) se reconoce la complejidad de las situaciones de aula y la necesidad de poner en contacto los contenidos de las dos disciplinas. (ii) La estructura de la experiencia favorece el diálogo entre las asignaturas, aspecto facilitado por la presentación del trabajo en dos fases, inicio y final de cuatrimestre y con la presencia de los dos docentes. (iii)El alumnado es capaz de identificar los contenidos básicos de cada asignaturas en el contexto que se presenta y utilizarlos para justificar los juicios que elabora, aunque (iv) presenta dificultades para establecer

conexiones entre ellos. Este último aspecto constituye un reto para los próximos cursos.

5. Conclusión

La primera conclusión que queremos apuntar es que este ha sido el inicio de un trabajo que es interesante para la mejora de la formación que damos a los maestros y que debe continuar en esta línea. El alumnado, a través de unos cuestionarios escritos y de una conversación colectiva, valora muy positivamente la experiencia y destaca que es una buena manera de aproximarse al mundo de la práctica y que es la primera vez que trabajan de manera estrecha entre dos asignaturas.

La segunda conclusión es que para llevar a la práctica una experiencia de estas características se necesita un trabajo previo de colaboración entre el profesorado de los distintos ámbitos, porque no es sencillo poner de lado tradiciones que tienen un marco conceptual y una manera de hacer diferentes. Eso nos hace pensar que para coordinarnos entre materias y profesores diferentes hay que prever un camino de una cierta duración, que puede ir evolucionando y que no puede quemar etapas. Para acordar conjuntamente a qué competencias transversales daremos más importancia, cómo las trabajaremos y cómo las evaluaremos, hay que haber puesto en común las ideas que tenemos unos y otros sobre qué es enseñar y aprender y las diferentes maneras de hacer concretas en lo concerniente a la preparación de la docencia.

También creemos que es interesante resaltar que esta experiencia, además de proponerse coordinar dos asignaturas, también ha buscado nuevas formas de docencia que responden a un cambio de modelo docente, que quiere decir un cambio en las horas de dedicación, tanto del profesorado como del alumnado, y una búsqueda de nuevos recursos para utilizar en el aula. De la misma manera, se ha buscado una vinculación clara entre la formación inicial y el contexto profesional. Estos otros factores, presentes también en la experimentación pero que no se han tratado ahí por falta de espacio, han sido igualmente decisivos para lograr los buenos resultados de la experiencia.

Referencias bibliográficas

Guasch, O.; Milian, M.; Ribas, T. (2003): Una experiència d'ensenyament de la didàctica de la llengua en contextos plurilingües. Dins J. Perera, L. Nussbaum i M. Milian (eds.): *L'educació lingüística en situacions multiculturals i multilingües*. Barcelona: ICE de la UB, 137-149

Izquierdo, M.; Sanmartí, N. (2003): "Fer" ciència a través del llenguatge. Dins N. Sanmartí (coord.): *Aprendre ciència tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: edicions 62, 9-28

PROBLEMAS PARA APRENDER CIENCIAS: ALGUNAS PROPUESTAS PARA SU DISEÑO Y EJEMPLOS

Mercè Izquierdo (1), Digna Couso (2) y Cristian Merino (3)

1 Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Grup de Llenguatge i Ensenyament de les Ciències (LIEC),

Universitat Autònoma de Barcelona; merce.izquierdo@uab.cat

2 Centre de Recerca en Educació Científica i Matemàtica (CRECIM)

Universitat Autònoma de Barcelona; digna.couso@uab.cat

3 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Grup de Llenguatge i Ensenyament de les Ciències (LIEC), Universitat Autònoma de Barcelona.

Facultad de Ciencias Básicas y Matemáticas. Instituto de Química; cristian.merino.r@exa.pucv.cl

PALABRAS CLAVE: enseñanza de las ciencias, resolución de problemas, formación docente, CTS, Toulmin

RESUMEN: Identificar un problema e intentar resolverlo ha sido considerado como el principal estímulo para la investigación científica: en el proceso de resolución se producen variaciones conceptuales gracias a las cuales los conocimientos científicos *(teorías, procedimientos y lenguajes)* evolucionan. Este esquema se ha aplicado también a la enseñanza de las ciencias, con diversos resultados. En este trabajo presentamos algunas ideas epistemológicas que permitirían diseñar problemas para aprender, que consideramos imprescindibles para la formación de profesores de ciencias tanto inicial como continuada. En este sentido, hemos trabajado en un seminario de profesores universitarios y hemos introducido estas ideas en las asignaturas de ciencias de la formación inicial de maestros. Asimismo presentamos 5 tipos de problemas y 3 vías de resolución, sumando así 15 variantes para clasificar el diseño de problemas a partir de postulados toulminianos.

SUMMARY: Identifying a problem and trying to solve it has been considered the main stimulus for scientific investigation: in the process of resolution conceptual variations are produced which allow the scientific know-how (theories, procedures and languages) to evolve. This idea has also been applied in science education, with diverse results. In this work we present an epistemological framework that would allow the design of problems to learn, which we consider indispensable for initial and continuous teacher education. In this sense, we have worked in a seminar of university teachers and we have introduced these ideas also in the science subjects of pre-service primary school teachers. In addition, we present 5 types of problems and 3 ways of resolution, which sum up to 15 variants to classify the designing of problems according to Toulmin postulates.

KEYWORDS: Science Education, problem-solving, teacher education, STS, Toulmin

1. LOS PROBLEMAS PARA APRENDER.

Resolver problemas como estrategia de aprendizaje implica repensar los problemas como "problemas para aprender", es decir, problemas que hacen posible la emergencia de nuevo conocimiento (Gil, 1990; Perales, 2000). Han de ser "problemas auténticos" (Garret, 1988; Giere, 1988), en el sentido de problemas que plantean "buenas preguntas": que hacen pensar, que el estudiante puede entender y compartir, que puede formular con sus propias palabras (Roca, 2008). Los estudiantes han de tener ocasión de ensayar las estrategias de resolución y por ello estos problemas han de poder ser resueltos con autonomía por parte de los estudiantes (disponiendo de la ayuda del docente), es decir, son problemas que presentan un reto alcanzable: se sitúan en la Zona de Desarrollo Próximo (ZPD) del alumno.

Pero ¿cómo conseguimos diseñar estos problemas para aprender? ¿Cómo sabemos si un problema sirve para aprender? Éste es un reto importante para los docentes de ciencias. Podemos empezar por analizar los enunciados de los problemas a partir de las consideraciones que se han realizado hasta aquí y que se concretan en tres aspectos:

- la finalidad docente del problema;
- la pertinencia de su contenido y la aportación específica que hace su formato a la finalidad de aprendizaje que se persigue;
- la estrategia de resolución que se quiere potenciar.

Así, por ejemplo en un anterior trabajo (Izquierdo, 2005a, 46) propusimos una pauta de análisis de los problemas en la que se desarrollan estos tres aspectos los cuales, en un buen problema, han de estar relacionados de manera coherente.

2. ¿QUÉ ES LO QUE CARACTERIZA A UN PROBLEMA PARA APRENDER? UNA APROXIMACIÓN TOULMINIANA

Los problemas de química (por ejemplo) que aparecen en los libros de texto resaltan la 'idea química' esencial a la que se refiere el enunciado y hacer que los cálculos se relacionen con ella proporciona mucho más interés al problema. Al intentar generalizar esta idea nos damos cuenta que lo importante de un problema es que coloque al alumno en la frontera entre lo que sabe y lo que ha de aprender, de manera que el esfuerzo por resolver el enigma que se le plantea contribuya a hacer emerger el nuevo conocimiento que se está trabajando en clase. Así, los conocimientos del alumno cambian como consecuencia de haber resuelto el problema, de la misma manera que, según Toulmin y otros filósofos de la ciencia, las

disciplinas cambian a medida que se resuelven los problemas que se plantean en su seno.

S. Toulmin (1972) considera que el conocimiento científico evoluciona a partir de la resolución de problemas. La fuerza motriz de la evolución de la ciencia es la identificación de problemas, problemas que son el resultado de la diferencia entre la exposición de los ideales de la disciplina y lo que realmente se puede hacer en un momento dado.

Problemas = expectativas de resolución - capacidades actuales

Esta idea sobre filosofía de la ciencia nos resulta sugerente para la didáctica de las ciencias y la formación docente, puesto que también así podría caracterizarse un buen 'problema' que ayude a aprender ciencias, haciendo evolucionar el conocimiento del alumno. Ahora bien, los "problemas para aprender" han de poder ser resueltos: de la misma manera que la ciencia avanza por el logro de ideales explicativos particulares (las expectativas de solución de preguntas que se plantean), el logro de los estudiantes es llegar a aprender la ciencia de la escuela. Esto no significa que los problemas en la clase de ciencias sean idénticos a los problemas de la investigación científica; al contrario, el diseño de la ciencia escolar y de los problemas a resolver que les son propios no reproduce la dinámica de la ciencia a lo largo de la historia. Los problemas para el aula de ciencias han de adaptarse a las capacidades de los alumnos y a las finalidades y contenidos específicos de la enseñanza en cada uno de los niveles de enseñanza que el alumnado ha de ir superando.

Toulmin identifica cinco tipos diferentes de problemas conceptuales comúnmente encontrados en las ciencias y tres mecanismos diferentes de resolución, con lo cual considera que hay *quince posibles 'variantes conceptuales'* relacionadas con la resolución de un problema. Al utilizar como analogía para la evolución del conocimiento la 'Teoría de la evolución' de Darwin, considera que estos nuevos conceptos emergentes sólo pueden consolidarse si encuentran el *'nicho'* adecuado, es decir, si la comunidad científica los incorpora al *'corpus de conocimiento institucionalizado'* y si los transmite, a través de la comunicación científica y la enseñanza a los alumnos. Así, según Toulmin, aparecen nuevas disciplinas y evolucionan las ya existentes.

Los cinco tipos de problemas son los siguientes:

1. La extensión de nuestros procedimientos explicativos actuales a nuevos fenómenos. Siempre hay ciertos fenómenos naturales que es

razonable suponer que se van a poder explicar, pero para los que todavía no dispone de procedimiento para hacerlo.

2. La mejora de nuestras explicaciones sobre determinados fenómenos. Siempre hay algunos fenómenos que se explican sólo hasta cierto punto pero no de manera totalmente satisfactoria.
3. La integración intra-disciplinaria de las ideas dentro de una misma ciencia. Comprenden los problemas que se plantean cuando se considera la relevancia mutua de los diferentes conceptos que coexisten dentro de una misma rama de la ciencia.
4. La integración inter-disciplinarias de las ideas de diferentes disciplinas. Algunas veces, conceptos de una disciplina amplían su significado y pueden ser aplicados con éxito a otra
5. La resolución de los conflictos entre científicos y las ideas extra-científicas. Estos problemas surgen como consecuencia de los conflictos entre los conceptos y los procedimientos que actualmente se utilizan en ciencias, por los científicos, y las ideas y las actitudes actuales del público general respecto las mismas ideas y procedimientos.

Para resolver éstas cinco principales tipologías de problemas, de acuerdo con Toulmin las ciencias disponen de tres mecanismos principales de resolución, irreducibles unos a otros:

- Mejorar la representación (modelos teóricos)
- Introducir nuevos sistemas de comunicación (nuevos lenguajes simbología gráfica o matemáticas)
- Refinar los métodos de intervención experimental en los fenómenos (las aplicaciones, los procedimientos, la tecnología)

Los tres mecanismos de solución están relacionados con el hecho de que para responder una pregunta (un problema) se ha de comprender el contexto en el que el ésta se genera, que se caracteriza por cómo se representa el fenómeno, cuál es el lenguaje con el cual se expresa la intervención en él y las aplicaciones que se pueden dar a estas intervenciones.

Los cinco tipos de problemas a los que se refiere Toulmin y los tres procesos de resolución nos proporcionan ideas y recursos para diseñar auténticos *'problemas para aprender'* que impulsen el proceso de modelización en la ciencia escolar porque presentan situaciones en las cuales pueden plantearse 'buenas preguntas', es decir, aquéllas que dirigen la atención del alumno hacia las principales cuestiones que deberá resolver para comprender 'dónde está el problema'. Como veremos a

continuación, tener en cuenta los cinco tipos de problema nos ayuda a superar la tendencia a presentar problemas pertenecientes a una sola disciplina; y procurar que los problemas se resuelvan poniendo en juego los tres procesos de resolución (modificando la representación, refinando el lenguaje, introduciendo nuevas técnicas experimentales) asegura que la actividad escolar se asimile a la actividad científica.

En efecto, los cinco tipos de problemas que impulsan el cambio en las disciplinas, según Toulmin, tienen relación con el proceso de modelización propio de la actividad científica escolar (Erduran y Duschl, 2004; Izquierdo 2005b), centrada en la resolución de problemas auténticos y contextualizados. Algunos de estos tipos de problemas, que coinciden con los problemas más tradicionales en la clase de ciencias, plantean preguntas propias de la disciplina y del tema que se está estudiando: son los problemas del tipo 1, 2 y 3. Su relación con el proceso de modelización es evidente. Los problemas de tipo 1 se plantean en el marco de uno de los modelos teóricos de la disciplina y el 'caso' problemático que ha de llegar a ser explicado al resolver el problema es el 'hecho' que ha de llegar a ser considerado como parte del modelo. Los problemas del tipo 2 inciden en la propia argumentación que 'explica porque un hecho forma parte / es justificado en términos de las entidades del modelo. Los problemas de tipo 3 requieren la relación entre entidades del Modelo que, a su vez, sólo pueden comprenderse si se establecen las oportunas relaciones entre diferentes hechos o ejemplos paradigmáticos del Modelo.

Pero una gran parte de estos problemas (que podemos calificar de 'reales' porque tienen que ver con episodios que los alumnos conocen, han experimentado y pueden identificar) pertenecen a más de una disciplina simultáneamente: son los problemas del tipo 4 y 5. Los problemas del tipo 4 combinan conceptos de más de una disciplina y requieren un punto de vista o Modelo Teórico 'ad hoc' que permita dar sentido a la pregunta que formula el problema; son interesantes porque permiten desarrollar criterios para seleccionar los conocimientos adecuados y pensamiento crítico. Los problemas de tipo 5 plantean conflictos con el uso social del conocimiento: con el 'sentido común, con la opinión social, con las decisiones que se han de tomar. A continuación algunos ejemplos de tipos de problemas según la clasificación de Toulmin para la enseñanza de la química.

1. La extensión de nuestros procedimientos explicativos a nuevos fenómenos: la identificación de una nueva sustancia
2. La mejora de nuestras explicaciones a determinados fenómenos: la irreversibilidad de algunos de ellos y sus consecuencias

3. La integración de explicaciones en una misma disciplina: por ejemplo, relacionar la 'electricidad' y la 'vida', ampliar el significado de 'oxidar y reducir'.
4. La integración interdisciplinar: entre la biología y la química, entre la física y la química…sin que se reduzca una de las explicaciones a la disciplina a la otra
5. La resolución de los conflictos entre científicos e ideas científicas. Este es el caso más frecuente en el aula, ya que la escolarización es un proceso de "inculturación" que se ocupan siempre con el contraste entre las nuevas ideas científicas y de nuestra propia manera de interpretar. Por ejemplo, conflictos con una supuesta 'desaparición de la materia' al no tener en cuenta la existencia de substancias gaseosas

Si el objetivo principal es aprender a razonar en el marco de modelos científicos, la ciencia en la escuela necesita '*problemas*' que contribuyan al desarrollo del conocimiento de hechos concretos que son relevantes para nuestra cultura, de tal manera que se adquiera competencia para intervenir en ellos. Pero debemos recordar que estos cambios en la enseñanza requieren cambios muy importantes en la evaluación y promoción de la autorregulación de los alumnos, aunque no podemos ocuparnos de ellos aquí y ahora. También requieren cambiar la manera de trabajar, tendiendo hacia una valoración positiva del trabajo cooperativo en la solución de problemas, que ha demostrado ampliamente su eficacia (Heller, Keith, y Anderson, 1992). Duit, Roth, Komorek, Wilbers (1998), por ejemplo, realizaron un estudio sobre el discurso de los estudiantes durante el experimento en un aula, e informan que el cambio conceptual se vio facilitado por las discusiones entre los estudiantes. En este sentido, si la enseñanza se propone desarrollar actividad científica representada por la capacidad de resolver problemas auténticos, lo que se ha de pedir finalmente a los alumnos es participación en las clases: pensar, actuar, tomar decisiones, hacer preguntas, escribir, argumentar, discutir…. En efecto, la discusión ayuda a los estudiantes a solucionar conflictos de ideas y ajustar la ampliación de sus conceptos, con lo cual se favorece la construcción de soluciones (Hestenes, 1987).

Asimismo, de la resolución de problemas que involucra procesos de modelización, la perspectiva de Toulmin tiene en cuenta dos procesos más que amplían enormemente el concepto de problema: se incluyen las prácticas experimentales y se da mucha importancia al *lenguaje*. Así, por un lado, se tienen en cuenta procesos de resolución de los problemas que son puramente lingüísticos: una buena argumentación, un uso creativo del lenguaje simbólico, la capacidad de leer de manera crítica un enunciado y completarlo son formas de resolver problemas. Por otro lado, la inclusión

de problemas prácticos permite también aprovechar los conocimientos tecnológicos para explorar nuevas maneras de intervenir en los fenómenos para comprender mejor su funcionamiento. Con ello se contribuye también a la adquisición de una imagen de ciencia como actividad humana transformadora del mundo que se ajusta a lo que son actualmente las ciencias: unas '*tecnociencias*' que están evolucionando hacia unas '*big sciences*' con un impacto muy grande en la cultura del siglo XXI.

3. Consideraciones finales.

La resolución de problemas ha estado íntimamente relacionada, durante mucho tiempo, con los exámenes: eran una manera de determinar si los estudiantes podían superar el curso o debían repetirlo. Sin embargo, se ha visto que tener éxito en la resolución de un determinado tipo de problema (cuantitativo, descontextualizado, referente a situaciones poco significativas para los alumnos) no aumenta la competencia de éstos para resolver nuevos problemas ni para pensar de manera científica. Todo ello ha conducido a una nueva manera de enfocar la resolución de problemas: hacerlos más auténticos, más cercanos a los estudiantes y a sus conocimientos reales y relacionarlos con el lenguaje, la experimentación científica y sobre todo con el proceso de modelización, el cual ha de ser el núcleo de la actividad científica escolar.

Las ideas de Toulmin nos han inspirado en el proceso de diseño de la ciencia en la escuela y también en el proceso de orientar y evaluar los resultados obtenidos por los alumnos. Hemos de continuar explorando las posibilidades que nos ofrecen las quince variantes conceptuales que Toulmin identifica para diseñar problemas que aprovechen todas las posibilidades de impulsar la emergencia de nuevos conocimientos en la clase de ciencia, gracias a una actividad conjunta, científica, de profesores y alumnos que se enfrentan a auténticos problemas en el contexto en el cual viven y esperan llegar a trabajar. Así, por ejemplo, el análisis de problemas reales según la pauta para el enunciado presentada ha mostrado ser útil para la transformación de problemas tradicionales de lápiz y papel en problemas *para aprender* en el seno de un seminario de profesores de ciencias universitarios[1] (Couso y López, 2005; Izquierdo, 2005a). También hemos aplicado este tipo de problemas en las asignaturas de física y química de la formación inicial de magisterio. Algunos resultados de ambas experiencias serán discutidos y presentados en el congreso. Continuamos trabajando en esta línea con la intención de encontrar y discutir ejemplos para las 15 variantes de tipología de

[1] Grupo de interés de la Unidad IDES (Innovació Docent i Educació Superior) de la UAB

problemas en biología, física, química para los niveles educativos primaria, secundaria, bachillerato e universidad.

Durante la presentación del trabajo presentaremos con mayor detalle nuestra propuesta de replanteamiento de los problemas de ciencias (ver también Couso, Izquierdo y Merino, *2008*) y discutiremos ejemplos de *problemas para aprender* de las 15 variantes conceptuales sobretodo para las áreas de química y física.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

COUSO, D., IZQUIERDO, M. y MERINO, C. (*2008*) La Resolución de Problemas. En Merino, C., Gómez, A. y Adúriz-Bravo, A. (Eds) *Áreas y Estrategias de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 59-82. ICE-UAB: Bellaterra.

COUSO, D. y LÓPEZ, J. (2005) El problema dels "problemas". Análisi i transformació de l'enunciat de problemas de "paper i llapis" en *Resoldre problems per aprendre. EINES, d' innovació docent en educación superior*, IDES-UAB: Bellaterra.

GIL, D. (1990). *Un modelo de resolución de problemas como investigación*. M.E.C.-Ed.Lábor: Madrid

GARRET, R. M. (1988) Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 224-230.

DUIT, R., ROTH, W.M., KOMOREK, M. y WILBERS, J. (1998). Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: towards an integrative perspective on learning in science. *International Journal of Science Education,* 20*,* 1059-1073.

ERDURAN, S. y DUSCHL, R. (2004). 'Interdisciplinary characterization of models and the nature of chemical knowledge in the classroom', *Studies in Science Education*, 40, 111-144.

GIERE, R.N. (1999). *Science without laws*, The University of Chicago Press: Chicago. GARRET, R.M. (1988) Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículum de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 224-230

HELLER, P., KEITH, R. y ANDERSON, S. (1992) Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics* 60, pp. 627-636.

HESTENES, D. (1987). Toward a modeling theory of instruction. *American Journal of Physics* 55, 440-454.

IZQUIERDO, M. (2005a). "Com fer problemàtics els problems que no en són prou. Noves temàtiques per als problemes de química" en

Resoldre problems per aprendre. EINES, d' innovació docent en educación superior, IDES-UAB: Barcelona.

IZQUIERDO, M. (2005b) ¿Para qué se inventaron los problemas de química? *Educación Química,* 16 (2), 246- 259

PERALES, J. (2000) *Resolución de Problemas*. Madrid: Síntesis

ROCA, M. (2008). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències. Anàlisi de les preguntes dels alumnes en les activitats de la unitat didàctica "El cicle de l'aigua".* Tesis Doctoral, Universitat Autónoma de Barcelona.

TOULMIN, S. (1972). *Human Understanding*. Princeton: Princeton University Press.

AGRADECIMIENTOS

- Proyecto MEC SEJ-2006-15589-C02-02.
- Vicerrectoría de Investigación, Programa de Personal Investigador en Formación (PIF). Universitat Autònoma de Barcelona.
- Unidad de Perfeccionamiento Docente, Programa de Becas de Ayuda. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

LAS PREGUNTAS EN EL PROCESO EDUCATIVO, UNA REFLEXIÓN NECESARIA EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Montserrat Roca Tort. Profesora de ciencias del IES Pla de les Moreres de Vilanova del Camí. Profesora asociada del Departament de didáctica de la matemática i les ciències experimentals de la UAB.

Proyecto SEJ2006-15589-C02-02 del Ministerio de Educación y Ciencia y 2007 ARIE 00049 Generalitat de Catalunya

PALABRAS CLAVE: Preguntas, formación profesorado, selección y secuenciación de contenidos.

RESUMEN: Esta comunicación propone la inclusión de la reflexión entorno a las preguntas en la formación inicial y permanente del profesorado. Dicha propuesta se enmarca en el modelo que entiende el aula como un espacio de comunicación y justifica su interés a partir de la revisión bibliográfica. Esta revisión permite relacionar los objetivos didácticos de una secuencia y las preguntas entorno a las cuales se pueden plantear las actividades.

FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO EN DCE

Todos hemos oído alguna vez el dicho “haces más preguntas que un maestro” y todos los que estamos en las aulas sabemos que las preguntas están presentes en todas las actividades. A pesar de ello la reflexión sobre las preguntas que intervienen en el proceso educativo no está suficientemente presente en la formación inicial del profesorado. En muchas ocasiones los profesores sobre todo los noveles están más preocupados por lo que han de explicar, por “las respuestas” que por las preguntas.

Esta constatación y el hecho de entender las clases de ciencias como un espacio de comunicación donde se habla de fenómenos con el objetivo de acercar la mirada y comprensión que de ellos tienen los alumnos a la mirada más compleja que se tiene desde la ciencia, justifica la necesidad de incluir la reflexión sobre las preguntas en la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias.

Con este fin se ha realizado un trabajo de búsqueda, síntesis e integración de las aportaciones que sobre las preguntas se han hecho desde la psicología, la comunicación, la ciencia y la didáctica. Esté trabajo aporta elementos de reflexión en dos ámbitos: El de la comunicación en el aula y en el de la selección y secuenciación de las actividades de enseñanza. Concretamente, en este último aspecto la comunicación aporta elementos que pueden ser de gran ayuda en el diseño de unidades didácticas.

LAS PREGUNTAS ELEMENTOS CLAVE EN EL PROCESO DE COMUNICACIÓN

La propuesta que aquí se presenta sitúa las preguntas como elemento clave en el proceso de comunicación que se desarrolla en el aula ya que su formulación y respuesta puede favorecer la relación entre los distintos componentes que intervienen en todo proceso de enseñanza aprendizaje. (El conocimiento científico, el conocimiento de los alumnos y los fenómenos que se pretenden explicar). Esta relación se esquematiza en la figura 1.

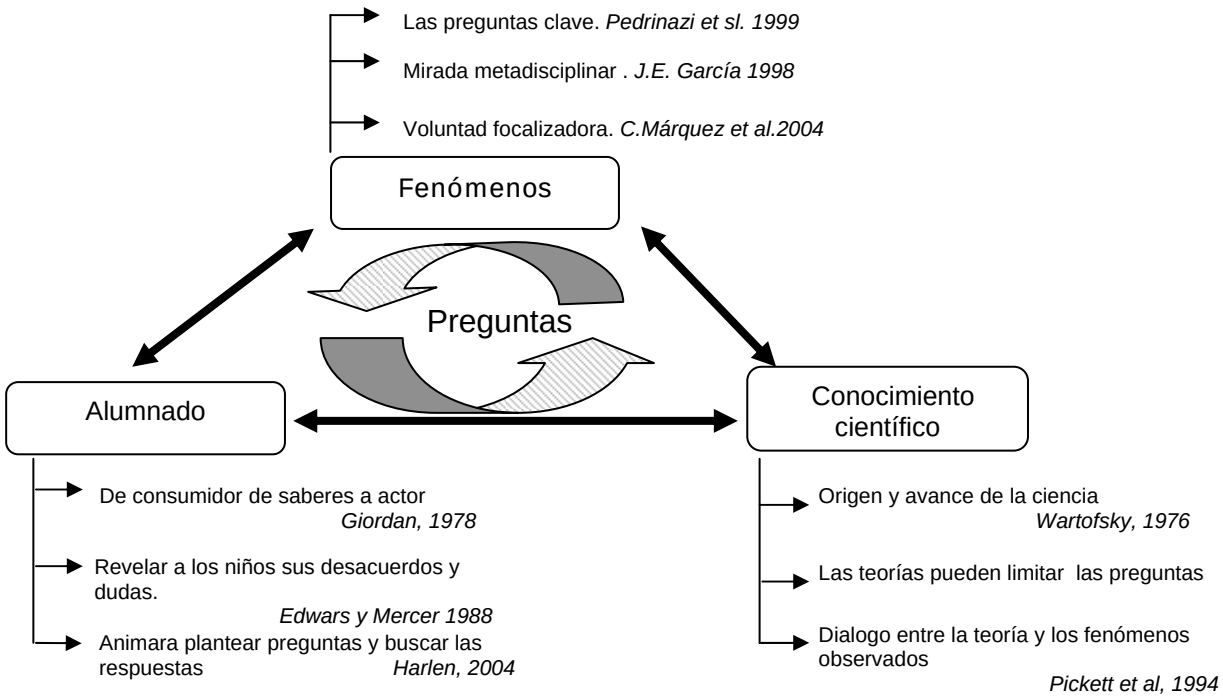


Figura 1: Las preguntas elemento clave en el proceso de comunicación en el aula.

Pero las preguntas a la vez que posibilitan la relación entre estos tres componentes del triangulo didáctico, tienen un papel relevante en cada uno de ellos. Se puede profundizar en

a. Las preguntas y el avance del conocimiento.
b. Las preguntas de los alumnos y su aprendizage
c. Las preguntas y la mirada de los fenómenos

a. LAS PREGUNTAS Y EL AVANCE DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.

Nadie duda que haya sido y es la capacidad de hacer preguntas lo que ha permitido el avance del conocimiento científico. Las preguntas surgen en muchos casos de la observación, ya que la capacidad de observación se amplía continuamente con la utilización de nuevas herramientas y el

tratamiento de nuevos datos lo que conduce a hacer evidentes nuevas situaciones y nuevas preguntas.

Pero hay que tener presente que el proceso de observación y explicación de una nueva situación se hace siempre desde un conocimiento y en el marco de una teoría, por eso esta puede limitar la capacidad de plantear nuevas preguntas y, en definitiva, dificultar la comprensión del nuevo fenómeno.

Esta relación entre explicación y teoría, hace que la capacidad de plantear cuestiones fundamentales se reconozca como un aspecto clave del progreso científico. Las cuestiones son fundamentales para la ciencia si llevan a establecer diferencias, a rechazar, sustituir o ampliar el alcance de una teoría o sus componentes (Pickett, 1994).

b. Las preguntas de los alumnos y su aprendizaje

Contrariamente a la presencia casi constante de las preguntas del profesorado se da poco tiempo e importancia a las formuladas por los alumnos. En algunos casos, estas preguntas no son del agrado del profesorado ya que pueden ser difíciles de contestar, conducir la discusión hacía aspectos conflictivos o no deseados y a desplazar el control y la gestión del aula (Candela,1999)

A pesar de ello son numerosos los expertos que dan importancia a las preguntas de los alumnos**.** Giordan (1978) señala su potencialidad para favorecer una actitud activa, de manera que a través de las preguntas, los alumnos pasan de ser consumidores de conocimiento a ser actores (productores) del mismo. Giordan plantea la necesidad de partir de las motivaciones de los alumnos, de sus preguntas, sus herramientas conceptuales y su modo de pensar y avanzar hacia la formalización de sus observaciones o sus prácticas divergentes.

Otros autores Barnes, Edwards, Mercer, defienden el diálogo entre alumno y maestro para ayudar a revelar a los niños desacuerdos entre sus creencias implícitas y las que ofrece el maestro y favorecer la toma de conciencia de las dudas en las propias ideas (Barnes 1976). Esta toma de conciencia posibilita una situación real de comunicación en la que uno de los hablantes sabe alguna cosa que el otro no conoce (Ogborn et al. 1996).

Para superar la inquietud que provocan las preguntas inesperadas de los alumnos y poder trabajar a partir de ellas hay que tener en cuenta el distinto carácter que pueden tener (Harlen, 2004) hay cuestiones que muestran sorpresa o expresan interés, otras solo piden alguna información mientras las hay que son filosóficas o complejas. En este último caso hay que tener en cuenta que tanta importancia tienen las preguntas como el camino que conduce a su respuesta y por ello es clave

la intervención del profesorado que puede ayudar a través de la discusión a transformar distintos tipos de preguntas en preguntas que conduzcan a la necesidad de buscar pruebas o evidencias para responderlas.

c. Las preguntas y la mirada de los fenómenos

El objetivo del dialogo en el aula no es otro que favorecer que el alumno aprenda a mirar los hechos y fenómenos de su alrededor de un modo mas complejo, en este diálogo las preguntas del profesorado tienen un papel fundamental. Para pensar y seleccionar las preguntas más adecuadas puede ser de interés recuperar aquellas que han sido clave a lo largo de la historia, las que estuvieron en el origen y han dado lugar al estudio del fenómeno del que se trata (Pedrinaci, 1999). También es importante plantear preguntas sobre los métodos de estudio que han permitido llegar a su conocimiento. Finalmente para ayudar a contextualizar y dar más significado al desarrollo de las ideas científicas que se trabajan en el aula no hay que olvidar las preguntas, problemas o conflictos que entorno a ellas están presentes en la actualidad.

Por otra parte Eduardo García (1998) plantea que, para favorecer la transición del pensamiento simple hacia el complejo dentro de la escuela hay que tomar como marco de referencia el conocimiento metadisciplinar, que funciona como un eje que integra, articula y orienta la formulación y organización del conocimiento escolar, entre los conceptos metadisciplinares se pueden destacar los siguientes: diversidad, interacción, sistema, cambio y reorganización permanente. De estos se derivan otros como: recursividad, niveles de organización, intercambio, estabilidad, etc.

Además hay que tener en cuenta que los fenómenos del mundo admiten ser tratados desde muchos puntos de vista y que para establecer un diálogo con ellos, este se debe hacer desde algún modelo explicativo del objeto de estudio. Un de los objetivos de las preguntas es su función mediadora para favorecer que el alumnado se sitúe en una de las diversas disciplinas desde las que se puede abordar el estudio del fenómeno. La focalización en modelos científicos orienta unas determinadas actividades experimentales que ayudan a la evolución de los modelos explicativos científicos del alumnado.

Las preguntas y la selección y secuenciaón de las actividades de aprendizaje

Además de lo expuesto anteriormente, la revisión bibliográfica realizada ha permitido ver que también las preguntas pueden ser útiles en el diseño y secuenciación de actividades de aprendizaje. Por ello, tras la reflexión y caracterización o tratamiento de las preguntas que favorecen el aprendizaje de los alumnos se ha hecho una propuesta de relación entre

los objetivos didácticos de una secuencia didáctica y las preguntas entorno a las cuales se pueden plantear las actividades. La selección de las preguntas se ha hecho teniendo en cuenta la capacidad de favorecer la comunicación en el aula, la focalización del tema y el progreso en las capacidades cognitivas del alumnado. (Roca, 2008)

La figura 2 muestra la relación entre los objetivos didácticos, las preguntas y las posibles situaciones a partir de las que diseñar actividades de aula específicas.

Objetivo didáctico	**Preguntas**	**Características de las preguntas en relación a las diferentes actividades de EA**
Fase de Exploración		
Conocer lo que piensan los alumnos. Promover que los propios alumnos identifiquen aquello que piensan.	– ¿Qué piensas? – ¿Cómo te imaginas? – ¿Por qué crees qué? – ¿Qué te gustaría saber sobre este tema?	Plantear preguntas centradas en la opinión de la persona entorno a situaciones en un contexto bien definido, hechos o fenómenos próximos, entendibles y conocidos por los diferentes alumnos. Problemas actuales, experiencias, observaciones.
Motivar y favorecer la implicación del alumno para que busque explicaciones a los fenómenos planteados. Crear diferencias.	– ¿Cómo puede ser que ....? si en cambio....	Plantear problemas o situaciones actuales y contradictorias que provoquen el reto de buscar explicaciones. Plantear paradojas.
Ayudar a que el alumno vaya entendiendo el objetivo de la unidad didáctica y que empiece a mirar los fenómenos desde los referentes del modelo.	– ¿Qué crees que estudiaremos...? – ¿Qué sabes de este tema? – ¿En qué deberemos pensar para dar respuesta a las preguntas que nos	Plantear preguntas que focalicen y dirijan la mirada desde el modelo objeto de estudio.

	hemos planteado?	
Fase de introducción		
Fijar la atención de los alumnos en aquello que es importante de los objetos, hechos o fenómenos a partir de los cuales se introducirán los nuevos conocimientos.	– ¿Cómo? ¿Donde? ¿Cuáles? ¿Cuantos? – ¿Qué tienen en común...? – ¿Qué tienen de diferente...?	Plantear preguntas que lleven a la descripción de los componentes y procesos significativos, implicados en los fenómenos, incidiendo especialmente en la comparación.
Ayudar al alumno a establecer relaciones entre hechos o fenómenos o a establecer relaciones múltiples.	– ¿Qué pasa? ¿Cómo pasó? ¿Cuando pasó? – ¿Qué cambia?, ¿Qué se conserva? – ¿Cómo es que cuando... tal....?	Plantear preguntas que hagan demandas sobre relaciones significativas desde el punto de vista científico.
Ayudar al alumnado a distinguir entre causas y consecuencias.	– ¿Por qué? ¿A causa de la que? ¿Cómo es que? – ¿Cuál es la causa o la consecuencia? – ¿Por qué cuando eso.... aquello....?	Plantear preguntas que promuevan buscar explicaciones a las relaciones que se observan.
Ayudar a los alumnos a ver la necesidad de buscar pruebas y evidencias para fundamentar las justificaciones y argumentaciones.	– ¿Cuáles de estos datos confirman, ponen en duda? – ¿Qué se puede deducir de los datos...? – ¿Qué aportan los resultados de la experiencia a...? – ¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace?	Plantear preguntas a partir de datos afirmaciones, o experiencias relacionadas con determinados fenómenos. Analizar situaciones problemáticas abiertas y contextualizadas.

	– ¿Por qué se hacen estas medidas y no otras? – ¿Por qué se comparan éstos datos? – ¿Por qué se utilizan estos materiales?	Plantear preguntas a partir de trabajos prácticos llevados a cabo por el alumnado que posibiliten la reflexión sobre la metodología.
Ayudar a que los alumnos identifiquen nuevas maneras de ver, pensar y hablar de los fenómenos estudiados.	– ¿Qué dice (el texto, vídeo, web...) de nuevo que no sabíamos? – ¿Qué nuevas preguntas te planteas ante esta temática?	Plantear preguntas a partir de conocimientos e informaciones aportados por diferentes fuentes.
Fase de Estructuración		
Ayudar a generalizar, definir, establecer categorías.	– ¿Qué tienen en común los de una misma categoría?	Plantear preguntas a partir del resultado de actividades realizadas: comparar, clasificar, definir, sintetizar,...
	– ¿Qué se puede afirmar, generalizar? – ¿Qué entiende el texto por? ¿Cómo define...? – ¿Cómo definirías...?	Plantear preguntas a partir de la información obtenida de diferentes fuentes que tratan de un tema o de algún conocimiento.
Ayudar a destacar y relacionar los aspectos significativos y que ayudan a construir la visión global.	– ¿Qué dice el texto? ¿Cómo lo podríamos decir con nuestras palabras? – ¿Cómo explicaríamos el fenómeno a un compañero que no lo entiende? – ¿En qué debemos pensar para afrontar	Leer textos que den una visión global. Favorecer la elaboración de textos que sinteticen las ideas generales. Favorecer la elaboración de bases de orientación.

	la resolución de problemas similares?	
Fase de Aplicación - Evaluación		
Ayudar a que el alumno apliqué sus conocimientos y se implique en la investigación de soluciones. También a que sea capaz de tomar decisiones y emitir opiniones justificadas.	– ¿Qué consecuencias? ¿Podría ser qué? ¿Qué pasará si?	Aplicar los conocimientos para predecir situaciones futuras.
	– ¿Qué se puede hacer? ¿Cómo se puede resolver...?	Aplicar los conocimientos para dar soluciones a situaciones problemáticas?
	– ¿Qué piensas sobre...? ¿Qué argumentos se pueden utilizar...? – ¿Qué piensas? ¿Qué es para ti más importante?	Elaborar textos con el objetivo de manifestar opinión, argumentar. Hacer juegos de rol, o análisis de situaciones donde se hayan de tomar decisiones justificadas.
Ayudar a que el alumno aprenda a autorregular-se y tome conciencia del que se ha aprendido.	– ¿Qué has aprendido? – ¿Qué diferencias hay entre lo que pensabas y lo que piensas ahora? – ¿Qué nuevas preguntas te planteas? – ¿Qué te ha interesado más?	Plantearse nuevas preguntas.

Figura 2: El proceso de Enseñanza - Aprendizaje y las preguntas

Hacer al profesorado en formación y en activo consciente del potencial de las preguntas es un reto con importantes implicaciones. Las preguntas pueden ayudar al profesorado a seleccionar los contenidos clave, y a

seleccionar y secuenciar las actividades de aprendizaje. También permiten seleccionar las preguntas que pueden dar significado y sentido a los contenidos, promoviendo la motivación para el aprendizaje y dinámicas de clase más participativas.

Introducir espacios para que los alumnos planteen preguntas y reflexionen sobre ellas, y sobre las que han sido propuestas a lo largo de la historia del conocimiento, puede ser una actividad que permita avanzar en la formación de ciudadanos científicamente competentes, objetivo central de la enseñanza de las ciencias en las etapas obligatorias.

> *"Desarrollar la capacitad de los alumnos para utilizar el conocimiento científico para identificar preguntas a las que la ciencia puede dar respuesta y obtener conclusiones a partir de pruebas, con la finalidad de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce".*
>
> OCDE (PISA 2000):

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, D. (1976). *From communication to Curriculum*. Portsmouth, NH: Boynton/Cook-Heinemann.
- CANDELA, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso.* México: Paidós Educación.
- EDWARDS, D.; MERCER, N. (1988). *El conocimiento compartido.* Barcelona: Paidós - MEC.
- GARCÍA, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares.* Sevilla: Diada Editora.
- GIORDAN, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris. Centurion .
- HARLEN, W. (2004). *Teaching, learning and assessing science 5-12.* London. Paul Chapman Publishing PCP.
- MÁRQUEZ, C; ROCA,M; GÓMEZ, A; SARDA,A; PUJOL,RM. (2004). "La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras"*. Investigación en la escuela,* 53, p. 71-81.
- OCDE (2000). *La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos, un nuevo marco de evaluación. Publicado por* Instituto nacional de calidad y evaluación. INCE, MEC. Madrid. p.15
- OGBORN,J; KRESS,G; MARTINS,I; McGILLICUDDY,K. (1996). *Formas de explicar.* Madrid: Aula XXI Santillana.

- PEDRINACI, E.; SEQUEIROS, L. (1999). “Conocer los “archivos” del planeta”. *Alambique,* 22, p. 9-16.
- PICKETT, S. T. A.; KOLASA, J.; JONES, C. G. (1994). *Ecological Understanding.* California: Academic Press, Inc.
- ROCA, M. (2005). “Les preguntes en l’aprenentatge de les ciències”. Tesi doctoral presentada al Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.
- WARTOFSKY, M. W. (1976). *Introducción a la filosofía de la ciencia.* Madrid: Alianza Universidad.

AUTOEVALUACIÓN, COEVALUACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROFESORADO EN EL TRABAJO COOPERATIVO: ¿SON COINCIDENTES?

Puigcerver, M., Colomer, M., Duran, H., García, P., Gold, G., Miró, A., Sanz, M.C. y Llitjós, A.

Dep. de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Fac. de Formació del Professorat, Univ. de Barcelona. Passeig Vall d'Hebron 171, 08028 Barcelona.

PALABRAS CLAVE: Autoevaluación, coevaluación, evaluación, trabajo cooperativo, BSCW.

RESUMEN: Se da cuenta de los resultados obtenidos tras haber efectuado un estudio comparativo de la evaluación de trabajos realizados por grupos cooperativos de alumnos de diversas titulaciones de Maestro de la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Barcelona. Se aprecia que las autoevaluaciones de cada grupo de trabajo pueden ser, en algunos casos, significativamente menos severas que las coevaluaciones del resto de alumnos; éstas pueden ser, incluso, más severas que las evaluaciones del profesorado. Se detecta, en general, un alto grado de honestidad en las coevaluaciones, por lo que se sugiere enfáticamente que éstas formen parte de un proceso de cambio hacia una instrucción centrada en el alumnado.

ABSTRACT: We show the results obtained in a comparative assessment study of cooperative work in small groups carried out by students of the Teaching Training Faculty of the University of Barcelona (Spain). Auto-assessments of each working group may be, in some cases, significantly less severe than the co-assessments of the rest of students, being the latter, in some cases, more severe than professor assessments. In general, a high degree of honesty has been found in co-assessments, so we strongly suggest that they should belong to a changing process towards a new instruction focused in students.

1. INTRODUCCIÓN

Sin querer entrar en detalles acerca de la polémica generada al querer hacer distinciones entre trabajo cooperativo y trabajo colaborativo (ver Matthews et al. 1995, Mc Innerney y Roberts, 2004, Millis y Cottel, 1998), y coincidiendo con Hiltz (1998) en que aporta pocos beneficios realizar una distinción entre cooperación y colaboración, puede constatarse que en la actualidad la metodología de trabajo cooperativo basada en los postulados de Johnson et al. (1999), empieza a tener una cierta implantación en las aulas. Tal y como señalan Klöckner et al. (2000) en relación a esta cuestión, a ello no son ajenas la irrupción y la

consolidación de plataformas telemáticas de trabajo cooperativo como el BSCW (*Basic Support for Cooperative Work*) o Synergeia (una adaptación del BSCW a la docencia, ver Jiménez y Llitjós 2005 para más información). En efecto, ambas plataformas configuran Internet como un espacio de colaboración, facilitando los trabajos de estas características. El profesorado, en este tipo de trabajo cooperativo, juega cada vez menos el papel de director y, voluntariamente, cede parte de la responsabilidad del proceso docente al alumnado (Álvarez et al. 2005).

Dentro de esta dinámica de cesión se incluye el proceso de evaluación, que en buena lógica debe sufrir unos cambios notables respecto al papel que juega en un contexto de enseñanza tradicional. Así, Webb (1993) considera innecesaria la evaluación individual del alumnado después de un trabajo cooperativo que incluye una secuencia evaluativa completa. En este sentido, la coevaluación (ver Topping 1998) y la autoevaluación (ver Bould 1995), pueden ser unos buenos procedimientos, no solamente de evaluación entre iguales y de uno mismo, sino también de una parte del proceso docente.

Sin embargo, este aspecto no deja de ser delicado. Así, entre otros problemas, cabe señalar que uno de las principales reticencias del profesorado es que el alumnado se auto-otorgue puntuaciones idénticas, normalmente elevadas (Kaufman et al. 2000). Otra posible fuente de distorsión podría ser el convencimiento de una parte del alumnado de creer que únicamente el profesorado tiene la habilidad y el conocimiento necesarios para evaluarlos correctamente y, por tanto, se muestran escépticos en referencia al grado de corrección de las calificaciones que otros estudiantes les puedan otorgar (Zhao, 1998). Finalmente, otro problema a tener en consideración reside en el hecho de que no siempre todos los miembros de un grupo cooperativo trabajan realmente de forma cooperativa; por el contrario, a veces se pueden encontrar comportamientos disruptivos que generan, entre otras tipologías, la aparición de los llamados “polizones”, que muestran una pobre ciudadanía de equipo al eludir su responsabilidad dentro del grupo, pero que intentan conseguir la misma calificación que sus compañeros, más responsables (Kerr y Bruun, 1983).

El objetivo principal de este estudio es presentar y discutir los resultados de una experiencia de trabajo cooperativo, bajo la plataforma BSCW, realizada principalmente con alumnado de dos titulaciones de Maestro de la Universidad de Barcelona. La finalidad última ha sido efectuar triangulaciones entre las autoevaluaciones y coevaluaciones de los grupos cooperativos del alumnado, así como entre las evaluaciones efectuadas por el profesorado, con la finalidad de poder detectar posibles sesgos en el

proceso evaluativo y valorar así la fiabilidad de las autoevaluaciones y coevaluaciones en el trabajo cooperativo.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se ha realizado en dos grupos de estudiantes de segundo curso (2006-2007) de las titulaciones de Maestro de Educación Infantil y Maestro de Educación Primaria de la Universidad de Barcelona, dentro de las asignaturas troncales "Conocimiento del Medio Natural" y “Ciencias Naturales y su Didáctica”, respectivamente. En el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas asignaturas, el profesorado solicita la elaboración de una unidad didáctica de algún tema de conocimiento del medio natural incluido en los vigentes *curricula* de Educación Infantil y Educación Primaria. Esta tarea se ha de realizar en grupos de trabajo cooperativo de cuatro alumnos, con el soporte del entorno telemático BSCW, que permite al alumnado trabajar de forma cooperativa sin necesidad de coincidir siempre en el espacio y en el tiempo. Con la finalidad de estimular la capacidad de síntesis del alumnado, el profesorado solicitó a su alumnado que esta unidad didáctica se librara en forma de presentación en PowerPoint.

Una vez que los grupos cooperativos habían acabado sus presentaciones de la unidad didáctica, se utilizó el entorno BSCW como un sistema de repositorio que permitía la consulta de todos los trabajos. Este hecho posibilitó que cada alumno pudiera acceder a todas las unidades didácticas y efectuara no solamente una autoevaluación de su trabajo, sino también las coevaluaciones de los trabajos del resto de grupos cooperativos. Por su parte, el profesorado también evaluó estas unidades didácticas.

Con la finalidad de orientar el proceso de evaluación, el profesorado facilitó al alumnado una hoja de evaluación a partir del cual, y previo consenso, se definieron cinco aspectos formales y ocho aspectos de contenidos a evaluar en una escala de cero a diez. Estos aspectos se basaron inicialmente en los propuestos por Marqués (2006), y constituyeron la base de la discusión y posterior consenso, lo que comportó la elaboración de un documento mucho más simplificado que el original.

Los aspectos formales fueron:

a) El grado de adecuación del diseño de la presentación (F1).

b) La extensión de la misma (F2).

c) La proporción entre texto y figuras (F3).

d) El tamaño de letra (F4).

i) La claridad de la presentación (F5).

Los aspectos de contenidos fueron:

a) La corrección de los contenidos científicos (C1).

b) La adecuación de la transposición didáctica de los contenidos científicos a la Educación Infantil o a la Educación Primaria, según la asignatura de la que se tratara (C2).

c) La adecuación de la selección de contenidos al nivel educativo (Educación Infantil o Educación Primaria, según el caso) (C3).

d) La coherencia en el desarrollo de las sesiones con los objetivos y contenidos propuestos (C4).

i) La coherencia entre los objetivos y los contenidos con las actividades de enseñanza-aprendizaje (5).

f) La definición de instrumentos de evaluación de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales (C6).

g) La propuesta de evaluación inicial, formadora y sumativa de conceptos, procedimientos y actitudes (C7).

h) La adecuación de la bibliografía y la webgrafía utilizada (C8).

A partir de estos aspectos formales y de contenidos se calculó una calificación global, definida como el valor promedio de las calificaciones de todos los aspectos formales y de contenidos. Cada alumno debía evaluar todos y cada uno de los trabajos presentados: los de su grupo cooperativo (autoevaluación) y los del resto de grupos (coevaluación). Esta evaluación se libró confidencialmente por correo electrónico, en formato ‘excel’, al profesorado de la asignatura.

El análisis estadístico de los datos de autoevaluaciones y de coevaluaciones recogidas por el profesorado permitió efectuar las oportunas comparaciones entre:

a) Las autoevaluaciones de los grupos de trabajo cooperativo.

b) Las coevaluaciones de estos grupos.

c) Las evaluaciones del profesorado.

Como un paso previo a los análisis, se ensayó la posible normalidad de las variables; dado que algunas de ellas se desviaban significativamente de la normalidad, se optó por aplicar la prueba de Wilcoxon de estadística no paramétrica (Siegel 1991) para efectuar las comparaciones anteriormente citadas, empleándose la mediana como estadístico de tendencia central y los percentiles 25 y 75 como estadísticos de dispersión.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al efectuar las comparaciones, tomadas de dos en dos, entre las calificaciones globales de las autoevaluaciones, coevaluaciones y evaluaciones del profesorado de cada una de las presentaciones en PowerPoint de los grupos de trabajo cooperativo, se puede apreciar que entre ambas no aparecen apenas diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las dos asignaturas objeto de estudio (tabla 1). Únicamente cabe reseñar que, en la asignatura de "Conocimiento del Medio Natural" se encontró que los coevaluadores eran más severos que los autoevaluadores (tablas 1 y 2).

Ciencias naturales y su didáctica			**Conocimiento del medio natural**		
Comparación	**Estadístico Z**	**Valor de p**	**Comparación**	**Estadístico Z**	**Valor de p**
Autoevaluación-coevaluación	-1.57	0.116	Autoevaluación-coevaluación	-2.09	0.037*
Autoevaluación-evaluación profesorado	-0.73	0.463	Autoevaluación-evaluación profesorado	-1.68	0.093
Coevaluación-evaluación profesorado	-0.31	0.753	Coevaluación-evaluación profesorado	-0.97	0.333

Tabla 1: Comparaciones dos a dos entre las autoevaluaciones, las coevaluaciones y las evaluaciones del profesorado. Se marcan con un asterisco aquellas comparaciones que muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de $p<0.05$.

Ciencias naturales y su didáctica			**Conocimiento del medio natural**		
Variable	**Mediana**	**Q1-Q3**	**Variable**	**Mediana**	**Q1-Q3**
Autoevaluación	7.41	6.75-7.92	Autoevaluación	7.85	7.45-8.46
Coevaluación	6.89	6.53-7.22	Coevaluación	7.54	7.18-7.78
Evaluación profesorado	6.84	6.41-7.88	Evaluación profesorado	7.34	6.48-8.00

Tabla 2: Estadísticos descriptivos (mediana y percentiles 25 y 75, expresados en la tabla como Q1-Q3) de las variables analizadas en el estudio.

Por tanto, y desde la perspectiva del profesorado, únicamente se detectaron sobre-evaluaciones ("over-assessment") en una de las asignaturas analizadas y, lo que es más importante, por parte de los

grupos de trabajo cooperativo cuando se autoevaluaban. Estos resultados coinciden parcialmente con los obtenidos por Krause y Popovich (1996), en el sentido de que la coevaluación y la autoevaluación generan unos resultados muy próximos, y los obtenidos por Goldfinch (1994), según el cual los estudiantes no son tan objetivos en autoevaluarse como lo son cuando evalúan a los otros.

Por otra parte, que las autoevaluaciones y las coevaluaciones no se diferencien significativamente de las evaluaciones efectuadas por el profesorado, confirman investigaciones previas (Puigcerver y Llitjós 2005, Puigcerver et al. 2006) según las cuales los estudiantes muestran un alto grado de honestidad y de responsabilidad a la hora de evaluar a sus compañeros. Probablemente, a ello ha contribuido el hecho de que los alumnos enviaban sus evaluaciones de forma confidencial al profesorado, y que éstas no se hacían públicas.

Al efectuar un análisis más detallado de todos los aspectos evaluados, tanto formales como de contenidos, se puso de manifiesto que, si bien existen algunas diferencias puntuales entre asignaturas, éstas apuntan siempre a una sobre-evaluación por parte de los grupos de trabajo cooperativo cuando se autoevalúan, o bien a que las coevaluaciones del alumnado son más severas que las del profesorado. Solamente se ha encontrado una excepción a esta regla en el aspecto F4 en la asignatura de “Conocimiento del Medio Natural”: en este último caso, la evaluación del profesorado es más severa que las coevaluaciones (Tabla 3).

Ciencias naturales y su didáctica			**Conocimiento del medio natural**		
Comparación	**Estadístico Z**	**Valor de p**	**Comparación**	**Estadístico Z**	**Valor de p**
Autoevaluación-coevaluación:			Autoevaluación-coevaluación:		
F2	-2.20	0.028	F2	-2.60	0.009
F5	-2.20	0.028	F3	-2.19	0.028
C1	-2.02	0.043	F4	-2.19	0.028
C3	-2.20	0.028	F5	-2.29	0.022
C7	-2.20	0.028	C2	-1.98	0.040
			C3	-2.80	0.005
			C4	-2.09	0.030
			C5	-2.09	0.037
			Autoevaluació		

			n-evaluación profesorado: F3 F4 C8	 -2.09 -2.70 -2.26	 0.037 0.007 0.024
Coevaluación-evaluación profesorado: C1 C2 C3 C4 C8	 -2.20 -2.20 -1.99 -2.20 -2.20	 0.028 0.028 0.046 0.028 0.028	Coevaluación-evaluación profesorado: F4	 -2.70	 0.007

Tabla 3. Comparaciones dos a dos entre los aspectos formales (F1 a F5, ver apartado de material y métodos) y de contenidos (C1 a C8, ver apartado de material y métodos) de las autoevaluaciones, las coevaluaciones y las evaluaciones del profesorado. Se han incluido en esta tabla únicamente aquellas comparaciones que muestran diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$).

A la vista de los resultados obtenidos, las conclusiones finales a las que llegamos en el presente estudio son:

a) La confirmación de la responsabilidad y honestidad del alumnado a la hora de efectuar autoevaluaciones y coevaluaciones. Incluso, en algunos casos, existe una cierta tendencia a ser más severo en las coevaluaciones que el propio profesorado.

b) La confirmación de una clara tendencia por parte de los grupos de trabajo cooperativo a sobrevalorar sus propias producciones con respecto a las producciones del resto de alumnos. Sin embargo, esta sobrevaloración apenas se manifiesta al comparar las autoevaluaciones con las evaluaciones del profesorado.

Ante todo ello, consideramos que, globalmente, tanto la autoevaluación como la coevaluación, en tanto que formas de evaluación cooperativa, deberían de formar parte de un proceso de cambio hacia una instrucción centrada en el alumnado, ya que las habilidades para realizar estas autoevaluaciones y coevaluaciones son importantes en el desarrollo del

aprendizaje en la vida del estudiante y en el desarrollo de la autonomía de los individuos, tal y como afirman Sambell et al. (1997).

4. Bibliografía

- Álvarez, A.; Ayuste, A.; Gros, B.; Guerra, V. y Romañá, T. (2005). Construir conocimiento con soporte tecnológico para un aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(1).
- Bould, D. (1995). The role of self assessment in student grading. En D. BOULD (Ed.), *Enhancing learning through self assessment* (pp. 167-176). Londres: Kogan Page.
- Bruun, S.E. y Kerr, N.L. (1983). Dispensability of member effort and group motivation losses: Free rider effects. En Charles M. Judd (Ed.), *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), pp78-94.
- Goldfinch, J. (1994). Role-playing in the quantitative analysis lab. *Journal of Chemical Education*, 71(11), pp. 980-982.
- Hiltz, S.R. (1998). Collaborative learning in asynchronous learning networks: Building learning communities. Trabajo presentado en *Proceedings of the WEB'98,* Orlando.
- <http://web.njit.edu/~hiltz/collaborative_learning_in_asynch.htm>
- Fólder, R.M. y Fuller, H.; Kaufman, D.B. (2000). Accounting for individual efforts in cooperative learning teams. En E. de Graaff (Ed.), *Journal of Engineering Education*, 89(2), pp.133-140.
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2005). Synergeia: Adaptación del BSCW al mundo educativo. *Quark* [revista digital]. Consultado en: http://www.fq.profes.net/apieaula2.asp?id_contenido=46049
- Johnson, D.W. y Johnson, R.T. (1999). *Aprender juntos y solos. Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista.* Buenos Aires: Aique.
- Klöckner, K. (2000). BSCW-Educational Servers and Services on the WWW-How Shared Workspaces support Collaboration in Educational Projects-Technical Demonstration, International-C4-ICDE. *Conference-on-Distance-Education-and-Open-Learning "Competition-Collaboration-Continuity-Change".* Adelaide
- Krause, J.E. y Popovich, N.G. (1996). A group interaction peer/self assessment process in a pharmacy practice course. En George H. Cocolas (Ed.), *American Journal of Pharmaceutical Education*, 60, pp. 136-145.
- Marqués, P. (2006). *Plantilla para el análisis de webs docentes.* Consultado el 29/03/2008 en

http://dewey.uab.es/pmarques/webdocen.htm

- MATTHEWS, R.S.; COOPER, J.L.; DAVIDSON, N. Y HAWKES, P. (1995). Building bridges between cooperative and collaborative learning. *Changes*, 27(4), pp. 34-40.
- MCINNERNEY, J.M. Y ROBERTS, T.S. (2004). Collaborative or cooperative learning? En T.S. Roberts (Ed.), *Online collaborative learning: Theory and practice* (pp. 203-214). Hershey: Idea Group Inc.
- MILLYS, B. Y COTTELL, P.G. (1998). *Cooperative learning for higher education faculty.* Phoenix: Orix Press.
- PUIGCERVER, M. Y LITJÓS, A. (2005). Cooperative work using BSCW telematic interactive environment: A case study. Trabajo presentado a ESERA2005-CRESILS (Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science), 28 de agosto-5 septiembre, Barcelona.
- PUIGCERVER, M; MIRÓ, A. Y LLITJÓS, A. (2006). Una valoración de la aplicación del trabajo cooperativo utilizando el entorno telemático interactivo BSCW. Trabajo presentado al IV Congreso Internacional DOCENCIA UNIVERSITARIA E INNVOVACIÓN, 5-7 julio, Barcelona.
- SAMBELL, K; MCDOWELL, L. Y BROWN, B. (1997). 'But is it fair?': An exploratory study of student perceptions of the consequential validity of assessment. En Christopher Tancock (Ed.), *Studies in Educational Evaluation*, 23(4), pp. 349-371.
- SIEGEL, S. (1991). *Estadística no paramétrica*. México: Trillas.
- TOPPING, K. (1998). Peer assessment between students in College and Universities. En F. Dochy (Ed.), *Review of Educational Research,* 68(3), pp. 349-276.
- WEBB, N.M. (1993). *Collaborative group versus individual assessment in mathematics: group processes and outcomes*. (Techincal report 352). National Centre for Research on Evaluation, Standards and Student Testing.
- ZHAO, Y. (1998). The effects of anonymity on computer-mediated peer review. *International Journal of Educational Telecomunications*, 4, pp. 311-345.

DE LA GALLINA SIN CABEZA A LA FORMACIÓN DEL SUELO: PREGUNTAS EN EL AULA DE PRIMARIA

Mª José Gil Quílez y Mª Begoña Martínez Peña

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Universidad de Zaragoza

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria, planteamiento de preguntas, indagación, aprendizaje cooperativo.

RESUMEN: En este estudio, se analiza la evolución del planteamiento de preguntas y búsqueda de respuestas realizadas por alumnos de primaria. Los alumnos trabajan de forma cooperativa y posteriormente discuten las preguntas y respuestas con un experto (profesoras de la Universidad). Los alumnos trabajan bien de manera cooperativa pero presentan más dificultades respecto al trabajo de indagación. Se detecta una evolución tanto en el tipo de preguntas como en las respuestas que hacen referencia a elementos clave para la construcción del modelo objeto de estudio.

ABSTRACT: In this work we study the evolution of the way in which the questions are set out and the search of answers carried out by the students of Primary. The students work in a cooperative way and later discuss with an expert (teachers of the University) the questions and answers. The students work well in a cooperative way but they present more difficulties regarding the inquiry work. We detected an evolution in the kind of questions and in kind of answers as well, being centered in the elements that allow to build the pattern study object.

INTRODUCCIÓN

El planteamiento de preguntas por parte de los alumnos, el refinamiento y la matización de los enunciados, así cómo la valoración de las mismas, es uno de los aspectos importantes en la indagación científica y resulta fundamental para poder construir conocimiento (Grandy y Duschl 2007). En la actualidad existe una preocupación sobre el estado de la educación científica en Europa (Rocard, 2006; Osborne y Dillon, 2008). Entre otras cuestiones, los informes plantean la necesidad de promover una enseñanza científica de calidad desde la Educación Primaria, fomentando un cambio metodológico hacia la indagación, de forma que el interés de los estudiantes y del profesorado se centre en la búsqueda de estrategias de resolución de situaciones problemáticas.

Es importante que el alumno haga, hable y piense sobre ciencia, lo que no siempre se realiza en el aula de Primaria, bien sea por inseguridad del maestro, porque piensa que no es el momento, que no hay tiempo, que no hay “laboratorios” ni materiales, que los alumnos son pequeños, etc.

(Murphy, Neil y Beggs, 2007; Gil Quílez, Martínez Peña, De La Gándara, Calvo y Cortés, 2008, en prensa). Sin embargo, esta etapa educativa es clave para despertar y fomentar el interés por las ciencias; documentos recientes señalan que a partir de los 14 años es difícil motivar a los alumnos para la enseñanza científica (Osborne y Dillon, 2008).

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio sobre las dificultades de los maestros en formación para desarrollar actividades prácticas en la escuela primaria. En este estudio, que serviría cómo diagnóstico previo del escenario, se analiza la evolución del planteamiento de preguntas y búsqueda de respuestas realizadas por alumnos de primaria. Se podría decir que hay un "macroescenario", definido por la escuela, en donde se encuentran: el número de alumnos, la organización general, etc. y un "microescenario", que es el que a nosotras nos interesa, el cual se refiere a la discusión que se establece con los alumnos y entre los alumnos, generadora de preguntas y de conocimiento.

En este microescenario los alumnos trabajan de forma cooperativa y, posteriormente, discuten las preguntas y las respuestas con un experto (profesoras de la Universidad). El experto ayuda al maestro en los contenidos de ciencia y en los didácticos (planteamiento de preguntas), introduce otra atmósfera en el aula "más científica" que puede suponer una motivación adicional, tanto para el maestro como para los alumnos.

Nuestro trabajo, por un lado con el maestro y los alumnos de Primaria y, por otro, con los maestros en formación, permitirá realizar los ajustes pertinentes en la didáctica de las ciencias para fomentar la indagación científica en los alumnos de Magisterio.

MARCO TEÓRICO

Los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias (Jiménez Aleixandre, 1998 y 2000; Sanmartí, 2002; Chinn y Malhotra, 2002; Pujol, 2003; Cortés y de la Gándara, 2006) señalan que, para conseguir una adecuada formación científica de los ciudadanos para el siglo XXI, es necesario llevar a cabo una enseñanza por indagación. La indagación científica hace referencia a las diferentes formas en que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. Indagación se refiere también a las actividades de los alumnos, en las cuales ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas (Anderson, 2002). Grandy y Duschl (2007) establecen una relación de 30 aspectos, a trabajar con los alumnos, relacionados con la indagación: proponer, pulir y evaluar preguntas; hacer observaciones; recoger y representar datos, etc.

Nuestra experiencia nos muestra que el número de preguntas que hacen los alumnos en una situación de clase es increíblemente bajo, y

entrenarles para hacer preguntas, es tan difícil como enseñarles qué preguntas hacer, lo que coincide con otros trabajos (Graesser, Olde, Pomeroy, Whitten, Lu y Craig, 2005; Roca, 2008). Estos autores señalan, además, que los individuos formulan preguntas cuando se enfrentan a obstáculos para alcanzar sus objetivos, acontecimientos anómalos, contradicciones, lagunas de conocimiento y decisiones que requieren la discriminación entre alternativas igualmente atractivas.

Las preguntas siempre han estado presentes en la historia de las ciencias: el conocimiento avanza a medida que se plantean nuevas preguntas; las preguntas pueden surgir de la observación, vivencias o experiencias, conocimientos anteriores, etc. El conocimiento que posee un científico, o un alumno, facilita la observación y la explicación de los fenómenos naturales y, también, una falta de conocimientos puede limitar el planteamiento de cuestiones (Pickett, Kolasa y Jones, 2007).

Bajo el término aprendizaje cooperativo se hace referencia a los procedimientos de enseñanza que parten de la organización de la clase en pequeños grupos mixtos y heterogéneos, donde los alumnos trabajan conjuntamente de forma coordinada entre sí, para resolver tareas académicas y profundizar en su propio aprendizaje (GIAC, 2005).

En el siguiente esquema se reflejan aspectos relativos al aprendizaje cooperativo y por indagación, en él se confrontan ambos tipos de aprendizaje y se pone de manifiesto su coherencia.

<table>
<tr><th>APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN</th><th>APRENDIZAJE COOPERATIVO</th></tr>
<tr><td>Implicarse (participar, proponer) en preguntas con un enfoque científico</td><td>Ponerse de acuerdo sobre lo que hay que realizar</td></tr>
<tr><td>Responder cuestiones dando prioridad a la evidencia</td><td>Decidir cómo se hace y qué va a hacer cada cual</td></tr>
<tr><td>Formular explicaciones a partir de las evidencias</td><td>Realizar los correspondientes trabajos o pruebas individuales</td></tr>
<tr><td>Relacionar las explicaciones con el conocimiento científico</td><td rowspan="2">Discutir las características de lo que realiza o ha realizado cada cual, en función de criterios preestablecidos, bien por el profesor, bien por el propio grupo</td></tr>
<tr><td>Comunicar y justificar explicaciones</td></tr>
<tr><td>Elaborar críticas de explicaciones alternativas</td><td rowspan="2">Considerar cómo se complementa el trabajo; escoger, de entre los trabajos individuales, aquél que se adopta en común, o bien ejecutar individualmente cada parte de un todo colectivo</td></tr>
<tr><td>Capacidad de criticar sus propias explicaciones</td></tr>
<tr><td>Reflexionar sobre el hecho de que a</td><td>Valoración en grupo de los resultados,</td></tr>
</table>

veces hay múltiples explicaciones y no una respuesta definitiva	en función de los criterios establecidos con anterioridad

Tabla 1. Aspectos del aprendizaje por indagación y del aprendizaje cooperativo (Fuentes: GIAC, 2005 y Grandy y Duschl 2007)

METODOLOGÍA

En este curso iniciamos la colaboración con un colegio dando una charla para todos los profesores en la que se discutieron algunos de los aspectos de la indagación científica, según Grandy y Duschl (2007). La maestra de 5º curso se adscribió a esta propuesta y solicitó nuestra colaboración para llevarla a cabo en su aula durante todo el curso. Esta colaboración consistía en un apoyo en los conocimientos de ciencias y en el comienzo de un planteamiento de enseñanza por indagación.

La organización general de la clase ya estaba definida por la maestra: no siguen un libro de texto, antes de cada tema los alumnos plantean preguntas, buscan información relativa a las respuestas y sobre ellas va explicando. Finalmente, los grupos realizan algunas experiencias prácticas que completan la explicación. Como ya se ha señalado, el trabajo es cooperativo, se organizan tres equipos en una clase de 12 alumnos. Los temas trabajados fueron: los animales, las plantas y el suelo.

Cada grupo propone una serie de preguntas que se escriben en una cartulina y se exponen en uno de los tablones de la clase. La maestra utiliza la técnica “1, 2, 4”, según la cual cada alumno propone preguntas y busca individualmente la respuesta (“1”), las respuestas recogidas se discuten primero de dos en dos (“2”), a continuación en grupos de cuatro (“4”) y, por último, esos cuatro eligen la pregunta y la respuesta que más les gusta y la plantean al experto y al resto de los compañeros. Todas las sesiones de discusión con el experto se grabaron en audio.

Las preguntas se catalogan siguiendo los trabajos de Roca (2008) y Pickett, et al. (2007) en las siguientes categorías:

La demanda de las preguntas se refiere a:	
La construcción del modelo	Aspectos ajenos al modelo
Componentes	Datos numéricos (descontextualizados)
Relaciones	Creencias y curiosidades
Procesos: secuencia de eventos	Informativas
Explicación: relaciones causales	
Generalización	

Tabla 2. Tipo de preguntas en función de la demandan que realizan

Nuestro objetivo en las discusiones era estimular a los alumnos en el planteamiento de preguntas de las categorías de la columna de la izquierda y, por tanto, que disminuyesen las relativas a datos numéricos, creencias o meramente informativas.

Para conseguir nuestro objetivo a la hora de responder, utilizábamos los siguientes criterios:

- Si era o no necesario aclarar o matizar el enunciado. Los alumnos tienen dificultades con el lenguaje.

- Si era o no necesario introducir nuevas variables. Los modelos utilizados por los alumnos son muy simplificados, en donde faltan elementos clave.

- Estimular respuestas multicausales. Es decir, que hubiera más de un tipo de respuesta que diese pie a nuevas preguntas que llevasen a hablar, discutir y pensar ciencia.

RESULTADOS

En el tema de los animales, los alumnos no plantearon cuestiones, sino que se limitaron a elaborar un listado de animales. Al ser las primeras sesiones con las profesoras de la Universidad estaban especialmente motivados y expectantes.

Las informaciones obtenidas sobre los animales eran generalmente muy académicas y mantenían las palabras y la sintaxis original del texto consultado, es decir, presentaban una reproducción literal del mismo, lo que indicaría una comprensión superficial del significado explícito (Graesser et al., 2005). Hacían referencia a los aspectos anatómicos: *es vertebrado, invertebrado, tiene alas, cuatro patas, etc*. Sin embargo, durante la discusión con las profesoras de la Universidad surgían preguntas muy diversas y, espontáneamente, las encadenaban con otras, haciendo difícil el poder seguir una línea argumental coherente. Los tipos de preguntas que proponían eran variados y en algunas de ellas lo que se pide es una explicación causal, por ejemplo: *¿Salen las lombrices de la tierra cuando hay agua? ¿Cómo sabe el insecto palo donde hay agua?,* junto a otras en donde se reflejan creencias de los alumnos o de su entorno: *¿Puede vivir más de una hora una lombriz sin cabeza? ¿Puede una gallina correr 142 metros sin cabeza?*

En la discusión con los alumnos, muy entretenida y algo caótica, nuestro objetivo era que construyesen el modelo de animal partiendo de las características que les permiten vivir en un ambiente concreto y no en otro. Es decir, que profundizasen en la idea de que todos los animales tenemos unas propiedades básicas que nos permiten vivir y, por tanto, relacionarnos con otros. Esta idea se completó con el trabajo que los

alumnos han ido realizando con los terrarios de insectos palo, grillos y escarabajos de la harina, y que se mantiene en la actualidad.

En el siguiente tema, las plantas, los alumnos estaban más familiarizados tanto con el procedimiento de trabajo, como con la presencia de las profesoras de la Universidad. En esta ocasión, todas las cuestiones planteadas por los alumnos eran coherentes con el modelo más o menos sencillo de planta: *¿Todas las flores tienen polen? ¿Cómo se reproducen? ¿Todas se mueven hacia el sol?*

Tanto las preguntas relacionadas con leyendas populares como las meramente informativas, que sobrepasan los límites del modelo a construir, fueron excepcionales: *¿Si les hablas crecen? ¿Qué tipos de árboles producen alergia?*

En el modelo de planta, a los alumnos no les resultaba evidente la idea de relación, por lo que la discusión de las preguntas se dirigió en ese sentido. Conocían la necesidad que tienen las plantas de sol y agua: *¿Hay alguna que no necesite agua? ¿Todas necesitan sol?,* pero no se planteaban la necesidad de otras plantas, animales, suelo, descomponedores, etc. Las experiencias que se realizaron intentaron trabajar lo anterior: germinación de diferentes semillas en distintas condiciones; transpiración de plantas de diferentes ambientes (cactus, margaritas, etc.)

En estos dos temas los alumnos tienen más conocimientos, lo que se refleja en que apenas había preguntas referentes a datos cuantitativos y estaban más centradas en el modelo de animal y planta. Sin embargo, en el tema del suelo, trabajado a continuación, las preguntas versaban además de sobre el suelo: *¿Cómo se formó el suelo? ¿Por qué el suelo absorbe el agua? ¿Por qué el agua con el suelo es barro?,* sobre la Tierra como sistema y demandaban datos numéricos: *¿Por qué hay volcanes en la Tierra? ¿Cuánto mide el diámetro de la Tierra?*

Por otro lado, hay más preguntas que empiezan “¿por qué.....?”. En nuestra opinión, son preguntas fáciles de hacer, en la mayoría de los casos cuando no sabes qué preguntar recurres a un por qué (Wagensberg, 2006). Falta una contextualización que permita conocer con precisión cuál es el objeto de la demanda. Por ejemplo, en la cuestión: *¿Por qué no se funde la tierra con la lava?,* pueden referirse a la superficie terrestre con unas características especiales sobre la que avanza la lava, o a las rocas del interior de la Tierra que rodean el magma, o bien a cómo se ha fundido qué para formar la lava…

No hay preguntas sobre creencias populares, lo cual puede ser debido a que en este tema no las hay, o a que está más alejado de su realidad cotidiana, o bien a que dichas preguntas estén enmascaradas, como pudiera ser el caso de: *¿La Tierra tiene fecha de caducidad? ¿Qué hay en*

el centro de la Tierra?, percibiéndose en la discusión que los alumnos creen que el Sol derretirá la Tierra, o que habrá una gran explosión, que en centro de la Tierra hay fuego,…

En este caso queríamos trabajar el modelo de suelo como una interacción entre procesos bióticos y abióticos. Las experiencias se centraron en las preguntas específicas sobre el suelo: cómo se puede hacer barro con diferentes materiales, cómo retienen el agua distintos tipos de suelo y, finalmente, el suelo como filtro de sustancias.

En todas las experiencias se plantearon "multitud" de preguntas, tanto sobre la propia actividad, como sobre el tema de estudio y otros temas colaterales. Estas preguntas eran mayoritariamente del tipo de las que se recogen en la columna izquierda de la tabla 2.

DISCUSIÓN

Los alumnos trabajan bien de manera cooperativa, en el sentido de que se cumplen los postulados señalados en la tabla 1. Pero presentan más dificultades respecto al trabajo de indagación. En el trabajo cooperativo hay una corregulación respecto a las tareas que realizan, pero no son críticos con las tareas propias de la indagación. Por ejemplo, plantean preguntas cuyo sentido no se comprende: *¿Si se las come* (a las plantas) *un animal, vuelven a crecer?,* que pasan el filtro del trabajo de equipo, pero a la hora de explicarla al experto, durante la discusión, el grupo se inhibe y señala al alumno autor de la misma como único responsable.

Así mismo, las respuestas son copias literales de la fuente donde las han obtenido, no hay una elaboración posterior, ni personal, ni por parte del grupo. El lenguaje es académico, en algunos casos elevado y difícilmente comprensible para un nivel de Primaria. Como en el caso de los enunciados, no había habido una exigencia de comprensión dentro del grupo. Sin embargo, esta demanda (exigencia) de explicación ha ido aumentando en las discusiones generales, en las cuales se construían, junto con toda la clase, los significados de la respuesta.

Las preguntas han ido evolucionando cualitativamente en el sentido señalado anteriormente (Tabla 2) y cuantitativamente, ya que en cada tema aumentaba su número. Así mismo, las discusiones y las actividades son fuentes de nuevas de preguntas. Esto puede ser debido tanto a los criterios utilizados para responder, lo que llevó a una de las alumnas a exclamar *¡pero tú nunca respondes a las preguntas!*, como al propio trabajo cooperativo y a las actividades prácticas que favorecían un clima de aula relajado y motivador. Se podría decir que el "microescenario" ha favorecido el planteamiento de preguntas. Ahora bien, hay que tener en cuenta que el "macroescenario" donde se ha realizado la experiencia se podría decir que es idílico: pocos alumnos, maestra predispuesta a nuevas

experiencias y dirección colaboradora. La investigación continúa en la línea de establecer si hay un factor determinante o cómo se podría definir un equilibrio entre ambos escenarios.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por la Dirección General de Investigación, MEC (SE-J2007-65947/EDUC).

Queremos agradecer al Colegio Público "Fernández Vizarra" de Monzalbarba y a la maestra de 5º curso de Primaria, Marta Ambite su colaboración en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSON, R. D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1), 1-12.

CHINN C. A. Y MALHOTRA, B. A. (2002). Epistemologically authentic Inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.

CORTÉS, A. Y DE LA GÁNDARA, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias,* 25, 3, 435-450.

GIAC (2005). Grupo de interés en aprendizaje cooperativo. ICE, UPC. http://giac.upc.es/PAG/GIAC_CAS/giac_que_es.htm

GIL QUÍLEZ, M. J., MARTÍNEZ PEÑA, M. B., DE LA GÁNDARA GÓMEZ, M., CALVO HERNÁNDEZ, J. M., CORTÉS GRACIA, A. L (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* (en prensa).

GRAESSER, A. C., OLDE, B., POMEROY, V. WHITTEN, S., LU, S., CRAIG, S. (2005). Inferencias y preguntas en la comprensión de textos científicos. *Tarbiya*, 36, 103-128.

GRANDY, R. Y DUSCHL, R. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education,* 16, 141-166.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1998). "Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 203-216.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2000). "Modelos didácticos". En F. J. Perales y P. Cañal (Dir.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

MURPHY, C., NEIL, P. Y BEGGS, J. (2007) Primary science teacher confidence revisited: ten years on. *Educational research*, 49, 4: 415-430

OSBORNE, J. Y DILLON, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A Report to the Nuffield Foundation. King's College London.

PICKETT, S. T. A., KOLASA, J. Y JONES, C. G. (2007). *Ecological understanding*. Academic Press, San Diego

PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

ROCA, M. (2008). *Les preguntes en l'aprenentatge de les ciències*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona

ROCARD, M. (2006). *Informe sobre la enseñanza científica en Europa*. www.ec.europa.eu/research/science-society

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis Educación.

WAGENSBERG, J. (2006). *A más cómo, menos por qué*. Barcelona: Tusquets.

EL CAMBIO DIDÁCTICO: DESDE EL CONOCIMIENTO TÉCNICO AL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DE PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA

Bartolomé Vázquez Bernal

Roque Jiménez Pérez

Vicente Mellado Jiménez

PALABRAS CLAVE: Desarrollo del conocimiento profesional, investigación colaborativa, estudio de casos, hipótesis de la complejidad.

RESUMEN: El trabajo que mostramos incide en la línea de investigación que atiende al desarrollo profesional del profesorado. Se presenta un estudio que abarca siete años de investigación colaborativa con una profesora considerando dos etapas, una de trabajo grupal y otra individual, así como los resultados parciales obtenidos según distintos marcos que afectan al conocimiento profesional de los profesores. Por último, se muestran algunas perspectivas para el desarrollo de esta línea de investigación.

KEYWORDS: Development of professional knowledge, collaborative research, case study, complexity hypothesis.

ABSTRACT: The work that we show affects in the line of research that attends to the professional development of teachers. We present a project that covers seven years of collaborative research with a teacher, considering two stages, one of work group and individual other one, as well as the partial results obtained according to different frames that concern the professional knowledge of the teachers. Lastly, are shown some prospects for development on this line of research.

1. INTRODUCCIÓN

En un estudio realizado en el año 1985 (Caballer *et al*., 1986), en el contexto del primer congreso internacional sobre la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas se establecieron, entre los asistente a tal evento, las opiniones sobre líneas prioritarias de investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. En el área de Física y Química aparecía, en tercer lugar, "La formación inicial y permanente del profesorado" dentro de un espectro de 27 posibles líneas. En el área de Ciencias Naturales, el primer lugar lo ocupaba "*La investigación/acción o investigación en clase*". Por su parte, en el ámbito de las Matemáticas, una sucinta línea "*Problemas de los maestros*" caía al puesto treinta entre las 34 posibles líneas de investigación.

Traemos a colación este "*ranking*" por su relación con la línea de investigación que desarrollamos en los últimos años, "*El desarrollo*

profesional del profesorado", ya que conceptos como formación, investigación-acción y obstáculos, se encuentran, de una forma u otra, ligados entre sí bajo el paraguas del desarrollo profesional.

Desde entonces, el desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales es uno de los principales temas de la agenda internacional de investigación, con capítulos específicos en los tres Hanbook internacionales sobre didáctica de las ciencias, editados en 1994, 1998 y 2007 (Abell, 2007; Hewson, 2007; Marx *et al*., 1998; Tobin, Tippins & Gallard, 1994).

2. DESARROLLO PROFESIONAL: UN MODELO TEÓRICO BASADO EN LA COMPLEJIDAD

En nuestro modelo referencial vinculamos el desarrollo profesional del profesorado a tres ámbitos diferentes (figura 1): la esfera del Saber, enraizado en el conocimiento profesional de la práctica, coherente con tres perspectivas teóricas: constructivismo, complejidad y teoría crítica; así como con la idea de un profesor investigador como principio organizador del desarrollo profesional (Porlán y Rivero, 1998); la esfera del Saber Hacer, vinculada a los procedimientos para implementar el desarrollo del profesor y a la innovación curricular a través de la investigación-acción (Stenhouse, 1987).

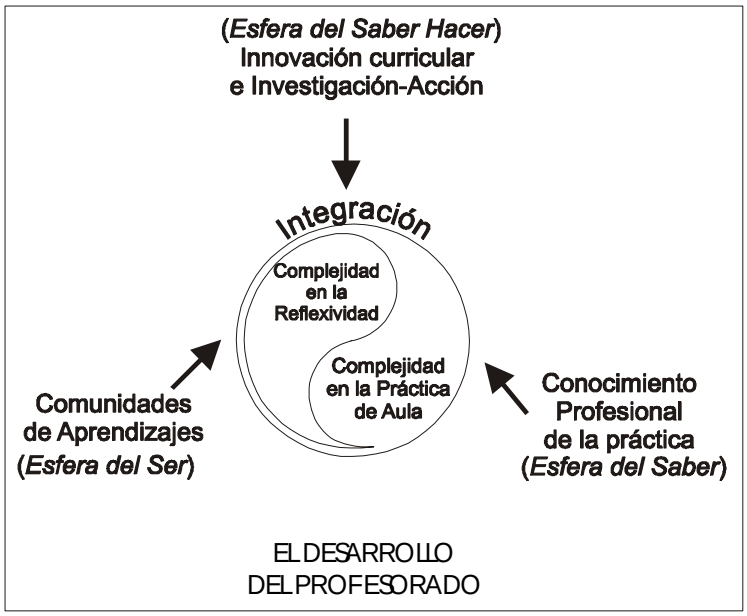


Figura 1. Estadios de concreción en nuestra propuesta de Desarrollo del Profesor.

Por último, la esfera del Ser o de las actitudes, la búsqueda de la identidad como individuo perteneciente a una comunidad de personas en continua evolución y en interacción con el medio. La integración de estos componentes se concreta en la integración de los procesos reflexivos y de la acción (práctica de aula).

Para estos procesos desarrollamos una hipótesis basada en la capacidad de interacción con el medio educativo o "*Hipótesis de Complejidad*" atendiendo a los elementos que pueden ponerse en juego dentro y fuera del aula: ideológicos, formativos, psicológicos, contextuales, epistemológicos y curriculares, atendiendo al poder crítico y emancipatorio del acto educativo. En un sentido metafórico, tanto para la reflexión como para los procesos de intervención en el aula, distinguimos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica. En nuestra hipótesis, cada salto en la dimensión se vuelve más complejo, añadiendo una complejidad creciente a los procesos. Así, se desarrolla desde la escasa interacción en la dimensión técnica, caracterizada por la obsesión de la eficiencia y en la reproducción del conocimiento, pasando por la resolución de problemas prácticos en la dimensión práctica, hasta la consideración de que los problemas educativos están incardinados en un contexto social complejo, en la dimensión crítica. Ambos procesos, como reflejo del desarrollo integral del profesorado, confluyen y se integran, en un diálogo mutuo, en donde la práctica de aula informa a la reflexión, y a la inversa, generándose teorías prácticas y contextualizadas (figura 2). El último estadio de concreción del desarrollo profesional nos brinda la oportunidad de indagar en los obstáculos para la complejidad de la reflexión, la práctica de aula y su integración mutua, en los términos compatibles con nuestra Hipótesis de la Complejidad (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2008).

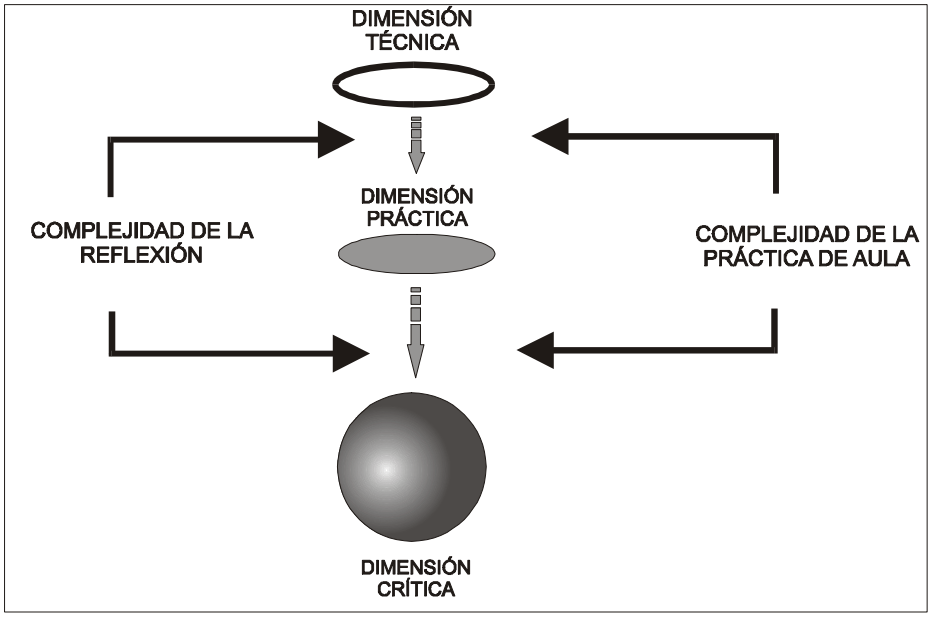


Figura 2. Metáfora de la Hipótesis de la Complejidad.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS: UN PROYECTO A LARGO PLAZO

3.1. LAS POSIBILIDADES DE LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN: ETAPA 2000-2003

Entre los años 2000 y 2003 realizamos un proyecto de investigación colaborativa con un grupo de profesores y profesoras de enseñanza

secundaria de un mismo centro educativo perteneciente a los departamentos de Ciencias, Física-Química y Biología-Geología, organizados a la manera de un grupo de Investigación-Acción (I-A), con la idea de favorecer el desarrollo del profesorado e implementar innovaciones en el aula. El grupo se centró en el diseño y puesta en práctica de una unidad didáctica. El tema elegido fue las "*Disoluciones*", de 3º de E.S.O., por tanto, dentro del campo de la Química. Uno de los autores de este trabajo, ejerció el doble papel de facilitador/investigador. Por razones de extensión, decidimos centrarnos en el estudio de caso de dos profesoras del centro: Marina y Ana. Analizamos la evolución, en los dos cursos de la experiencia (2001-2002 y 2002-2003), de las reflexiones de las profesoras, sus prácticas de aula y la forma en que ambas se interrelacionaban, en los términos compatibles con nuestra Hipótesis de la Complejidad. Determinamos lo que denominamos "*núcleos duros de las teorías explícitas*" de cada profesora, de trascendental importancia para conocer los obstáculos que afectan a su desarrollo como profesoras, así como sus posibilidades futuras en tal desarrollo. Incidimos en la relevancia de los programas de I-A como vertebradores de la formación en los centros educativos, ya que permite crear verdadero conocimiento práctico, basados en la crítica y afectando de forma importante a cuestiones muy diversas: ideológicas, curriculares, epistemológicas, psicológicas, formativas y contextuales.

Una síntesis de los instrumentos utilizados en la investigación, aparecen clasificados en la tabla I, denominados como elementos de primer orden (recogida de datos), segundo orden (sistema de categorías y modelos teóricos empleados para analizar los datos) y tercer orden (presentación e interpretación de los datos globales).

Tabla I. Instrumentos de recogida de datos, análisis y presentación de datos.

	Análisis de la Reflexión
Instrumentos de Primer Orden	• Diarios • Memorias • Reuniones del Grupo de Trabajo • Cuestionario de Concepciones Iniciales Declaradas (CID) • Cuestionarios Finales • Entrevistas Semiestructuradas
Instrumento de Segundo Orden	• Sistema de Categorías (72 categorías organizados en un modelo de

	desarrollo)
Instrumento de Tercer Orden	• Síntesis gráfica de la Complejidad: Esferas y Horizontes de la Integración

3.2. LAS CONSECUENCIAS DE LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN: ETAPA 2004-2006

En el segundo período, iniciado en el curso 2004-2005, el contexto del grupo de investigación cambió drásticamente, ya que éste se disgregó por razones de traslado del profesorado. Una de las profesoras del grupo y caso de nuestra investigación, Marina, permaneció en el centro y continuó interesada en esta dinámica colaborativa, por lo que decidimos seguir asesorándola, introduciendo una nueva dinámica de trabajo, introduciendo algunos cambios importantes. Uno de estos cambios afectaron a los contenidos que se impartían, ya que la profesora, siendo geóloga de profesión, estaba interesada en implementar una unidad didáctica relacionada con su disciplina. Convinimos en que se trataría la "La formación del suelo", dentro del programa de Geología de 3º de E.S.O. La dinámica de trabajo siguió inspirada en los ciclos de I-A puestos en juego en el primer período. Se tenían reuniones no periódicas con la profesora, tratando aspectos relacionados con la confección de la unidad didáctica. Durante el primer curso, de este nuevo período, 2004-2005, se procedió a implementar la unidad en el aula, realizándose grabaciones en formato AVI y registrando notas etnográficas durante la sesiones. Por su parte, la profesora anotaba sus reflexiones en su propio diario. Posteriormente, revisaba los vídeos y volvía a reescribir los diarios. La información que recibía se enriquecía con la información que le proporcionaban alumnos y alumnas elegidos por ella misma, un esquema básico mostramos en la figura 3.

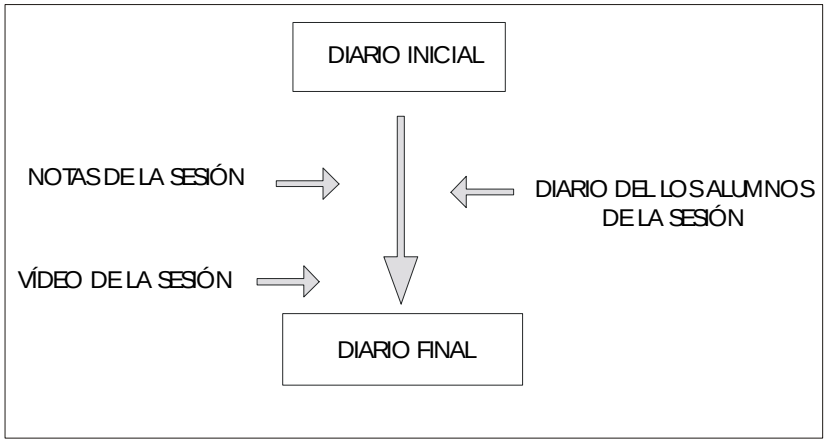


Figura 3. Proceso de elaboración y revisión del diario de la profesora.

Una novedad introducida, con respecto a la etapa anterior, fue la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aula, en concreto, la resolución de un problema WebQuest relacionado con los incendios forestales y su incidencia en la formación del suelo, aspecto que se introdujo al final de la unidad didáctica. Esta nueva dinámica se implementó también durante el segundo curso, 2005-2006. Ahora estamos en la fase de análisis de toda la información aporta durante los dos cursos de trabajo: diarios de la profesora, notas etnográficas y grabaciones de aula.

4. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN: UNA LÍNEA FRUCTÍFERA DE TRABAJO

A lo largo de estos años, frutos de las investigaciones, se han ido publicando sucesivos trabajos con un nexo común: el desarrollo del profesorado y la hipótesis de la complejidad. Abordar el desarrollo bajo la perspectiva de la complejidad, nos obligó a crear instrumentos de análisis versátiles (Vázquez, Jiménez y Mellado, 2007), pues los elementos que inciden desde esta óptica requiere abordar obstáculos de diferente naturaleza: ideológicas, en relación a la presencia de éstas en el medio educativo y la relación del profesorado con el entorno; curriculares, pues abordamos el tipo de problemas, la secuencia de actividades y las fuentes de información que se emplearon en el aula; epistemológicas, en cuanto nos interesó indagar en el tipo de conocimiento puesto en juego (disciplinar, cotidiano o escolar); psicológicas, por el tratamiento que el profesorado otorgó al aprendizaje en el aula y cómo abordaban los obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje; formativas, ya que nos interesaba conocer la formación del profesorado y qué importancia concedían a la Didáctica de las Ciencias; y contextuales, ya que parecía esencial valorar la motivación del alumnado, el ambiente de aula, la organización social de ésta y la organización temporal.

A continuación, comentamos algunos de los resultados obtenidos en el primer tramo de nuestro proyecto de investigación para el caso de Marina. Así, en el marco de las interacciones en el aula (Vázquez *et al*., 2007a), la nueva estrategia de hacer participar al alumnado le produce satisfacción personal, a la vez que observa los resultados positivos en el aprendizaje de ellos. Sin embargo, su obsesión por el mantenimiento de la disciplina y el control del alumnado, la creencia en la pérdida de autoridad que le supondría dudar ante ellos o el temor a dejar que ellos investiguen solos en el laboratorio, está muy enraizada en sus teorías y forma del núcleo duro de sus reflexiones. En cuanto a la organización social, emplea escasos recursos afectivos y didácticos para motivar al alumnado que lo necesita, aunque el debate en el grupo de profesores en torno al trabajo en equipo del alumnado le hace sentirse satisfecha con esta dinámica colaborativa.

Otro campo en el que hemos investigado es el de la secuencia de actividades que emplea en el aula, donde queda patente la fuerte influencia de la rigidez en tales secuencias, esta rigidez es característica de la profesora, ya que esa estabilidad y permanencia en el tiempo, le imprime seguridad en sus acciones dentro del aula, de hecho forma parte del núcleo de sus teorías prácticas (Vázquez *et al*., 2007b).

Para finalizar, las investigaciones centradas en el marco epistemológico, nos depara buen parte del núcleo duro de las teorías prácticas de la profesora (Vázquez *et al*., 2006), de esta forma, respecto al conocimiento escolar, el papel que desempeña el conocimiento científico en los contenidos escolares es consecuencia de sus concepciones relativa a la ciencia: positivista, imbuida de cierto absolutismo epistemológico, empirista y con una visión acumulativa sobre el conocimiento científico. Este obstáculo importante nace de su formación netamente científica. Por su parte, respecto a los criterios de selección de las fuentes de información, los pensamientos y acciones de la profesora se orientan al desarrollo de una eficacia docente ausente de crítica, otro poderoso obstáculo de su núcleo duro. Sin embargo, creemos que, como consecuencia de la insatisfacción producto por la reflexión, explícitamente mostrada en el grupo de trabajo, decide una serie de actuaciones en el aula, dirigidas sobre todo a que el alumnado sea más autónomo en su trabajo, ya sea dándole más tiempo para las actividades o permitiendo y estimulando las interacciones entre iguales en el aula. Para finalizar, dentro del ámbito de quién construye el conocimiento, subrayamos la importancia de la ideas de la profesora como centralizadora de gran parte de la actividad que se desarrolla en las aulas, sin duda otro núcleo duro de las teorías de la profesora.

Así mismo, se tienen otros trabajos en revisión y elaboración que, junto con los expuestos, conforman el análisis desmenuzado de un entramado complejo como es el desarrollo profesional del profesorado con sus distintas vertientes y matices aparte de tener en cuenta las relaciones y/o interacciones que existen.

5. PERSPECTIVAS FUTURAS: LA INFLUENCIA DEL CONTEXTO

El motivo esencial de este trabajo ha sido mostrar las posibilidades de una línea de investigación que, por su carácter troncal, ofrece múltiples ramas por explorar. El hecho de presentar los trabajos en los que estamos embarcados no es sino motivar a los investigadores a realizar prospecciones en esta área de trabajo. El horizonte que se nos presenta es todavía más prometedor, ya que estamos en la fase de analizar los resultados de la profesora Marina durante el segundo período. Pensamos que éstos van a ser sustancialmente diferentes a los obtenidos durante el primer período, debido a dos razones fundamentales: por una parte el

contenido a trabajar es más del dominio de la profesora y ya sabemos la poderosa influencia que ejerce el conocimiento del contenido y, de otro lado, no es integrante de un grupo de I-A, en el sentido estricto de la palabra. Ambos aspectos creemos que van a ser determinantes en la evolución de los obstáculos que afectan a la complejidad de sus reflexiones, su práctica de aula y a su interacción mutua.

Por ello, estamos convencidos en la necesidad de realizar investigaciones globales y no de variables separadas, que son influyentes unas en otras: el profesor, la enseñanza, el aprendizaje del alumnado, otros elementos curriculares y el contexto, así como el propio desarrollo profesional.

Igualmente, creemos que el cambio didáctico está muy relacionado con materiales especialmente adaptados a los nuevos tiempos y, también, aquellos que permitan al profesorado transformar el contenido, para que sea más fácilmente aprendido por el alumnado y permita que el desarrollo profesional y el cambio didáctico pueda ser facilitado, pero no impuesto. Es fundamental la motivación, la disponibilidad y el compromiso, teniendo en cuenta que en el sistema educativo y en el propio profesorado existen condicionantes que refuerzan los modelos tradicionales y son, a veces, el verdadero obstáculo para el cambio didáctico (Tobin, 1998).

El largo tiempo transcurrido en el desarrollo de este caso nos va a ofrecer la oportunidad de realizar un estudio longitudinal de prácticamente 7 años. Estudios como estos son necesarios para responder a las múltiples preguntas que afectan al desarrollo profesional del profesorado y más desde una perspectiva holística e integral que, en definitiva, integre el desarrollo social. Por otra parte, estamos interesados en relacionar el desarrollo profesional del profesorado y el aprendizaje del alumnado, incidiendo en el proceso de construcción de significados y progresión del conocimiento por parte de los estudiantes (Jiménez-Aleixandre y Reigosa, 2006), relacionándolo con el conocimiento didáctico del contenido por parte de los docentes (Garritz & Trinidad-Velasco, 2004).

6. BIBLIOGRAFÍA

ABELL, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1140). N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

CABALLER, M. J., CARRASCOSA, J. y PUIG, L. (1986). Establecimiento de las líneas de investigación prioritarias en la didáctica de las ciencias y las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 136-144.

GÁRRITZ, A. & TRINIDAD-VELASCO, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química*, 15(2), 1-6.

HEWSON, P. W. (2007). Teacher professional development in science. In

S. K. Abell & N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1177-1202). N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. & REIGOSA, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90(4), 707-733.

MARX, R.W., FREEMAN, J., KRAJCIK, J. & BLUMENFED, P. (1998). Professional development of science education. In B.J. Fraser & K. Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education* (pp. 667-680). Dordrecht: Kluwer A. P.

PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

STENHOUSE, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.

TOBIN, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. En B.J. Fraser y K. Tobin (eds.): *Internacional Handbook of Science Education*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, 129-151.

TOBIN, K., Tippins, D.J. & Gallard, A.J. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. In D.L. Gabel (ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (45-93), New York: McMillan P.C.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2006). El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de un caso. Rev*ista Mexicana de Investigación Educativa*, v. 11, nº 31, 1259-1286.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., y MELLADO, V. (2007) La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), 73-90.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2007a). El análisis de las interacciones en el aula. Estudio de caso de una profesora de secundaria. *Investigación en la Escuela*, 61, 69-83.

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2007b). Análisis de las secuencias de actividades: reflexión e intervención en el aula de ciencias - El caso de una profesora de secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2),

VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., & MELLADO, V. (2008). The Professional Development of Secondary Education Science Teachers: A Case Study As Methodological Integration. In Ingrid V. Ericsson (Ed.) *Science Education in the 21st Century*, pp. 137-164 New York: Nova Science Publishers, Inc. 951-1.

POR UN MODELO UNITARIO DE FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA

F. Javier Perales Palacios (coord.) y Grupo de Investigación "Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Sostenibilidad"[1]

RESUMEN: El proyecto de investigación que aquí presentamos deriva de la necesidad de mejorar la calidad de la Formación Inicial del Profesorado en Ciencias Experimentales, tal y como requieren las normativas recientemente promulgadas: "Propuesta de título universitario de Grado en Maestro de Educación Primaria" y "Master Universitario en Profesorado", que han de implantarse en los cursos venideros. La vinculación de ambas titulaciones a las instituciones universitarias dedicadas a la Formación del Profesorado, así como los crecientes consensos en la investigación educativa respecto de los modelos deseables de Formación del Profesorado, nos motivan a presentar una propuesta común de implementación del curriculum.

SUMMARY: This research project is derived from the need of improving the quality of the teachers training in Science Education at Spain. This requeriment is highlighted by the recently published: "Proposal of University Degree for Teacher of Primary Education" and "University Master in Teaching", which must be achieved in the next academic courses. The link of both degrees with the same university institutions of Training Teachers and the consensus increasing in educational research about the desirable models of training teachers, motivate us to present a common proposal to implement their curriculum.

PALABRAS CLAVE: Formación del profesorado de ciencias, competencias, Espacio Europeo de Educación Superior

KEYWORDS: Training teachers of Science, competences, European Higher Education Space.

1. INTRODUCCIÓN

La reciente aparición del *Informe Pisa-2006* (M.E.C., 2007) y su impacto mediático en el ámbito español, más allá de oportunismos políticos, muestra un cierto estado de alarma social ante la aparente degradación de nuestro Sistema Educativo, en general, y de determinadas parcelas de conocimiento, como es el caso de las Ciencias de la Naturaleza, en particular. El progresivo respeto que esta prueba de evaluación ha ido

[1] Grupo HUM613 de la Junta de Andalucía. Miembros del grupo que participan en este proyecto: P. Álvarez, A. Benarroch, J.M., Cabo, F.J. Carrillo, A. Cervantes, M. Fernández, F. González, M.R. Jiménez, P. Jiménez, J.A. Naranjo, J.M. Vilchez.

alcanzando al nivel internacional nos permite disponer de un buen punto de partida como elemento de diagnóstico. No obstante, la segunda acción que resulta a todas luces ineludible es el análisis de las causas que originan este estado de cosas y, en tercer lugar, la puesta en marcha de un plan de actuaciones que permita ir corrigiendo esta negativa tendencia. Una de las causas que aparecen como factor común en los análisis más o menos rigurosos[2] que de los resultados de dicho informe se han publicado, se refiere a la Formación del Profesorado. La situación española de esta trascendental parcela educativa, especialmente en el caso de la Educación Secundaria, resulta cuando menos totalmente insuficiente y desfasada, como demuestra su año de publicación: 1972.

Por fortuna recientemente se han publicado en el B.O.E. las directrices del nuevo *Master Universitario en Profesorado*[3], el cual se enmarca dentro de la nueva estructura de las enseñanzas universitarias españolas[4]. Dicha publicación y la realidad que de ella va a derivarse nos obliga a diseñar su curriculum de un modo científicamente fundamentado a la búsqueda de la excelencia que rompa con esa tradición inmovilista de décadas. Si analizamos el borrador del Decreto que regula dicho Máster nos encontramos que los objetivos que plantea están en gran parte íntimamente relacionados con la Didáctica de las Ciencias Experimentales –DCE- (y el resto de las Didácticas Específicas). Por otra parte, la estructura del Master contempla un Bloque Específico de entre 24 y 30 créditos igualmente relacionado con el área de conocimiento que nos ocupa.

Parece que disponemos al fin de un instrumento legal donde enmarcar en el futuro (curso 2009-2010) la Formación Inicial del Profesorado de Educación Secundaria. El reto está servido.

Además, la reforma de la estructura educativa universitaria también va a afectar al título de grado de *Maestro de Educación Primaria*[5]. Concretamente en la ficha técnica de propuesta de este nuevo título podemos observar diversas destrezas, capacidades y competencias

[2] Para un análisis del Programa de Evaluación PISA puede consultarse el número monográfico de la *Revista de Educación* del año 2006 o el nº 37 de la Revista *Alambique* del año 2003. Un análisis de dicho Programa y del TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study)* puede verse en: J.A. Acevedo (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 2 (3), 282-301

[3] ORDEN ECI/3858/2007, 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 las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas.

[4] RD por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (26 de Junio del 2007).

[5] RD 55/ 2005, de 21 de enero

generales relacionadas con la DCE. Por otra parte se muestran los conocimientos, aptitudes y destrezas relativos al módulo de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales.

Nos referiremos a continuación a los **antecedentes** que debieran fundamentar y orientar nuestra investigación.

Como antecedente más relevante, se ha de destacar el "Espacio Europeo de Educación Superior (EEES)". Se trata del marco general donde se inscribirían el Grado y el Máster que nos ocupan, definidos además como títulos "profesionalizadores". Uno de los pilares en los que se apoya es la necesidad de formar a los alumnos en *competencias*. Deberemos por tanto acordar primeramente las "competencias deseables" para los estudiantes del ambas titulaciones que desarrollen y complementen las presentes en el Decreto regulador, para lo que nos basaremos, entre otras, en diversas fuentes de conocimiento (fig. 1):

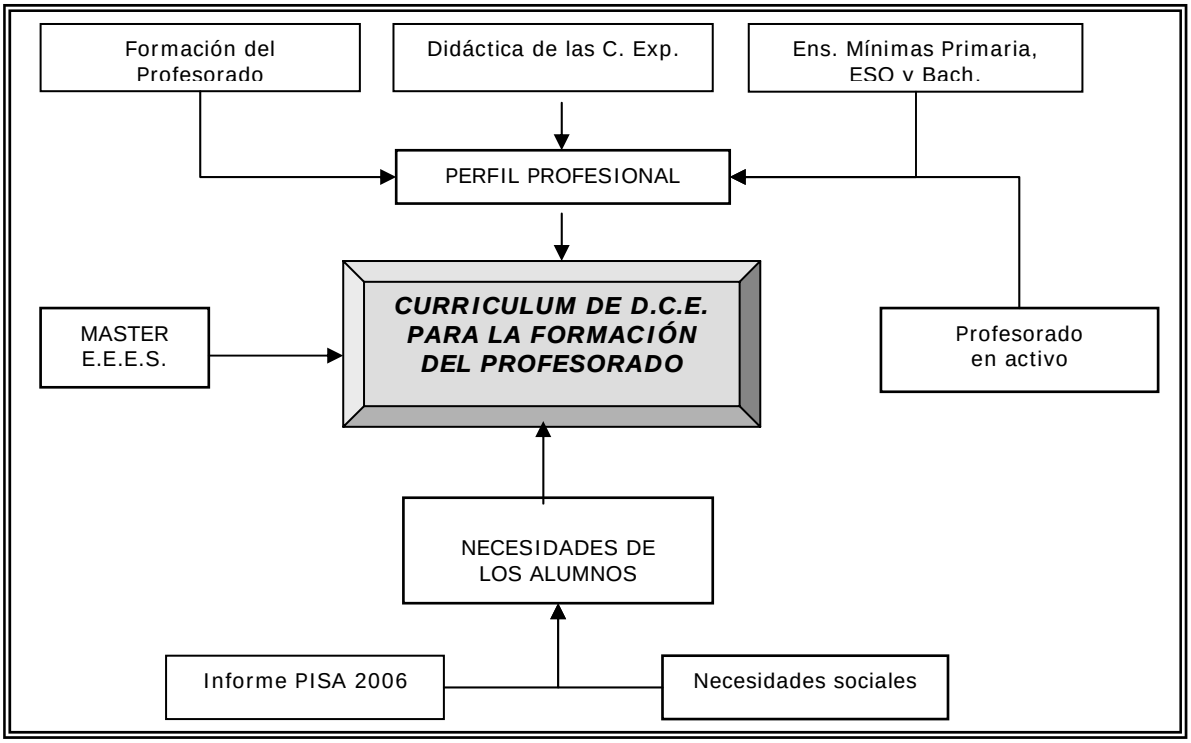


FIG. 1. Organigrama general de los antecedentes de la investigación.

a) Las competencias de Master comunes a los grados de Ciencias en España (Valcárcel, 2007), así como los precedentes de otros Masters llevados a cabo en algunas universidades españolas de modo experimental.

b) El perfil profesionalizador de las titulaciones, que se ha de nutrir de los grandes principios de la profesión docente y que, en nuestro caso, proceden de la Didáctica General, la DCE y los requerimientos

de la actual estructura de la educación no universitaria (competencias contempladas en los Decretos de Enseñanzas Mínimas de Educación Primaria, E.S.O. y Bachillerato). Igualmente se tendrán en cuenta las recomendaciones derivadas de los foros que, sobre la situación de la Enseñanza de las Ciencias, han tenido lugar en España durante los últimos años:FECYT (Acevedo y col., 2005), Junta de Andalucía (2007), APICE (2005).

c) Las necesidades del alumnado que, en nuestro caso, van a venir orientadas por las competencias evaluadas por el Programa PISA.

d) Las opiniones del profesorado en activo mediante la aplicación de los instrumentos de encuesta elaborados al efecto.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Las principales razones para abordar esta investigación tienen que ver con la necesidad de incrementar sustancialmente la calidad de la educación tecnocientífica en España, no ya sólo en los periodos de la Educación Primaria y Secundaria -siendo este último donde se fraguan las vocaciones científicas del futuro- sino también cuando se ha de proporcionar una base sólida para alfabetizar científicamente a los ciudadanos del mañana. Esa necesidad ha sido puesta de manifiesto con un cierto grado de "alarma social" por el reciente Informe PISA 2006, pero es algo que se venía detectando por los agentes educativos de un modo más intuitivo durante los últimos años y llevan denunciando las asociaciones y sociedades del mundo científico-educativo.

No debemos olvidar el entorno socioeconómico español, no sólo en el propio seno de la Unión Europea, sino como puente entre la misma y el continente africano o América del Sur: tal privilegiada posición no está siendo aprovechada en términos de I+D+i, sino en sectores como el de Servicios o el de la Construcción. Otros países sí lo han entendido así, especialmente en la era de la globalización, y han apostado seriamente por la educación tecno-científica como "arma cargada de futuro". Ese incremento de la calidad pasa inexorablemente por diseñar y experimentar adecuadamente el curriculum de los futuros profesores de esta etapa educativa, aprovechando para ello la reciente regulación legal del Master Universitario en Profesorado. Dada la naturaleza de este Proyecto de Investigación, podríamos hablar de un supuesto de partida que se podría enunciar como sigue:

"*Es posible elaborar un diseño, desarrollo y evaluación del curriculum de los futuros profesores de Ciencia y Tecnología de la Educación Primaria y Secundaria, en el contexto del EEES, apoyándonos en los precedentes y aportaciones más relevantes desde los ámbitos de la investigación y*

evaluación educativa, las demandas sociales, las necesidades del alumnado y la opinión del profesorado".

Supuesto que nos conduce a explicitar los siguientes objetivos:

1. Seleccionar las competencias deseables en Didáctica de las Ciencias Experimentales para los futuros títulados en Maestro de Educación Primaria y del Master Universitario en Profesorado, a partir de las fuentes curriculares, investigadoras, sociales y profesionales más relevantes.

2. Diseñar el curriculum cooperativamente entre los miembros del equipo, mediante un ciclo de tres etapas que lo aproxime progresivamente a las necesidades profesionales futuras e incorporando de un modo explícito las actividades para la consecución de las competencias deseables.

3. Desarrollar el curriculum así diseñado en tres Facultades de Educación: Almería, Granada y Melilla.

4. Evaluar el diseño curricular anterior antes, durante y al final del proceso, a través de instrumentos de corte cualitativo y cuantitativo, así como mediante puestas en común del equipo de trabajo, de donde habrán de deducirse unas propuestas de mejora de dicho diseño.

3. Metodología y Plan de Trabajo

Para ayudar a comprender el diseño metodológico, que va a responder a una doble naturaleza cualitativa-cuantitativa, vamos a ir exponiéndolo de acuerdo con cada uno de los objetivos concretos de la investigación:

1. En este caso hemos de realizar un estudio de índole empírica. Aparte de las competencias marcadas por la legislación, tal como señalamos en la Introducción, hemos realizado una búsqueda parcial de las competencias base de nuestro trabajo de integración, en concreto, en el marco de las propuestas de competencias genéricas para los grados en Ciencias dentro del EEES, en los Decretos de Enseñanzas Mínimas, en el del ámbito de la profesionalización docente y en el Informe PISA 2006. De esta búsqueda debemos obtener una selección y priorización de las competencias consideradas básicas para los alumnos de Educación Primaria y Secundaria.

Nos resta abundar más en el de la profesionalización docente, especialmente en cuanto a la revisión de la formación inicial del profesorado de Ciencias en otros países mejor situados que el nuestro en los resultados de PISA 2006 y en la bibliografía extranjera (búsqueda "en línea" dentro de revistas ISI de los últimos cinco años). De esta revisión deberemos tratar de extraer elementos comunes en una

formación inicial del profesorado de Ciencias “de calidad” que nos permitan perfilar el modelo que tenemos esbozado.

Asimismo debemos dar cumplimiento a las otras dos fuentes representadas en la fig. 1, esto es, las “necesidades sociales” y la “opinión del profesorado”. La primera implicaría la reflexión colectiva del equipo de trabajo contrastada con una revisión de los medios de comunicación (prensa y televisión) en cuanto al impacto de las noticias científicas en periodos de tiempo elegidos aleatoriamente, de forma complementaria a los referentes sociales ya contenidos en el Programa PISA. La segunda supondría contrastar nuestra selección de competencias “ideal”, obtenida de la forma mencionada más arriba, con la propuesta por una selección de profesores de Ciencias de Educación Secundaria en activo; para lo cual se les preguntará por las competencias que ellos trabajan en el aula y las que estiman que serían deseables.

Esta fase de la investigación debería desembocar en una propuesta de competencias (y subcompetencias cuando proceda) resultante del consenso de las fuentes consultadas.

2. Esta nueva fase se correspondería con un estudio de diseño curricular de tipo cooperativo/corporativo (Estebaranz, 1997), es decir, donde prima el sentido de grupo de profesionales que asumen corresponsablemente y en armonía la tarea de la planificación, en un proceso de liderazgo compartido. Tal como señalamos anteriormente, vamos a desarrollar el currículo a partir de una secuencia con tres etapas:

a) Los conceptos científicos y de áreas transversales más relevantes desde la visión del futuro docente. Ello implica, no sólo incidir en una comprensión profunda de los mismos y de las leyes que los regulan, sino también en su origen histórico-epistemológico, en las concepciones que los alumnos suelen poseer sobre ellos, en las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad donde se ver inmersos y en su lugar en el curriculum prescrito, pero también en la propia Naturaleza de la Ciencia y en sus procedimientos de avance.

b) Los tópicos de DCE (resolución de problemas, evaluación, TICs, etc.). Esta etapa pretende una familiarización de los alumnos con algunos de los elementos clave de la acción didáctica que deberán asumir en el futuro y que, en la mayoría de las ocasiones, identifican con su experiencia como alumnos universitarios (clases de problemas y de laboratorio, exámenes, etc.), cuya eficacia ha sido repetidamente puesta en entredicho (Vilches y Gil, 2008). Por contra se le debe presentar dicha experiencia previa críticamente y con

alternativas viables (p. ej., cómo resolver problemas significativos, cómo analizar los libros de texto, qué es la evaluación formativa y cómo llevarla a cabo, etc.).

c) Los proyectos de intervención didáctica, utilizando los denominados "problemas auténticos" (Bulte y col. 2006). Nos estamos refiriendo a la necesidad de confrontar anticipatoriamente a los estudiantes con los verdaderos retos que van a encontrarse cuando hayan de asumir el periodo de prácticas contemplado en ambas titulaciones, pero también en lo que podrá ser el resto de su vida laboral. Para ello se seleccionarán situaciones reales como la planificación de unidades didácticas presentes en los currículos vigentes, que actuarán como aglutinante del conocimiento adquirido en las fases anteriores, pero también como desafíos que habrán de ser asumidos con un auténtico espíritu indagador propio de la investigación científica.

Con estas tres etapas se pretende dar respuesta a las demandas formativas del profesor agrupadas bajo la denominación de conocimiento de la materia, conocimiento pedagógico y conocimiento curricular (Shulman, 1989). Asimismo se busca la coherencia entre las directrices que el Master señala para su impartición a los estudiantes y la propia metodología de diseño curricular que proponemos.

Con el fin de adecuarnos a la estructura curricular de las Ciencias en Educación Primaria, E.S.O. y el Bachillerato actuales, la fase a) estará subdividida en cinco módulos: Física-Química, Biología-Geología-Ciencias Ambientales, Tecnología, Ciencias para el Mundo Contemporáneo y Áreas Transversales, que serán asumidos por los profesores del equipo especializados en tales materias.

Las tres fases se desarrollarán a partir de una guía de actividades que incluirán el objetivo concreto (en términos de competencias o subcompetencias) de las mismas, su descripción, los materiales requeridos y los criterios de evaluación, y que debiera de poseer como una de sus características más relevantes el de la diversidad metodológica (Sales, 2006), pero también el de la atención a la diversidad étnica, académica, lingüísitica y de género (Bianchini y Cavazos, 2007). Dicha guía estará a disposición de los alumnos a través de una página web o plataforma docente "ad hoc".

3. El hecho de contar con miembros del equipo pertenecientes a tres Facultades de Educación (Almería, Granada y Melilla) nos permitirá aplicar el diseño curricular así elaborado en contextos distintos (y distantes). Naturalmente, ello exigirá una buena dosis de coordinación y de intercambio de información de un modo permanente.

4. Esta fase representa el "corazón" de la investigación, en cuanto trataremos de comprender e interpretar la interacción docente-alumnos-materiales en el contexto de aula. La evaluación del curriculum tomará como punto de partida los resultados de una evaluación esencialmente formativa del alumnado (López, 2006), a lo que habría de añadirse la observación del profesor y la puesta en común de los miembros del equipo de trabajo. Ello requerirá de un importante despliegue de instrumentos elaborados ex profeso o ya validados previamente, en concreto, vamos a enumerar algunos de ellos (Tabla I).

Tabla I. Relación de instrumentos para la toma de datos en función de la etapa de desarrollo curricular.

ETAPA DE DESARROLLO DE CURRICULUM	**INSTRUMENTOS DE TOMA DE DATOS**
INICIAL	- Cuestionarios sobre conocimiento científico (y sobre Ciencia), conocimiento didáctico y conocimiento curri - Entrevistas en profundidad a una muestra seleccionada
DURANTE	- Resultados de las actividades programadas - Grupos de discusión - Diario del profesor - Cuestionarios de autoevaluación y coevaluación
FINAL	- Calidad del Proyecto de Intervención Didáctica - Portafolios del alumno - Cuestionario de evaluación de la asignatura - Puesta en común del equipo de trabajo

Esta fase concluirá con una redacción de las propuestas de mejora del diseño inicial con el fin de introducirlas para el curso siguiente, algo que pudiera asimilarse a un enfoque de investigación-acción cooperativa.

4. RESULTADOS

Pretendemos mostrar un avance de los resultados obtenidos en la selección de competencias contempladas en la fase 1 de la investigación a partir de las fuentes curriculares y bibliográficas.

5. Referencias Bibliográficas

Acevedo, J.A. y otros (2005). Panel FECYT-Grupo de Trabajo "*Ciencias y Educación*". Documento Final. Madrid: FECYT (disponible en www.fecyt.es).

Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales –APICE- (2005). *Reflexiones y alternativas de la enseñanza de las ciencias en la educación obligatori*a (disponible en www.apice-dce.com).

Bianchini, J.A. y Cavazos, L.M. (2007). Learning from Students, Inquiry into Practice, and Participation in Professional Communities: Beginning Teachers' Uneven Progress toward Equitable Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 44 (4), 586–612.

Bulte, A.M.W, Westbroek, H.B., de Jong, O. y Pilot, A. (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 1063–1086.

Estebaranz, A. (1997). Asesoramiento en los procesos de desarrollo curricular. En : C. Marcelo y J. López (coords.). *Asesoramiento curricular y organizativo en educación*. Barcelona: Ariel, pp. 201-203.

Junta de Andalucía (2007). *Educación y Cultura Científica*. Sevilla: Consejería de Educación y Ciencia.

López, V.M. (2006). El papel de la evaluación formativa en el proceso de convergencia hacia el E.E.E.S. Análisis del estado de la cuestión y presentación de un sistema de intervención. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 93-119.

MEC (2007). PISA-2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe Español. Madrid: Serv. Publ. MEC.[En línea el 17-12-07 en www.mec.es/multimedia/00005713.pdf]

Sales, A. (2006). La formación inicial del profesorado ante la diversidad : una propuesta metodológica para el nuevo espacio europeo de educación superior. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 201-217.

Shulman, L.E. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza : una perspectiva contemporánea. En: M.C. Wittrock (ed.). *La investigación en la enseñanza. I Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós, pp. 9-87.

Valcárcel, M. (2007). *Evaluación de las competencias de los estudiantes de los futuros grados de la rama de conocimiento de ciencias*. Proyecto de Investigación EA2007-0243. Madrid: M.E.C.

Vilches, A. y Gil, D. (2008). La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad. Tecne, Episteme y Didacxis, Nº 22 (en prensa)

LA FORMACIÓN INICIAL EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN UN CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

José María Oliva Martínez. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz. IES Fuerte de Cortadura. Cádiz. josemaria.oliva@uca.es

PALABRAS CLAVE: Didáctica de las ciencias; Formación inicial; Profesorado de secundaria.

RESUMEN: En esta comunicación se describe la estructura y características del módulo de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza del Título de Especialización en Educación Secundaria de la Universidad de Cádiz. Para ello, se analiza primero el contexto formativo en el que se inserta dicho módulo. En segundo lugar, se presentan los objetivos y contenidos contemplados en el mismo, la metodología con que se aborda y la naturaleza del proceso de evaluación seguido. Finalmente, se presenta una valoración sobre el desarrollo de este módulo en su conjunto, planteando sugerencias de mejoras con proyección para el futuro Máster de secundaria.

ABSTRACTS: In this paper the nature and structure of science education, as subject matter for pre-service teacher of secondary education in University of Cádiz, is described. First, the context in which is inserted the learning of the future teachers, is considered. Secondly the purposes and contents of the course are pointed out, as well the methods of teaching and evaluation employed in the classroom. Finally, a critical assessment on the development of this course as a whole is presented, raising suggestions for changes and improvements for the future title of Master in secondary education.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad vivimos en España cambios en la formación inicial del profesorado, que se concretan en los nuevos decretos que reforman los planes de estudio de Magisterio y en la sustitución del Curso de Aptitud Pedagógica (CAP) por un Máster que permitirá una formación más adecuada del profesorado de educación secundaria. Dado que parte de los elementos de ambas reformas permanecen abiertos, parece adecuado abrir un debate acerca de la naturaleza de los nuevos estudios, al objeto de concretar los elementos pendientes. Más aún, estimamos que dicho análisis resulta fundamental por la limitada atención que hasta el momento la didáctica de las ciencias ha dedicado en nuestro país a la formación del profesorado (Oliva, 2005), sobre todo en educación secundaria. Por ejemplo, se han realizado bastantes aportaciones en torno

a marcos generales de intervención en la formación, sobre las ideas del profesorado en contenidos específicos del currículo de ciencias y acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje o la propia naturaleza de la ciencia. Sin embargo, se ha dedicado menos esfuerzo a discutir qué contenidos deberían tratarse en la formación del profesorado de ciencias o cómo debiéramos evaluar en este contexto. Algunos de los escasos estudios respecto al primer punto lo encontramos en trabajos como el de Gil (1991) o de Carrascosa *et al.* (2008), en los que se analizan los conocimientos profesionales deseables para un profesor de ciencias y los contenidos que deberían abordarse en la formación. También hemos de citar los trabajos de Porlán y Rivero (1998) sobre posibles itinerarios de progresión en las visiones y creencias en torno a diversas dimensiones del desarrollo profesional docente. Con respecto al segundo punto, los referentes son aún más escasos y se mueven principalmente en torno al uso del porfolio como instrumento de autoregulación.

En esta ocasión la atención se sitúa particularmente en la formación inicial en didáctica de las ciencias de los futuros profesores de secundaria, y parte de una revisión de la situación actual vigente. En ella, junto al CAP, hemos de situar los cambios realizados en algunas universidades, mediante el Curso de Cualificación Pedagógica, el Título de Especialización Didáctica u otras propuestas formativas experimentales. En este último caso se encuentra el Curso de Especialización en Educación Secundaria (CEES) desarrollado por la Universidad de Cádiz desde hace una década. Concretamente, en esta comunicación se describe la estructura y características generales del módulo de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza (DCCN) de dicho título, con el objeto de contextualizar, acto seguido, las valoraciones efectuadas por los titulados participantes en el módulo, y plantear implicaciones para el futuro Máster de secundaria. Se deja para trabajos futuros un estudio más detenido de la dinámica de funcionamiento interno del módulo y sobre su incidencia en el aprendizaje de los participantes. Nuestra hipótesis central consiste en asumir que, aun cuando la formación inicial del profesorado de secundaria requiere un cambio estructural profundo, las nuevas iniciativas deberían apoyarse en las experiencias positivas que en materia de formación inicial se han desarrollado hasta ahora y no partir de cero.

2. El curso de especialización en educación secundaria en la universidad de Cádiz

En la Universidad de Cádiz, el CAP, como tal, desapareció en el curso 97/98 siendo sustituido por un título propio dentro de la modalidad de título de Experto. Bajo la denominación de Curso de Especialización en Educación Secundaria (CEES), la nueva propuesta formativa ha intentado durante estos años servir de puente entre el CAP y las opciones que se

han ido barajando como alternativas al mismo. La finalidad de este título es ofrecer una formación teórico-práctica al futuro profesor de secundaria que le permita acometer las tareas asignadas a la función docente (Azcárate, Cuesta y Navarrete, 2007).

EL CEES se concibió con una estructura de 40 créditos totales, distribuidos en dos momentos o niveles diferenciados, de 20 créditos cada uno; el primero considerado equivalente al CAP a efectos de convalidación, y el segundo como nivel de profundización abierto también a profesorado en activo. En esta ocasión nos centraremos en el primer nivel, el cual se organiza a partir de una serie de módulos diferenciados en tres partes: módulos generales, módulo específicos (por especialidades) y módulo de práctica. Las denominaciones de cada uno de los módulos y el número de créditos asignados se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Denominación y número de créditos de cada uno de los módulos.

Módulos generales	Nº de créditos	Módulos específicos	Nº de créditos	Módulos prácticos	Nº de créditos
Orientación y tutoría. Atención a la diversidad	1,5	Didáctica de las materias que se imparten en cada especialidad: Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Matemáticas, Tecnología, Lengua Española, Idioma Extranjero…	6	Prácticas en centros: sobre aspectos generales y de intervención en las aulas	6,5
Sociología de la educación	1,5				
Procesos psicológicos del aprendizaje	1,5				
Diseño y desarrollo del currículo	1,5				
La profesionalidad docente	1,5				

Los módulos específicos versan sobre la didáctica de las distintas disciplinas contempladas en el CEES, según las especialidades que se organizan, impartiéndose de forma paralela a la realización de los módulos prácticos. Entre las especialidades desarrolladas aparece una dedicada a las Ciencias de la Naturaleza. Como puede verse, las didácticas específicas juegan un papel central en el CEES, alcanzando casi el 45% del espacio dedicado a los bloques teóricos y casi un tercio del espacio total. Ello está en consonancia con los modelos de formación que van más allá de los de corte sumativo, que superponen a una formación científico-disciplinar otra

psicopedagógica general común para cualquier docente (McDermott, 1990; Furió, 1994; Hewson et al., 1999; Mellado, 2003).

Aun cuando en principio el CEES se concibió como un título totalmente presencial, distintas circunstancias han obligado a desarrollarlo solamente con un 60% de presencia. El otro 40% se invierte en la realización tutorizada de tareas programadas que van quedando registradas en un porfolio individual, constituyendo éste uno de los elementos principales de la evaluación de los participantes.

3. La DCCN para futuros profesores de secundaria en la universidad de Cádiz

La DCCN se imparte en el CEES desglosada en cuatro bloques diferentes: "Análisis curricular", "El aprendizaje de las ciencias y sus dificultades", "Metodología y recursos para la enseñanza de las ciencias" y "La evaluación". En conjunto, este módulo tiene como propósitos: a) acercar a los participantes los fundamentos de la didáctica de las ciencias como cuerpo de conocimientos y b) analizar la utilidad de dichos fundamentos para la toma de decisiones como futuros profesores de ciencias (Gil, 1991; Mellado, 1996).

Dadas las limitaciones de tiempo disponible, los contenidos abordados se dirigen en esencia hacia la etapa de secundaria obligatoria. Éste hecho, junto a otros, como la dificultad de que en una universidad pequeña, como la de Cádiz, se implanten en el futuro grupos específicos para cada especialidad dentro del Máster (Física y Química versus Biología y Geología), nos han llevado a ensayar fórmulas con un enfoque integrado en el que titulados de distintas disciplinas científicas comparten espacio en un mismo grupo de carácter heterogéneo.

La composición de los grupos ha variado ligeramente de unos años a otros, apreciándose cambios de tendencia a medio y largo plazo, debido a modificaciones en el mapa de titulaciones y variaciones en las tasas de matriculación en algunas carreras. De ahí que no podamos ofrecer pautas generales para su descripción, aunque sí aportar los datos del curso 2007-2008 a título orientativo (Tabla 2).

En el módulo de "Análisis curricular" se reflexiona sobre el papel actual de la educación científica para cualquier ciudadano, justificando la necesidad de un enfoque de *ciencia para todos*, más allá de una proyección solamente para futuros especialistas. Acto seguido, se lleva a cabo una aproximación al currículo oficial de ciencias para, posteriormente, estudiar elementos para la toma de decisiones en la selección, secuenciación y organización de contenidos de ciencias.

En el módulo de "Aprendizaje de las ciencias y sus dificultades" se aporta un marco general para el aprendizaje de las ciencias desde la perspectiva

constructivista, analizando la naturaleza de los obstáculos y dificultades que aparecen en el aprendizaje de los alumnos. Se aborda, desde aquí, el papel de las concepciones de los alumnos y del cambio conceptual, así como de algunas variables reguladoras de dicho cambio, tales como el nivel de desarrollo evolutivo de los alumnos o sus actitudes hacia las ciencias y el aprendizaje.

Tabla 2. Titulaciones de procedencia de los participantes del curso 07/08.

Titulaciones de procedencia	Número de titulados
Ciencias Químicas	18
Ingeniería química	5
Ciencias del Mar	9
Ciencias medioambientales	16
Biología*	2
Geología**	1
* No se estudia en la Universidad de Cádiz. Corresponden a titulados procedentes de la Universidad de Sevilla. ** No se estudia en la Universidad de Cádiz. Corresponden a titulados procedentes de la Universidad de Granada.	

El módulo de "Metodología y recursos para la enseñanza" aborda el problema de cómo enseñar ciencias, ofreciendo un marco en el que se integran distintos modelos de enseñanza y algunas pautas o elementos que permitan al futuro profesor mejorar su práctica docente a lo largo de su carrera profesional. También se analizan distintos tipos de actividades y recursos a plantear en el aula, haciendo especial hincapié en el manejo de analogías, la resolución de problemas de lápiz y papel, los trabajos prácticos de laboratorio y el uso de experiencias curiosas con materiales caseros de bajo coste.

Finalmente, el tema de la evaluación es abordado como proceso continuo que permite regular el proceso de enseñanza-aprendiaje, más allá de constituir un elemento orientado solamente a la calificación de los alumnos. Así mismo, se analizan los criterios de evaluación marcados por el currículo oficial y se presentan distintos instrumentos y recursos de evaluación. El módulo se completa con un espacio para que los participantes evalúen el propio módulo, lo cual suele hacerse mediante una discusión en gran grupo y un cuestionario anónimo.

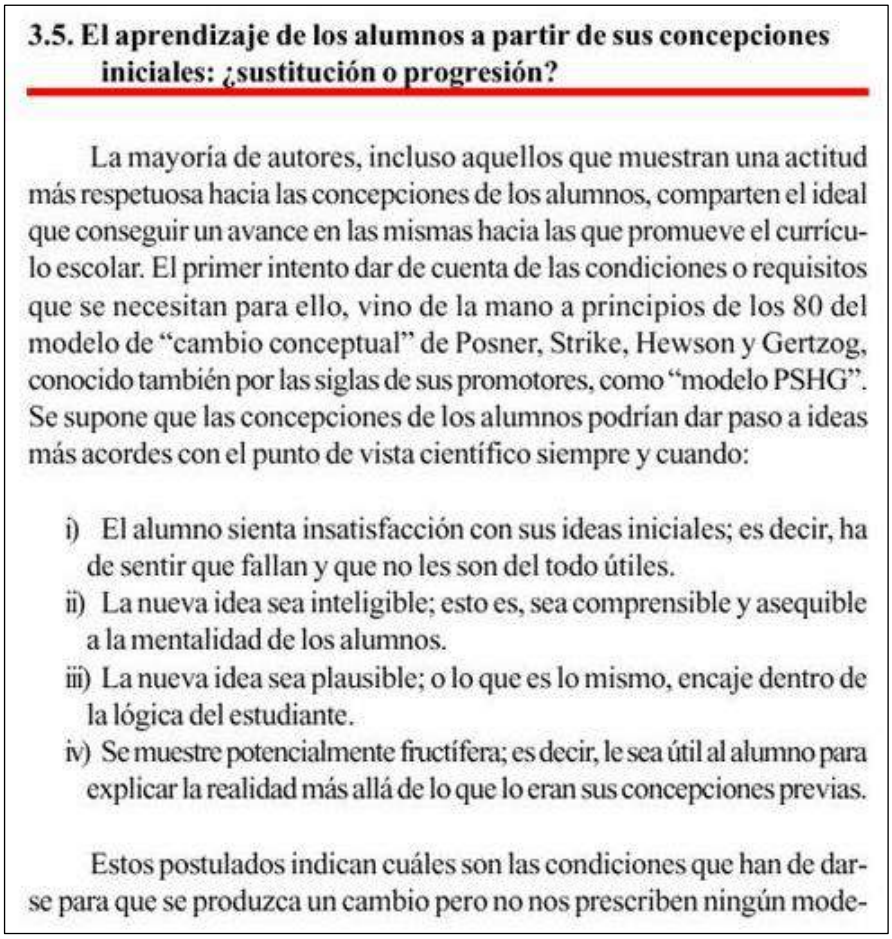
Al coexistir titulados afines tanto a la especialidad de "Física y Química" como a la de "Biología y Geología", las ejemplificaciones desarrolladas se

refieren a temáticas curriculares relacionadas con ambos perfiles. Concretamente, para determinadas actividades, se manejan ejemplos de nociones relacionadas con: la naturaleza discontinua de la materia, mezclas y sustancias puras, ejemplos de reacciones químicas, tamaño y forma de la Tierra, fuerza gravitatoria y sistema Sol-Tierra-Luna, circuitos eléctricos, movimiento, seres vivos, fotosíntesis y evolución. Así mismo, en algunas actividades los participantes son los que, para ejemplificar, recurren libremente a diferentes temáticas específicas, como es el caso de una actividad en la que han de proponer ejemplos de analogías conocidas procedentes de sus vivencias anteriores como alumnos. Además, de manera monográfica, a lo largo de las sesiones se adoptan dos temas principales que van siendo objeto de análisis y tratamiento transversal a lo largo de los distintos bloques, tanto como vehículo de ejemplificación del profesor, como a la hora de plantear tareas de evaluación a los alumnos. En concreto, estos temas son el de “cambio químico” y el de “nutrición humana”, sobre uno de los cuales, a elegir, los participantes han de trabajar a diario y, finalmente, confeccionar el esbozo de una propuesta didáctica en la última sesión del curso. La propuesta ha de incluir como mínimo la selección y justificación de los contenidos planteados, las dificultades de aprendizaje que se espera puedan encontrar los alumnos a lo largo de la misma, las estrategias y recursos a emplear, y los criterios e instrumentos a emplear en la evaluación.

Las clases se imparten en sesiones de tres horas, con un intermedio de media hora en cada una, durante dos días a la semana, a partir de enero y una vez finalizados los módulos generales. Los contenidos abordados en las sesiones de aula son complementados con materiales escritos que se proporcionan en formato de libro electrónico (ver figura 1).

Uno de los aspectos básicos de la propuesta formativa de este módulo, es la búsqueda de coherencia entre el modelo de enseñanza que se propugna y la propia metodología empleada a lo largo del proceso (Azcárate *et al.*, 1998). Por ello, y congruentemente con el marco constructivista, se integran actividades de reflexión y trabajo en pequeño grupo, fases de exposición por parte del profesor, y fases de discusión y debate en gran grupo en el contexto global de la clase. En este marco, las concepciones y opiniones iniciales de los futuros profesores sobre los aspectos didácticos abordados juegan un papal esencial, adoptándose como punto de partida e hilo conductor de su aprendizaje. Al objeto de contribuir a la evolución de dichas concepciones, a lo largo de las actividades planteadas se recurre a estrategias de diversa índole, como el uso metáforas, la discusión en torno a estudios de caso, el planteamiento de contraejemplos y procesos de negociación de ideas.

Figura 1. Fragmento de contenidos del capítulo sobre DCCN del libro electrónico.



3.5. El aprendizaje de los alumnos a partir de sus concepciones iniciales: ¿sustitución o progresión?

La mayoría de autores, incluso aquellos que muestran una actitud más respetuosa hacia las concepciones de los alumnos, comparten el ideal que conseguir un avance en las mismas hacia las que promueve el currículo escolar. El primer intento dar de cuenta de las condiciones o requisitos que se necesitan para ello, vino de la mano a principios de los 80 del modelo de "cambio conceptual" de Posner, Strike, Hewson y Gertzog, conocido también por las siglas de sus promotores, como "modelo PSHG". Se supone que las concepciones de los alumnos podrían dar paso a ideas más acordes con el punto de vista científico siempre y cuando:

i) El alumno sienta insatisfacción con sus ideas iniciales; es decir, ha de sentir que fallan y que no les son del todo útiles.
ii) La nueva idea sea inteligible; esto es, sea comprensible y asequible a la mentalidad de los alumnos.
iii) La nueva idea sea plausible; o lo que es lo mismo, encaje dentro de la lógica del estudiante.
iv) Se muestre potencialmente fructífera; es decir, le sea útil al alumno para explicar la realidad más allá de lo que lo eran sus concepciones previas.

Estos postulados indican cuáles son las condiciones que han de darse para que se produzca un cambio pero no nos prescriben ningún mode-

En cuanto a la evaluación se entiende esencialmente en un sentido formativo como instrumento de autorregulación de los futuros profesores. En ella se tiene en cuenta la participación en las sesiones presenciales del curso (40%), y la calidad de las tareas desarrolladas en la parte no presencial y en la última sesión del mismo (60%) registrada en su porfolio individual. Esta última, como ya hemos señalado, consiste en el esbozo de planificación de una propuesta didáctica para uno de los dos temas curriculares principales objeto de estudio a lo largo del módulo.

Se pretende con todo ello que la experiencia de aprendizaje que sigan los futuros profesores sea en cierta forma similar a la que se intenta que éstos apliquen luego con sus alumnos.

4. Valoración general del módulo de DCCN

Aunque no es el único indicador de referencia para evaluar un curso de formación del profesorado, las opiniones y percepciones de sus participantes suele ser uno de los más empleados. Como se ha mencionado antes, en el CEES se administra un cuestionario final en el que los participantes valoran los distintos módulos que integran el curso, entre ellos el relativo a la DCCN. Las valoraciones se efectúan mediante

una escala Likert de cinco niveles (5 Muy alto, 4 Alto, 3 Medio/Suficiente, 2 bajo, 1 Muy bajo) con la que han de responder a distintos ítems que se proponen.

Las tablas 3 y 4 presentan los promedios obtenidos durante el curso 2007/2008 para los distintos ítems contemplados. La composición de la muestra implicada se recoge en la tabla 2.

Tabla 3. Valoraciones de los participantes del módulo de DCCN (N=51).

Items	Media (1-5)
Grado de satisfacción en relación a las actividades desarrolladas en las clases	4,1
Actuación global del profesor	4,4
Claridad y suficiencia de los contenidos escritos (libro electrónico)	4,2
Grado de coherencia entre el material escrito y el trabajo en el aula	4,1
Pertinencia de cada módulo dentro del conjunto de la didáctica de las ciencias	4,4

Tabla 4. Valoración comparativa de bloques del módulo de DCCN (N=51).

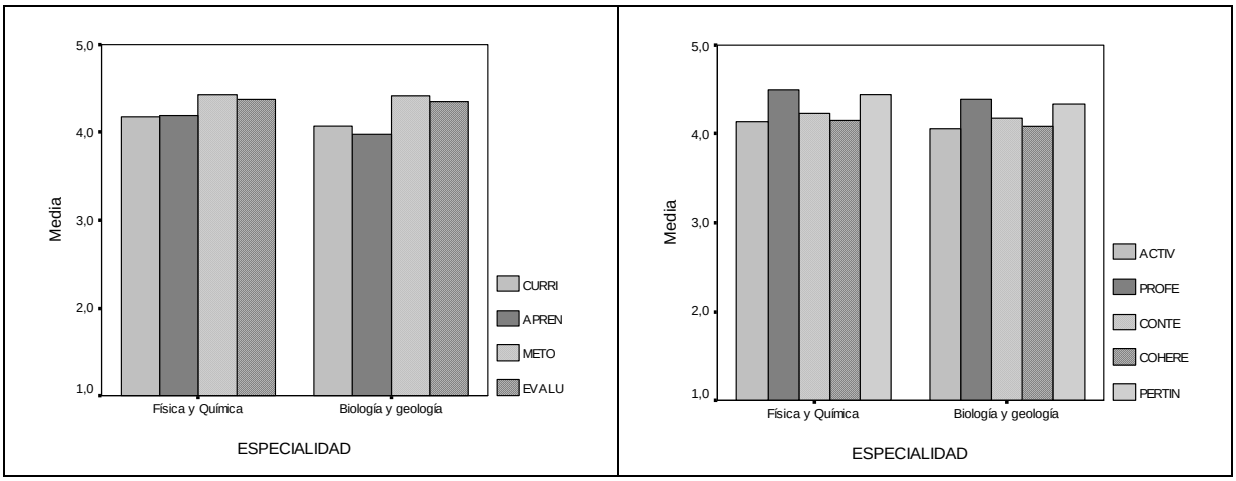
Items	Media (1-5)
Análisis curricular en el área de ciencias de la Naturaleza	4,1
Aprendizaje de las ciencias y sus dificultades	4,1
Metodología y recursos para la clase de ciencias	4,4
La evaluación en el área de ciencias	4,4
Global	4,2

Se aprecian puntuaciones muy altas en todos los ítems evaluados y en todos bloques, lo cual demuestra un alto grado de aceptación del módulo y evidencia la coherencia y el carácter integral del mismo. Los bloques de “Metodología y recursos” y “Evaluación”, parecen algo mejor valorados

que de los de “Análisis curricular” y de “Aprendizaje de las ciencias”, pero las diferencias son pequeñas y no son estadísticamente significativas.

Por otro lado, la figura 2 compara los resultados de titulados afines a la especialidad de “Física y Química” versus a la de “Biología y Geología”. Para ello, aquéllos titulados procedentes de las carreras de Química y de Ingeniería Química se incluyeron en un subgrupo (n=23), mientras que los de Ciencias del Mar, Ciencias Medioambientales, Biología y Geología lo hicieron en otro (n=28). Como se puede apreciar, si bien los resultados parecen ligeramente superiores en el subgrupo de “Física y Química”, las diferencias son muy pequeñas y tampoco superan los límites de significación estadística. Ello sugiere ausencia de sesgo en el tratamiento didáctico de las materias de una u otra especialidad y muestra la posibilidad de coparticipación, sin agravios comparativos, de titulados de ambos perfiles en un mismo grupo heterogéneo.

Figura 2. Estudio comparativo de las percepciones acerca del módulo sobre DCCN en función de la especialidad: (a) por bloques y (b) por dimensiones evaluadas.



(a) (b)

Otro aspecto interesante a tener en cuenta es la evolución de las percepciones de los titulados participantes en el curso a medida que éste ha ido asentándose y consolidándose. Para ello, disponemos de los datos procedentes de cuatro cursos académicos sorteados, que barren globalmente los diez años de implantación del CEES, desde su creación en el curso 98/99 (Figura 3).

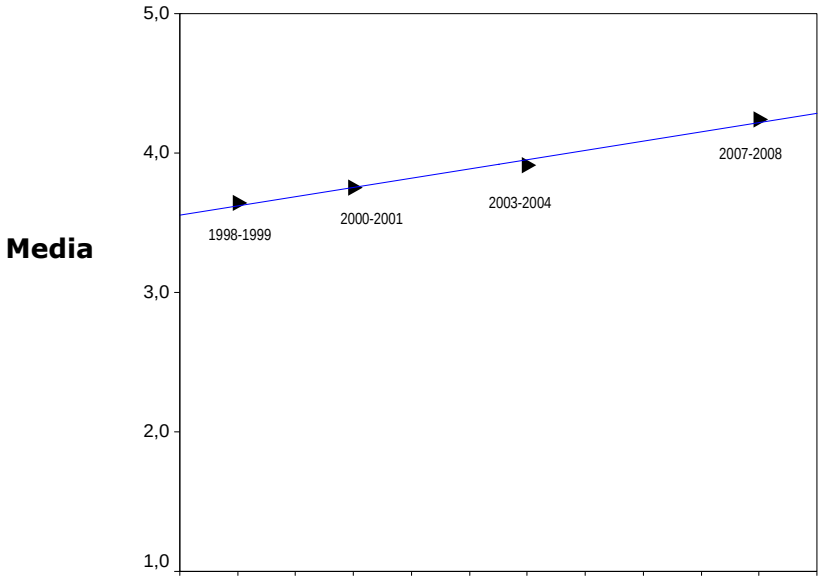
Los datos permiten concluir una mejora, lenta pero paulatina, en las percepciones de los participantes a lo largo de estos años. Éstas, que empiezan siendo ya bastante buenas desde el principio, se convierten en muy buenas al cabo de este período. Ello se puede justificar teniendo en cuenta los cambios y ajustes introducidos durante todos estos años en distintos elementos de la organización y desarrollo del curso, entre ellos la

propia selección de contenidos, las actividades de aula planteadas y los materiales escritos desarrollados en formato electrónico y que sirven de acompañamiento al curso.

5. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FUTURAS

A lo largo de estas líneas hemos mostrado, en primer lugar, los rasgos generales del curso de formación inicial del profesorado que se realiza en la Universidad de Cádiz desde hace diez años en sustitución del CAP. Posteriormente, se discuten las características específicas del módulo de DCCN que se imparte en el mismo, en el que los titulados de todas las carreras científicas conviven en grupos heterogéneos, independientemente de la especialidad de referencia.

Figura 3. Evolución de las percepciones de los titulados participantes en el CEES respecto al módulo de DCN.



Asimismo, se analiza el grado de satisfacción y las percepciones de los alumnos participantes en el módulo. Los resultados muestran valoraciones muy altas en todos los bloques y en todos los indicadores, y evidencian escasas diferencias entre las correspondientes a futuros profesores de la especialidad de “Física y Química” y de “Biología y Geología”. Ello revela un tratamiento adecuado y equilibrado de los contenidos propios de ambos perfiles, lo que demuestra la posibilidad de coexistencia de los mismos en un grupo único, dando sentido a una posible materia del futuro Master dedicada a la Didáctica de las Ciencias Experimentales y dirigida a los diversos tipos de titulados en ciencias. Dado que dicho Master tendrá una carga lectiva más amplia para las didácticas específicas, sería posible complementar dicha formación básica con asignaturas específicas para cada especialidad (“Física y Química” y “Biología y Geología”), con una orientación más específica hacia el bachillerato. Junto a ello, resulta

necesario ampliar el grado de presencia que, desde nuestro punto de vista, debería ascender al 100%.

Por otra parte, los datos positivos encontrados, progresivamente mejores con los cambios y ajustes que se han ido introduciendo, muestran la conveniencia de que el futuro Master tenga en cuenta las experiencias de formación en torno al CAP u otros cursos experimentales, en vez de partir totalmente de cero.

REFERENCIAS

Azcárate, P.; Martín del Pozo, R., y Porlán, R. (1998): Una perspectiva epistemológica para analizar y transformar la formación inicial del profesorado. En E. Banet y A. de Pro (Comps.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, vol. 1, pp. 171-177.

Azcárate, P.; Cuesta, J. y Navarrete, A. (Eds.) (2007). El profesorado de Secundaria: materiales para la formación inicial. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.

Carrascosa, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Furió Más, 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), pp. 118-133.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 188-199.

Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.

Hewson, P.W.; Tabachnick, B.R.; Zeichner, K.M. y Lemberger, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: findings, limitations and recommendations. *Science Education*, 83, pp. 373-384.

McDermott, L.C. (1990). A perspective on teacher preparation in physics – other sciences: the need for special science course for teachers. *American Journal of Physics*, 58(8), pp. 734-742.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302.

Porlán, R. Y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

Oliva, J.Mª. (2005). Sobre el estado actual de la revista “enseñanza de las ciencias” y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 123-132.

ACTITUDES E IDEAS PREVIAS SOBRE LA DOCENCIA Y LA FORMACIÓN DOCENTE EN LOS ASPIRANTES A PROFESORES DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

Alfonso Pontes Pedrajas [(1)] y Rocío Serrano Rodríguez [(2)]

Secretariado de Estudios Propios [(1,2)]

Universidad de Córdoba

apontes.sep@uco.es[(1)]

PALABRAS CLAVE: Formación inicial del profesorado de Educación Secundaria, Interés por la profesión docente, Opiniones sobre la formación pedagógica.

RESUMEN: La formación inicial de los futuros profesores de Enseñanza Secundaria se encuentra en un proceso de cambio y adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en el que resulta necesario ampliar la investigación sobre todos los aspectos relacionados con la mejora de los programas de formación. Un tema de interés es conocer las ideas y motivaciones de los futuros profesores de ciencias en educación secundaria sobre la profesión docente y la formación pedagógica necesaria. Por tal motivo, hemos realizado un estudio sobre tales aspectos, entre los profesores de ciencias en formación, cuyos resultados se muestran en este trabajo.

ABSTRACT: The initial training for future Secondary Education teachers is in a process of change and adaptation to the European Space of Superior Education which requires to extend the research on all the aspects concerning the improvement of the training programs. An interesting point is to know the ideas and motivations of prospective secondary education science teachers on the educational field and their necessary pedagogical training. Due to this reason we have carried out a study on such aspects between pre-service science teachers, whose results are shown in this paper.

INTRODUCCIÓN

El proceso de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria (FIPS) que se desarrolla en España desde los años setenta del pasado siglo, basado en el curso para la obtención del Certificado de Aptitud Pedagógica (CAP), ha recibido importantes críticas de muchos autores por el hecho de no adecuarse a las necesidades de formación docente actuales ni a las demandas del sistema educativo moderno (Esteve, 1997). Este modelo fue diseñado en un contexto educativo muy diferente al actual, pero la complejidad y la problemática de la educación secundaria de nuestro

tiempo ha obligado a la administración educativa a modificar (por fin) el modelo de FIPS y tratar de integrarlo en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) como Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria (Carrascosa *et al*., 2008).

Ante las perspectivas de renovación que se abren en este contexto para la formación inicial del profesorado de secundaria, las universidades andaluzas están participando desde hace varios años en el diseño de un programa común de Máster de Profesorado (Azcárate et al., 2005) y, de forma paralela, en la Universidad de Córdoba estamos desarrollando un proyecto de renovación orientado a la mejora de la formación inicial docente, en el que se pretende superar ciertas deficiencias observadas anteriormente y ensayar experiencias formativas que puedan ser útiles para desarrollar el modelo futuro de FIPS en el marco del proceso de convergencia europea. Dentro de este proyecto consideramos que el estudio de las concepciones y actitudes de los aspirantes a profesores puede ayudar a diseñar mejores programas de instrucción.

Concretamente, en este trabajo nos vamos a centrar en describir las motivaciones e ideas previas de una muestra de aspirantes a profesores de ciencias experimentales acerca de una serie de aspectos relacionados con la profesión y la formación docente. Los resultados que avanzaremos se han recogido en un estudio piloto llevado a cabo con una muestra de alumnos y alumnas del curso de formación pedagógica inicial (CAP), procedentes de varias carreras de ciencias experimentales, tomando como referencia los resultados de otros trabajos previos sobre el tema (Campanario, 1998; Córdoba et al., 2008).

MARCO TEÓRICO

Cualquier modelo de formación docente inicial que pretenda incidir positivamente en la mejora de la educación científica actual debería ayudar a desarrollar en los futuros profesores de enseñanza secundaria una serie de competencias docentes de carácter general y unos conocimientos específicos sobre didáctica de las ciencias (Gil, 1991; Porlán et al., 1996), favoreciendo el desarrollo de actitudes reflexivas y críticas hacia la profesión docente (Mellado et al., 1999; Copello y Sanmartí, 2001).

Es evidente que las competencias profesionales deseables no se pueden desarrollar en el marco de un modelo de formación inicial docente breve, limitado y apresurado, como el que existe en la actualidad, sino que requieren un buen periodo de tiempo para poder sembrar ideas, madurar y reflexionar sobre la práctica docente y sobre la importancia del perfil humano del profesor en los procesos educativos (De Pro et al., 2005). En este sentido, las perspectivas de trabajo que se ofrecen con la futura

puesta en marcha del Máster de Profesorado son esperanzadoras, pero tampoco debemos olvidar que el citado Máster puede tardar algún tiempo en hacerse realidad y, mientras tanto, hay que tratar de ofrecer la mejor calidad posible al alumnado actual en los procesos de formación inicial del profesorado de secundaria.

Por ello, en nuestra universidad estamos desarrollando en los últimos años un proceso de renovación del curso de formación inicial del profesorado de secundaria que pretende atender, en la medida de nuestras posibilidades, a las principales deficiencias observadas, pero al mismo tiempo estamos colaborando con el resto de las universidades andaluzas en el diseño curricular de un Máster de Profesorado común. Dentro de una amplia gama de metas relacionadas con la mejora de la formación inicial del profesorado se inscribe el estudio de las ideas de los futuros profesores hacia la docencia en educación secundaria, o el estudio de actitudes y motivaciones acerca de la profesión docente, entre otras muchas características del pensamiento inicial (Campanario, 1998; De Pro et al., 2005). En el estudio que presentamos en este trabajo nos hemos centrado en el análisis de las actitudes e ideas previas hacia la enseñanza y la formación inicial de una muestra de licenciados en carreras de ciencias experimentales.

En un trabajo anterior hemos procedido a estudiar las motivaciones hacia la docencia como salida profesional entre los estudiantes de diferentes cursos (desde 1º a 5º) de diversas carreras de ciencias (Córdoba *et al.,* 2008), que tenía su fundamento en la necesidad de tener en cuenta tales motivaciones en los procesos de formación de los aspirantes a docentes (Esteve, 1997). En el citado estudio hemos observado que una elevada proporción de tales sujetos contempla la docencia en educación secundaria como salida profesional posible durante los años en los que realizan sus licenciaturas pero no como la preferente, lo cual iría en la línea de trabajos que aseguran que el alumnado que se dedica a la enseñanza secundaria, en su gran mayoría, tenía otras expectativas profesionales y que las dificultades del mundo laboral les han hecho reconsiderar su postura. También se observaba que tales estudiantes presentaban un enfoque muy pragmático hacia la profesión docente en el que priman los estereotipos acerca de los beneficios materiales de la profesión.

En el trabajo que aquí presentamos tratamos de avanzar en la línea de investigación sobre las motivaciones de los aspirantes a profesores, pero nos centramos en una muestra de sujetos que están realizando el curso de formación pedagógica inicial, tras haber terminado sus estudios universitarios, y hemos ampliado el campo de estudio para conocer las

ideas previas de tales sujetos acerca de la profesión docente y la formación inicial.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA: METODOLOGÍA DE TRABAJO

El *punto de partida* del proyecto de renovación de la formación inicial docente en el que estamos trabajando es la evaluación de las deficiencias observadas en cursos anteriores y el intento de contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, a pesar del estrecho margen que permite el modelo de formación actual, esperando que los posibles avances que puedan darse en este proceso puedan ayudar a desarrollar en el futuro próximo un modelo más adecuado, cuando cambie definitivamente el marco legal. Dado que los fines o metas generales de este proyecto son bastante amplios, estamos trabajando en varios estudios parciales dedicados al análisis de las ideas de los alumnos hacia diversos aspectos de la función docente y en el desarrollo de materiales didácticos para mejorar el proceso de formación (Pontes, 2008).

Al estudiar las opiniones de los futuros profesores, en diversas etapas del proceso de formación, hemos adoptado un enfoque investigador utilizando diferentes tipos de instrumentos de indagación en cada fase del proyecto. La *metodología de investigación* es diversificada, se basa en un enfoque esencialmente descriptivo (Esteve, 1997), y está orientada a recoger datos sobre el proceso de formación que resulten útiles para mejorar el modelo actual o para desarrollar un modelo futuro que esté fundamentado en un conocimiento adecuado de la realidad (Oliva, 2005).

El *instrumento* de investigación utilizado en este estudio es una encuesta de cuestiones abiertas encaminadas a recoger datos acerca de los aspectos siguientes: interés por la docencia en educación secundaria como una salida profesional, motivos por los se realiza el curso de formación pedagógica inicial, ventajas e inconvenientes del ejercicio profesional de la docencia en la educación secundaria actual, importancia de la formación pedagógica previa como condición para ser profesor de enseñanza secundaria, aspectos esenciales que deben constituir la formación pedagógica inicial y opiniones sobre el modelo de formación inicial preferible. En un estudio complementario posterior estamos utilizando un test de proposiciones basado en una escala Likert, cuyos resultados se encuentran en proceso de análisis.

La *muestra* de sujetos que ha participado en este estudio piloto está integrada por 67 alumnos y alumnas, procedentes de diversas carreras de ciencias (Biología, Ciencias Ambientales, Física, Química y otras), al iniciar el curso de formación pedagógica inicial en la especialidad de ciencias experimentales.

RESULTADOS

Tras el análisis las encuestas se ha procedido a categorizar las respuestas concretas a cada tipo de pregunta y se ha realizado un estudio descriptivo de tales respuestas, recogiendo las frecuencias relativas de cada tipo de idea relevante. A continuación se describen brevemente los principales resultados obtenidos en las diferentes cuestiones.

Entre el alumnado del curso que contempla *la docencia en educación secundaria como una salida profesional* encontramos un grado de interés alto o muy alto en un tercio de la muestra, un interés mediano en dos quintas partes y el resto presentan un interés bajo o muy bajo. Por tanto, casi tres cuartas partes de los alumnos del curso contemplan la enseñanza secundaria como una salida profesional que les puede interesar.

Al exponer los alumnos y alumnas los *motivos por los que realizan el curso inicial de formación docente* (teniendo en cuenta que pueden elegir varios motivos y que la suma de porcentajes es superior a cien), hemos encontrado que más de la mitad de los alumnos lo realizan por "dejar una puerta abierta para el futuro", una tercera parte lo hacen porque el título es necesario para ser profesor contratado o presentarse a las oposiciones y otra tercera parte lo hacen por ampliar el currículo personal, de modo que abunda la posición pragmática que hemos encontrado en un trabajo anterior (Córdoba et al., 2008). Pero también hay buen número de los alumnos que hacen el curso por deseo de mejorar la formación pedagógica (un tercio) y porque tienen vocación o interés por la enseñanza (algo más de la cuarta parte). En general todos los alumnos que declaran interés por la profesión docente presentan deseo de adquirir o mejorar su formación didáctica y algunos también manifiestan la necesidad de hacer el curso para encontrar trabajo en la enseñanza.

Al expresar su *percepción sobre el ejercicio profesional de la docencia en la educación secundaria actual* la mayoría de los sujetos de encuestados presentan una visión bastante pesimista, señalando como principales *inconvenientes* o problemas de la profesión la falta de interés o desmotivación del alumnado de secundaria por el aprendizaje (tres cuartas partes), la indisciplina del alumnado y falta de respeto al profesorado (dos tercios), la preocupación por no saber abordar bien los conflictos y problemas que puedan surgir en el aula (algo más de la mitad), la poca ayuda de los padres y falta de consideración social a la función de los profesores (casi un tercio) o la falta de ayuda de la administración y escasez de recursos materiales para la docencia (una cuarta parte). Hemos encontrado algunas opiniones que hacen referencia a la especial dificultad de enseñar ciencias o matemáticas en la educación secundaria, por tratarse de materias que producen mucho fracaso escolar,

trasladando las causas de dicho fracaso a las características del alumnado o del sistema educativo actual.

Pese a tales inconvenientes hay muchos sujetos que desearían ser profesores de secundaria, porque también perciben interesantes *ventajas* en esta profesión: tener un "trabajo fijo o estable" (más del ochenta por ciento), con "muchas vacaciones" (dos tercios), con un "sueldo interesante" (dos quintas partes). Además de las ventajas de carácter material, que demuestran el carácter pragmático de su interés por la docencia, también hay una cuarta parte de alumnos que apuntan su interés por la enseñanza a pesar de las dificultades citadas o quienes creen que puede ser un trabajo "bonito" si se dispone de "buenos alumnos" (una sexta parte aproximadamente).

Al preguntar a los sujetos de la muestra si creen que es necesario *adquirir una formación pedagógica previa* para ser profesor de enseñanza secundaria, encontramos que la gran mayoría asumen la necesidad de disponer de formación docente (más del ochenta por ciento) para ser profesor de enseñanza secundaria en la actualidad y el resto (casi el 20 %) creen que se puede aprender a ser profesor después de las oposiciones "si se conocen bien los contenidos de la enseñanza" a impartir o si "se poseen buenas cualidades personales para expresarse en público" o para la comunicación con los alumnos. En general la mayoría de quienes defienden la necesidad de la formación didáctica previa también asumen la importancia de la práctica docente y de la formación permanente posterior para llegar a ser buen profesor.

Al pedir que señalen los *aspectos esenciales que deben formar parte de la formación pedagógica* inicial del profesorado de educación secundaria los alumnos y alumnas del curso se refieren como temas principales a los siguientes: aprender a "mantener el orden y el respeto en la clase" (dos tercios), adquirir técnicas de comunicación para "explicar bien" (algo más de la mitad), aprender a hacer programaciones y unidades didácticas (cuarenta y seis por ciento) y saber "motivar a los alumnos" para que atiendan en clase y estudien (dos quintas partes). Otros temas apuntados en segundo lugar se refieren a utilizar medios audiovisuales y nuevas tecnologías (algo más un tercio), aprender a usar estrategias de enseñanza (una cuarta parte) y aprender a evaluar el trabajo de los alumnos (algo más de un quinto de la muestra). También señalan, de forma minoritaria (dieciséis por ciento), la necesidad de aprender aspectos específicos relacionados con la didáctica de las ciencias (salidas al campo, experiencias de laboratorio, resolución de problemas,…)

Finalmente se les ha pedido a los sujetos de la muestra que *indiquen la forma y el momento en que sería más conveniente desarrollar la formación pedagógica inicial* del profesorado de secundaria. La mayor

parte consideran que debe seguir haciéndose mediante un curso de introducción a la docencia (del tipo del CAP o de mayor extensión que el curso actual) posterior a los estudios universitarios (casi la mitad) o bien mediante una carrera de 2º ciclo o un máster de postgrado de al menos un año de duración (casi una cuarta parte). También hay un buen número de sujetos que creen que la formación didáctica inicial se debería realizar con otros modelos alternativos como pueden ser mediante asignaturas de carácter didáctico que se pudieran estudiar durante los estudios universitarios de cualquier carrera (algo más del dieciséis por ciento) o a través de un proceso de formación práctica y didáctica posterior al ingreso en la profesión docente (casi un quince por ciento).

CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado los resultados de un estudio piloto destinado a conocer las opiniones de una muestra de aspirantes a profesores de ciencias en educación secundaria acerca de la profesión y la formación docente, al comenzar el curso de formación pedagógica inicial. Para ello hemos partido de la base de que el análisis de tales aspectos puede ayudar a mejorar el diseño de los procesos de instrucción (Campanario, 1998) y de que cualquier mejora del modelo de formación debe basarse en el conocimiento de la realidad actual para tratar de transformarla (Oliva, 2005).

En este estudio hemos observado que la mayoría de los sujetos contemplan la docencia en educación secundaria como una salida profesional importante o necesaria, que realizan el curso de formación inicial por motivos de pragmatismo mayormente y que hay un porcentaje interesante de alumnos que lo hacen por vocación o por interés en mejorar sus conocimientos sobre la profesión docente. En su mayor parte, los aspirantes a profesores presentan una visión pesimista de la profesión docente, por el predominio de estereotipos relacionados con los conflictos que surgen en los centros de secundaria o la desmotivación del alumnado de secundaria. Sin embargo, aunque son conscientes de los problemas de la profesión, la mayoría de los encuestados desearían ser profesores de enseñanza secundaria, ya sea por interés material o por necesidad de trabajo.

La mayor parte de nuestros alumnos asumen la necesidad de disponer de formación docente específica para ser profesor de enseñanza secundaria en la actualidad, debido a los problemas de la enseñanza y de la complejidad de esta profesión en la actualidad. Entre los principales aspectos que deben formar parte de ese proceso de formación señalan aspectos generales relacionados con la capacidad de resolver conflictos, adquirir técnicas de comunicación, aprender a programar la enseñanza y saber fomentar la motivación de los alumnos por la educación, pero

aluden poco a cuestiones específicas relacionadas con la enseñanza de las ciencias. En lo que respecta al modelo de formación inicial la mayoría de los sujetos de la muestra consideran que la formación inicial se debería seguir realizando mediante un curso de introducción a la docencia, posterior a los estudios universitarios, ampliando y mejorando el actual curso del CAP, aunque una cuarta parte de la muestra asume la conveniencia de desarrollar la formación docente en forma de un máster de postgrado que sea similar en toda Europa.

Creemos que el hecho de que la mayoría de los sujetos encuestados presenten mayor preocupación por adquirir formación en aspectos que podemos considerar generales (resolución de conflictos, motivación del alumnado, técnicas de comunicación, programación adecuada de la enseñanza, etc.), plantea el problema de dar una respuesta formativa a estas demandas desde el campo de la Didáctica de las Ciencias (no sólo desde la Psicopedagogía), haciendo ver a los profesores en formación la importancia de desarrollar una metodología constructivista de enseñanza de las ciencias en la educación secundaria para crear un ambiente de trabajo activo en el aula y favorecer la motivación del alumnado por el aprendizaje (Gil, 1991; Porlán et al., 1996).

Tras la realización de este estudio piloto hemos seguido explorando las opiniones del profesorado en formación sobre la profesión docente y los procesos educativos, recogiendo datos de diverso tipo en una muestra más amplia y utilizando otros cuestionarios. Aunque los resultados del estudio complementario se expondrán en otro trabajo posterior podemos avanzar que se confirman algunos de los datos aquí expuestos y aparecen otros resultados que nos parecen dignos de mencionar: a) La mayoría de nuestros alumnos valoran bien las innovaciones realizadas en el curso del CAP de la Universidad de Córdoba, pero creen que se debe ampliar y mejorar el proceso de formación inicial del profesorado de secundaria, b) disponen de ideas previas sobre los procesos educativos bastante próximas al enfoque constructivista que podrían utilizarse adecuadamente para mejorar los procesos de formación, c) presentan un mayor interés por la formación en didáctica específica y por la fase práctica, c) aportan reflexiones interesantes sobre la realidad de la enseñanza de las ciencias en los centros de secundaria tras el desarrollo de la fase práctica del curso de formación actual (Pontes y Serrano, 2008a; Pontes y Serrano, 2008b).

BIBLIOGRAFÍA

AZCÁRATE ET AL. (2005). *Propuesta de Máster de profesor/a de Secundaria.* Universidad de Cádiz.

CAMPANARIO, J.M. (1998). ¿Quiénes son, qué piensan y qué saben los futuros maestros y profesores de ciencias?: una revisión de estudios

recientes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 33, pp.* 121-140.

CARRASCOSA,J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, 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), pp. 118-133.

COPELLO L, M.I y SANMARTÍ P,N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias,* 19 (2), 269-283.

CÓRDOBA, F., ORTEGA, R. y PONTES, A. (2008). Motivación e interés por la docencia en Educación Secundaria entre universitarios de Ciencias Experimentales*, Revista de Educación* (En prensa).

DE PRO, A., VALCÁRCEL, M.V. y SÁNCHEZ BLANCO, G. (2005). Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (3), 357-378.

ESTEVE, J.M. (1997). *La formación inicial de los profesores de secundaria. Una reflexión sobre el curso de cualificación pedagógica.* Barcelona: Ariel Educación.

GIL, D. (1991). Qué han de saber y saber hacer los profesores de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias.* 9(1), pp.69-77.

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.

PONTES, A. [Coord.] (2008). *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de educación secundaria.* Córdoba: Servicio de Publicaciones de la UCO.

PONTES, A. y SERRANO, R. (2008 a). Opiniones de los futuros profesores de enseñanza secundaria sobre la formación inicial en un contexto de cambio. *FORO MASTER sobre "Formación del profesorado de educación secundaria en el espacio europeo de educación superior".* Universidad de Valladolid. http://www3.uva.es/foromaster/bitacora/

PONTES, A. y SERRANO, R. (2008 b). Reflexiones sobre la docencia tras el prácticum de la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. *I Congreso Internacional sobre Profesorado Principiante e Inserción Profesional a la Docencia.* Universidad de Sevilla.

PORLÁN, R., AZCÁRATE, P., MARTÍN, R. y RIVERO, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores:

fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela.* 29, pp.23-38.

¿Qué Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias en Formación Inicial pueden suponer un obstáculo?

Emilio Solís Ramírez(*), Rafael Porlán Ariza(**) y Ana Rivero García(***)

(*) Instituto Provincial de Formación de Adultos de Sevilla, esolisr@telefonica.net

(**) Universidad de Sevilla, rporlan@us.es

(***) Universidad de Sevilla, arivero@us.es

Resumen: En esta comunicación se presentan algunas conclusiones acerca de las Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias en Formación Inicial y el carácter de obstáculo que pueden adoptar algunas de ellas para el cambio hacia un Conocimiento Profesional Deseable tal como se define desde el Marco teórico del Proyecto curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar).

Palabras clave: Concepciones curriculares, Formación del profesorado, Didáctica de las ciencias, Modelos didácticos.

Abstract

In this communication some conclusions are presented about the Faculty's of Sciences Curricular Conceptions in Initial Formation and the obstacle character that can adopt some of them for the change toward a Desirable Professional Knowledge just as he/she is defined from the theoretical Marco of the curricular Project IRES (Investigation and School Renovation).

Keywords

Curricular Conceptions, Teacher training, Didactics of the Science, Didactic patterns.

1. Justificación teórica

El conocimiento de los profesores, al igual que otros conocimientos como el de los médicos o el de los jueces, es un tipo de conocimiento práctico, profesionalizado y dirigido a la intervención en ámbitos sociales. Su peculiaridad viene dada porque debe ser útil para intervenir en los problemas que aparecen en la práctica de la enseñanza. Estos problemas están relacionados en gran medida con la toma de decisiones sobre el curriculum antes, durante y después de la intervención, por lo tanto existe una importante relación entre conocimiento profesional y desarrollo curricular.

Ello nos ha llevado a considerar que la formación del profesorado se debe articular en torno a la investigación de los problemas de la práctica relacionados con el currículo del alumno, que nosotros hemos agrupado en

torno a los que denominamos ámbitos de investigación profesional (Porlán y Rivero, 1998; Martín del Pozo y Rivero, 2001; Rivero y Porlán, 2005; Solís, 2005): finalidades de la educación en la etapa obligatoria, ideas de los alumnos, conocimiento escolar, metodología de enseñanza, evaluación, etc.

En dicha formación, y en coherencia con lo que se plantea para la enseñanza de los alumnos, es necesario tener en cuenta las concepciones del profesorado en relación a los distintos ámbitos mencionados, pues son numerosos los estudios que han puesto de manifiesto que éstas son muy estables y difíciles de cambiar (Porlán, 1993; Hashweh, 1996; Joram y Gabriel, 1998; Porlán y Rivero, 1998; Mellado, 2001). Por ello, nos ha interesado investigar cuáles son y cómo cambian.

En este sentido, distintos estudios indican que dicho cambio no ocurre a grandes saltos, sino que es progresivo (Flores y otros, 2000). De esta manera, no es raro que al analizar las concepciones del profesorado de ciencias detectemos distintas posiciones, según el grado de superación de distintos obstáculos, desde aquellas coherentes con el modelo didáctico tradicional (MDTR), hasta enfoques próximos a un modelo constructivista e investigativo (MIE), pasando por modelos de transición, como el tecnológico (MDTE) o el espontaneísta (MDES), entendidos estos modelos tal como los define García Pérez (2000).

Por otro lado, algunos estudios señalan que aparecen contradicciones entre lo que los sujetos declaran y lo que diseñan (Hewson y Hewson, 1987), y entre sus creencias y sus actuaciones en la práctica (Mellado, 1996; Bryan y Abell, 1999), por lo que es posible que en un mismo profesor podamos detectar concepciones coherentes con distintas perspectivas, según el plano que analicemos.

Desde este marco realizamos el estudio que presentamos a continuación, en el que analizamos las concepciones curriculares de profesores de ciencias de Educación Secundaria en formación inicial, con la pretensión de detectar cuáles son los modelos didácticos predominantes y los obstáculos más relevantes en este colectivo.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La muestra de la investigación estaba constituida por los alumnos y alumnas inscritos en uno de los grupos del MDFQCAP[1] del curso 99/00. El universo era de veinte sujetos, aunque la investigación se realizó sobre once, por ser este el número memorias del curso que se entregaron de forma individual (el resto eran colectivas).

[1] Módulo de Didáctica Especial de Física y Química del Curso para la obtención del C.A.P.

El problema de investigación se centró en las concepciones curriculares y se formularon así:

1.- ¿Qué ideas manifiesta este Profesorado sobre los objetivos y finalidades educativas, las concepciones e intereses del alumnado, la formulación de los contenidos escolares, la metodología y la evaluación escolar?

2.- ¿Existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito? ¿Qué tipos de progresiones se pueden establecer en los distintos momentos de la investigación?

3.-¿Qué grado de coherencia presentan entre sí estas concepciones curriculares? ¿Es posible establecer correspondencias entre estas concepciones y los distintos Modelos Didácticos?

Las hipótesis planteadas para cada uno de los problemas las presentamos resumidas en la Tabla-1.

Problema	**Hipótesis**
Finalidades y objetivos educativos	Predominarán las definiciones de objetivos relacionados con los conceptos, los procedimientos y las actitudes propias del conocimiento científico y la finalidad primordial de la Educación Secundaria será la transmisión de los mismos
Concepciones e intereses del alumnado	Aunque conozcan las ideas de los alumnos, probablemente no las utilizarán didácticamente. También es posible que, en todo caso, intenten sustituirlas por la verdad científica
Formulación de contenidos escolares	La disciplina se considerará el único referente para determinar el conocimiento escolar. Predominarán los contenidos de tipo conceptual (en versión simplificada), tendiendo al enciclopedismo y potenciando un aprendizaje memorístico
Ideas sobre la metodología de enseñanza	Aplicarán una metodología transmisiva en la que se conjugue la explicación con la ilustración. Habrá casos en que llevan a cabo metodologías duales del tipo explicación más actividades de aplicación o explicación más actividades de verificación
Evaluación escolar	evaluarán únicamente a los alumnos/as y no todo el proceso. La evaluación se centrará, fundamentalmente, en medir el nivel de adquisición de contenidos conceptuales.

Tabla – 1. Hipótesis de la investigación

Las categorías analizadas fueron: ¿Para qué enseñar? (OBJ), ¿Qué enseñar? (FCE), Concepciones e intereses de los alumnos/as (CONALU), ¿Cómo enseñar? (MET) y ¿Qué, Cuándo, Cómo y a Quién evaluar? (EVAL). Estas categorías se cruzaron con las cuatro posibles tipificaciones de los Modelos Didácticos y los niveles de formulación definidos: Nivel de partida: *MDTR,* Nivel intermedio: *MDTE* y/o *MDES* y Nivel de referencia: *MIE*

El instrumento utilizado fue la Memoria presentada al final del curso por los once sujetos de la muestra y para cuya elaboración se ofreció un guión orientativo al principio del módulo, con los siguientes apartados:

1. Características del contexto donde se ha experimentado la unidad.

2. Detección y análisis de las ideas de los alumnos. Instrumentos de detección. Análisis de los datos obtenidos. Conclusiones.

3. Objetivos que se pretenden conseguir.

4. Contenidos. Justificación de la relevancia de los conceptos más importantes, nivel de formulación y su inclusión en la Unidad.

5. Metodología y actividades. Descripción y justificación detallada del plan de actividades.

6. Evaluación. Inclusión de los instrumentos de evaluación utilizados y su justificación.

7. Valoración global de la puesta en práctica de la unidad.

Las Memorias se sometieron a análisis del contenido (Bardin, 1977-1986), que consistió en: delimitación de las unidades de información (UI), codificación y categorización de las mismas en los grupos previamente establecidos.

2.2. Los momentos declarativos y temporales

En el guión al que acabamos de aludir se incluía la posibilidad de que en cada uno de los apartados se expresasen tanto la justificación teórica como la propuesta concreta de trabajo para llevar al aula. También se solicitaba una valoración del desarrollo del diseño durante la fase de Prácticas.

Teniendo esto en cuenta, en la codificación de las UI se asignó a cada una de ellas una letra (J, P, R) que hacía referencia a lo que denominamos *Momento* en el que se hace la declaración. La letra J se adjudicó a aquellas UI relacionadas con la justificación teórica de los distintos apartados de las memorias. La letra P se reservó para las relacionadas con

la propuesta concreta de intervención en el aula. La letra R indicaba las relacionadas con la reflexión sobre lo desarrollado en el aula.

Podemos considerar, asimismo, que esta diferenciación también conlleva una cierta secuenciación temporal del proceso formativo que se estaba desarrollando. Así, el momento J está más relacionado con las clases teóricas de Didáctica Especial y, por tanto, más próximo al comienzo del proceso formativo. El momento P está más vinculado a las propuestas de trabajo que se realizan en los Centros de Secundaria donde se realizan las Prácticas y, por tanto, a una situación intermedia en el proceso formativo. Finalmente, el momento R es de reflexión y valoración personal, una vez concluido el proceso de intervención en el aula, es decir en la culminación del proceso formativo.

La Figura 1 ilustra esta relación entre momentos declarativos y secuencia temporal del proceso formativo.

Figura 1. Relación entre momentos declarativos y secuencia temporal

Esta estructura nos permite establecer una aproximación a las posibles diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Entendemos como declarado o explícito aquello que corresponde fundamentalmente al momento J y a gran parte del P, y lo realizado o implícito al momento R y a una parte del P.

3. Resultados y análisis

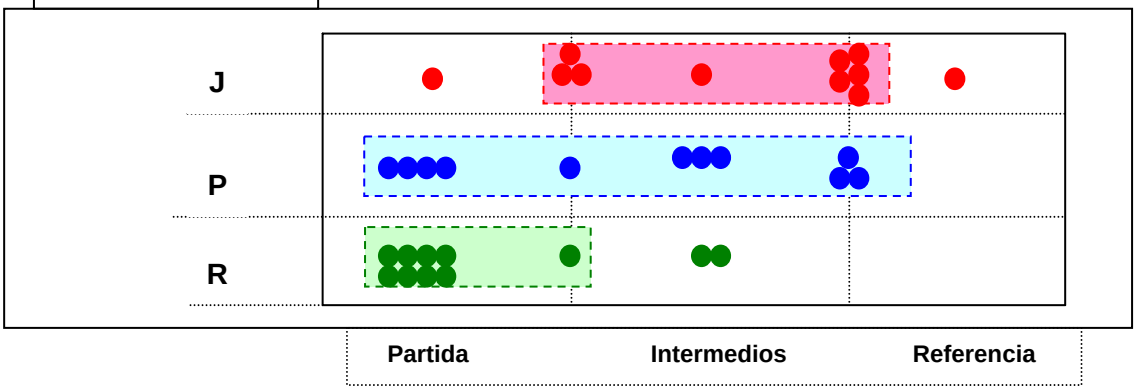
3.1. Objetivos y Finalidades educativas

En líneas generales, la hipótesis de partida se ve confirmada por los datos obtenidos. Así, aunque en la justificación teórica se consideran finalidades y objetivos amplios, la propuesta de trabajo se centra en la consecución de objetivos relacionados primordialmente con el aprendizaje de los

conceptos. En la reflexión sobre lo realizado en las prácticas declaran que sus objetivos han sido adecuados o bien no aluden a este apartado.

En la Figura 2 (Densidades en la categoría Objetivos) hemos representado con círculos los niveles (Partida, Intermedios o Referencia) adjudicados a cada una de las memorias analizadas en los distintos momentos declarativos y temporales considerados. En el Momento J (justificación teórica), 7 de las 11 memorias se encuentra en niveles intermedios (MDTE o MDES) y próximos al de referencia (MIE). En el Momentos P (propuesta de trabajo), 7 de las 11 se encuentra en niveles intermedios y en el Momento R (reflexión sobre lo realizado), 9 de las 11 memorias se encuentra en niveles de partida (MDTR) o muy próximos a él.

Figura 2 DEN- OBJ



Según esto, podemos considerar que existen diferencias entre lo declarado y lo realizado y entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explicito se encuentra en niveles de formulación intermedios y próximo a éste, mientras que lo realizado e implícito está situado, fundamentalmente, en niveles de partida.

Teniendo en cuenta estos resultados, el cambio detectado en general en la muestra tiene un sentido regresivo desde la justificación (donde son más numerosas las memorias que se sitúan en niveles intermedios pero próximos al de referencia) hasta el diseño (donde la mayoría de las memorias se sitúan en niveles intermedios) y, sobre todo, desde éste hasta la reflexión sobre la práctica (donde la mayoría de las memorias se sitúan en niveles de partida) (ver Figura 3).

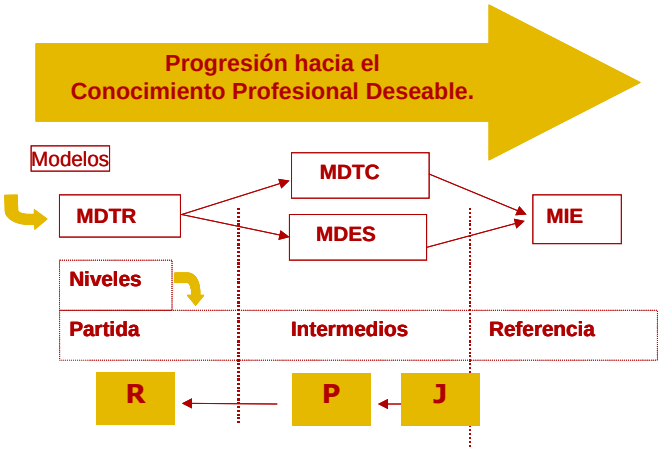
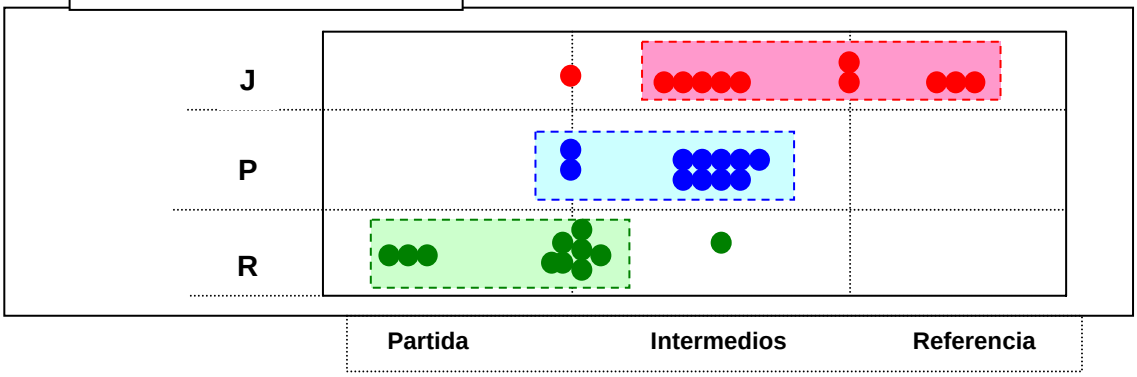


Figura 3: Progresión sobre los objetivos

3.2. CONCEPCIONES E INTERESES DEL ALUMNADO

Consideramos que parte de la hipótesis de partida se ve confirmada por los datos obtenidos, aunque en los aspectos teóricos se observa una cierta contaminación de los niveles de referencia, cuestión que no habíamos considerado. La Figura 4 (DEN-CONALU) ilustra esta afirmación:

Figura 4 DEN - CONALU



Según esto, podemos considerar que existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explicito se encuentra en niveles de formulación intermedios con presencia, en ciertos aspectos teóricos, de los niveles de referencia, mientras que lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente, en niveles intermedios con cierta contaminación de los niveles próximos a los de partida.

Tomado los valores expresados, la progresión general que hemos detectado respecto a esta categoría sería la representada en la Figura 5.

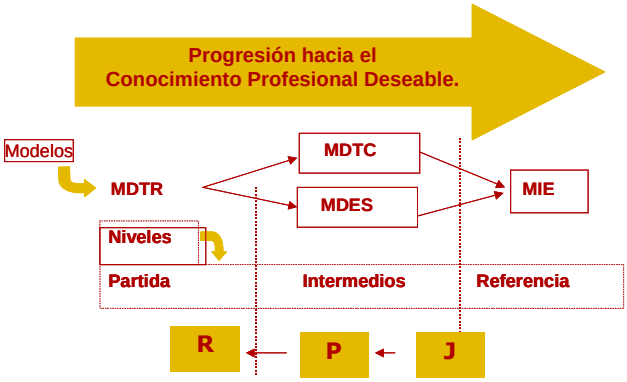
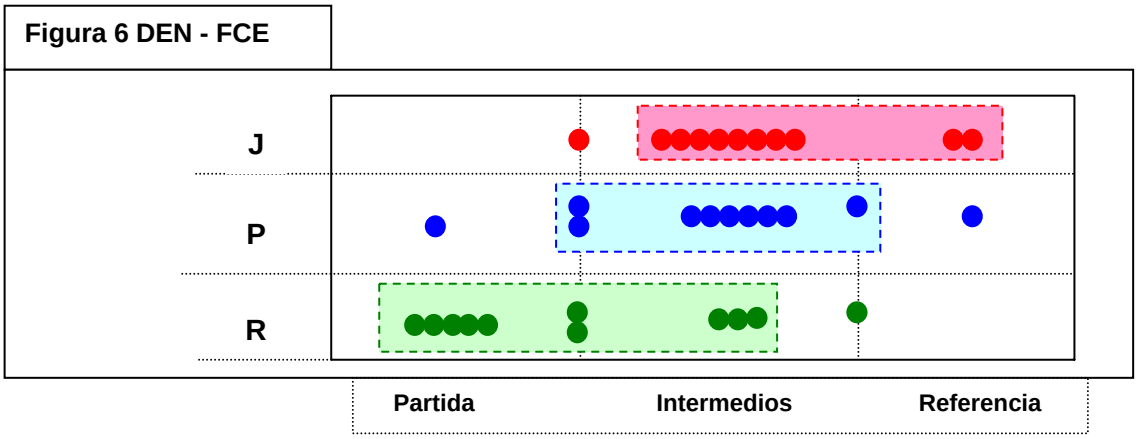


Figura 5. Progresión sobre las concepciones de los alumnos

3.3. FORMULACIÓN DE CONTENIDOS ESCOLARES

La hipótesis de partida se ve, en parte, contestada por los datos obtenidos y en cierta coherencia con los de la primera categoría. Aunque es la disciplina el referente fundamental, aparecen incorporaciones, al menos en el ámbito teórico y en el de las propuestas de trabajo, de contenidos distintos a los conceptuales propios de la Física y la Química. Hay un predominio de los niveles intermedios en estos aspectos sobre los de partida. La Figura 6 (DEN-FCE) ilustra esta afirmación:



Según esto y de acuerdo con lo expresado en los problemas anteriores, existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explicito se encuentra, fundamentalmente, en niveles de formulación intermedios con presencia, en ciertos aspectos teóricos y de propuestas de contenidos, de los niveles de referencia, mientras que lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente en niveles de partida o próximos a éste, aunque con una cierta contaminación de los niveles intermedios.

Tomado los valores expresados, la progresión general detectada respecto a la formulación de los contenidos escolares es la que se representa en la Figura 7.

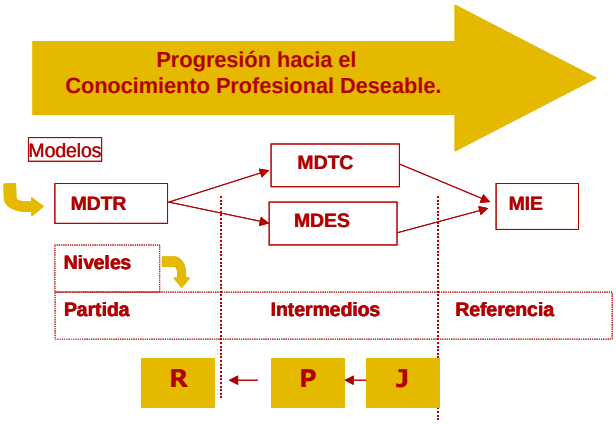
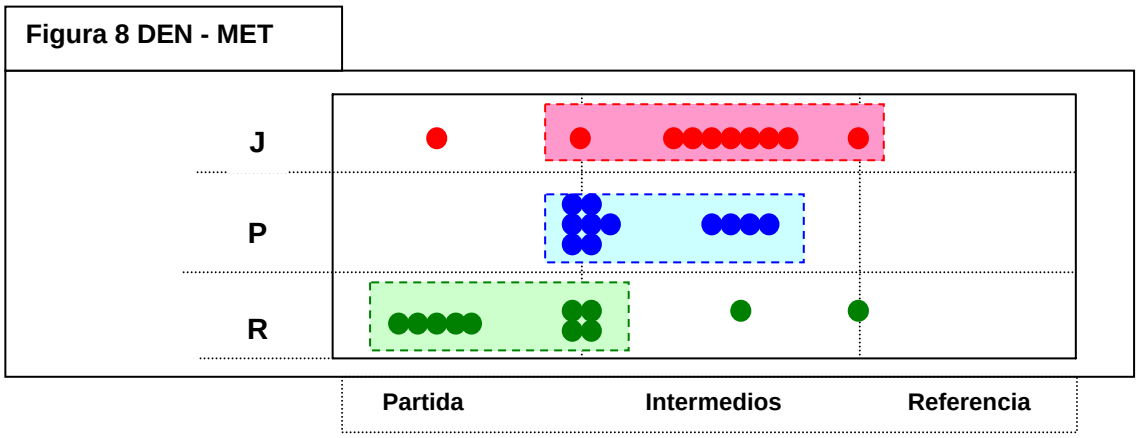


Figura 7: Progresión sobre la formulación de los contenidos escolares

3 4. METODOLOGÍA Y ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

La coincidencia entre la hipótesis de partida y los datos de la investigación es bastante amplia, aunque el número de memorias que se encuentran en niveles intermedios, o próximos a él, es mayor a las que esperábamos encontrar, debido a la presencia de metodologías de enseñanza de tipo dual. La Figura 8 (DEN-MET) ilustra esta afirmación:



De nuevo existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explicito se encuentra, en los niveles intermedios, mientras que lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente, en niveles de partida o próximos a éste, aunque con una cierta contaminación de los niveles intermedios.

Tomado los valores expresados, la progresión general que hemos detectado respecto a la metodología de enseñanza es la que se representa en la Figura 9.

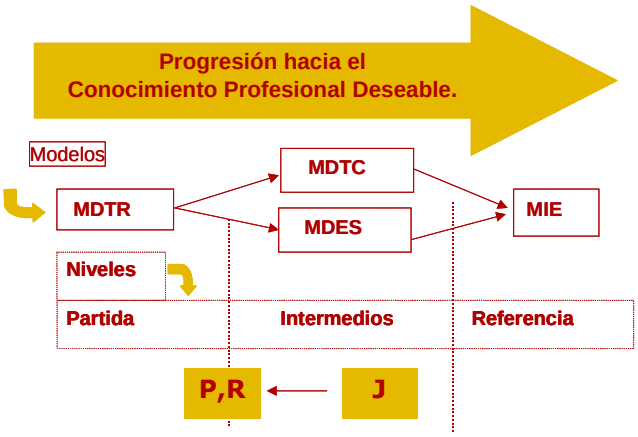
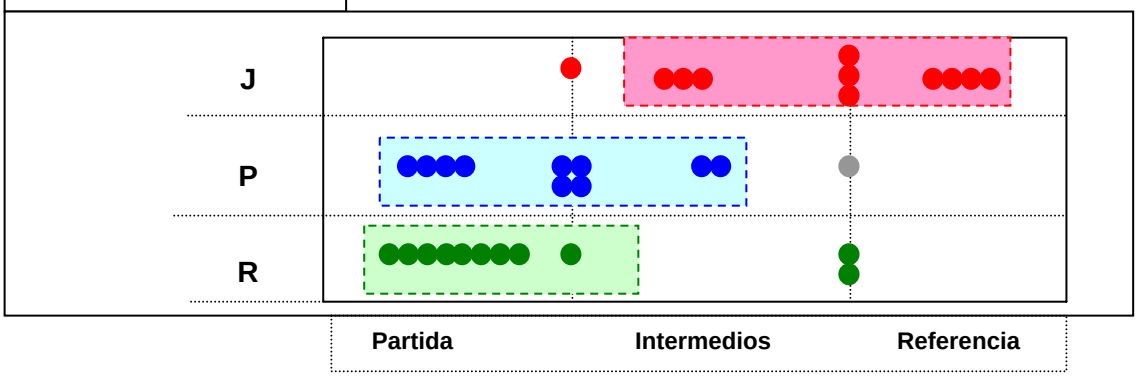


Figura 9. Progresión sobre la metodología de enseñanza

3.5. EVALUACIÓN

La afirmación hipotética realizada en torno a la Evaluación coincide, prácticamente, con los datos obtenidos. La mayoría de las memorias se encuentran en niveles de partida o próximos a él, proponiendo evaluar solamente al alumnado y pretendiendo medir los niveles de adquisición de los contenidos conceptuales. La Figura 10 (DEN-EVAL) ilustra esta afirmación.

Figura 10 DEN -EVAL



Según esto, existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explicito se encuentra en niveles intermedios, con cierta presencia de niveles de referencia en los aspectos teóricos y de partida en las propuestas, y lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente, en niveles de partida.

Tomado los valores expresados, la progresión general que hemos detectado respecto a la evaluación es la que se representa en la Figura 11.

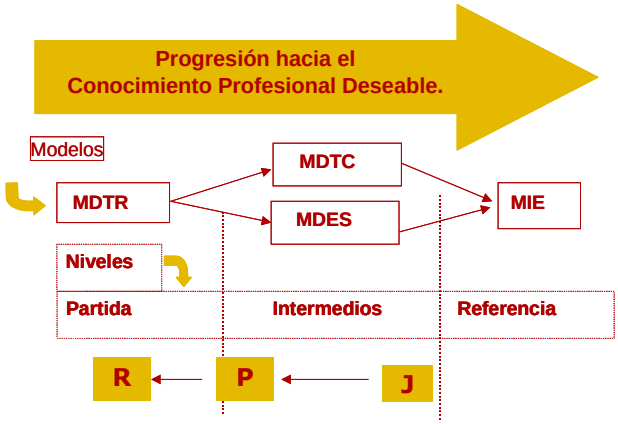


Figura 11: Progresión sobre la evaluación

4. Discusión y Conclusiones

Una vez presentados y analizados los resultados obtenidos, podemos realizar una síntesis y una visión de conjunto de dichos análisis. Para ello, tomamos como referencia los ejes **OCD** (ideas que representan un Obstáculo, ideas que representan un Cuestionamiento o conflicto, e ideas que pueden Dinamizar el cambio), ya utilizada en otros trabajos (Martínez Rivera, 2000 y Ballenilla, 2003).

Nos apoyamos, además, en las gráficas que hemos llamado "de frecuencia" (Ver Figura 12 –FRE-). En ellas representamos, para cada categoría, el número de veces que hemos adjudicado en las memoria cada uno de los niveles considerados (Partida, Intermedios o de Referencia), en cualquiera de los momentos (Justificación, Propuesta, Reflexión). El número máximo es de 33, ya que son 11 memorias y tres posibles momentos.

Como se puede observar, no existe ninguna categoría en la que la frecuencia sea mayoritaria en el nivel de referencia, por lo que no se puede considerar la existencia de un eje dinamizador de las concepciones del profesorado de Física y Química en formación inicial.

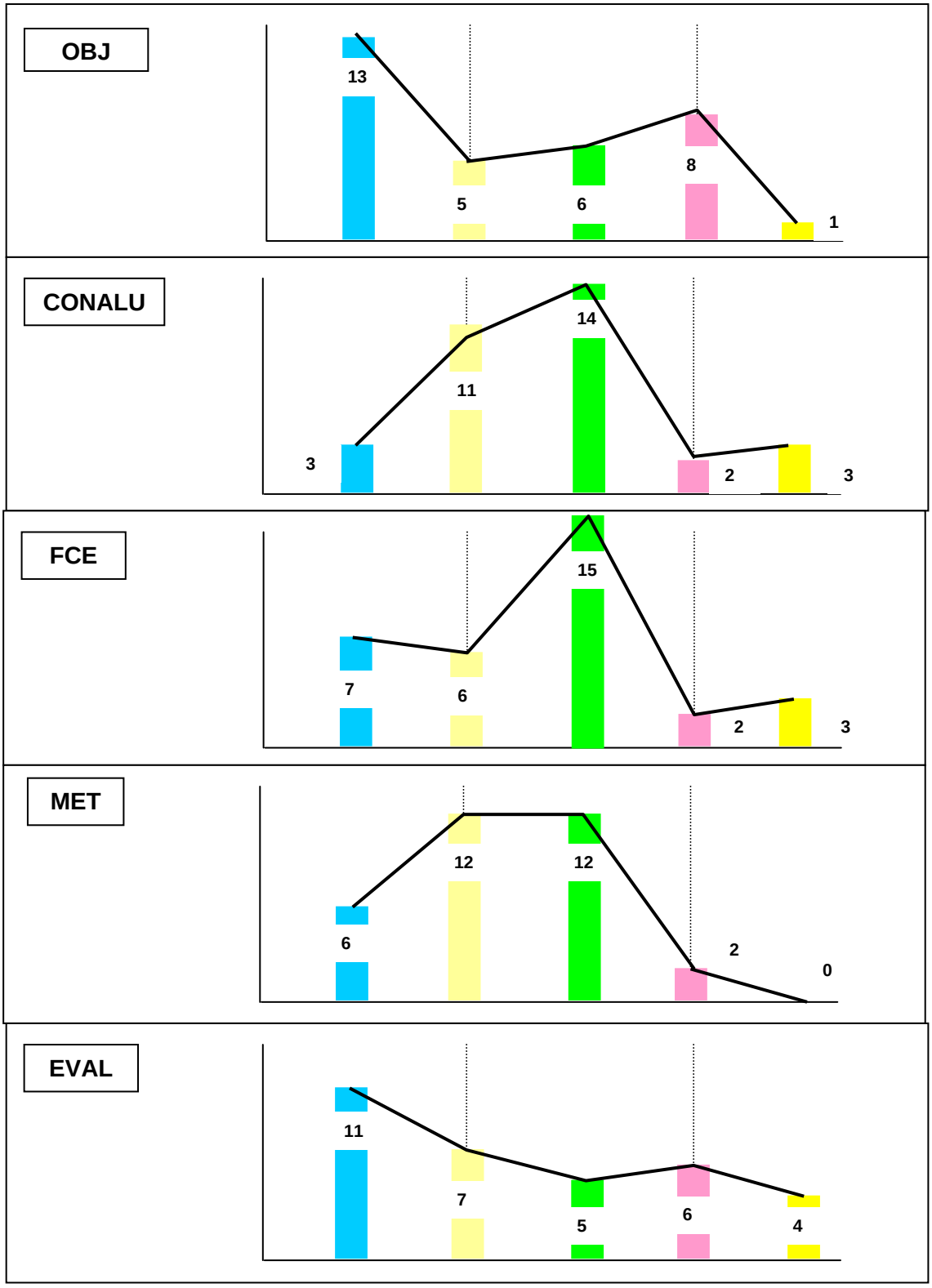
Otra cuestión es la relacionada con los ejes obstáculo y los ejes cuestionadores. En este aspecto podemos aventurar que:

a) Las concepciones detectadas en las categorías "Objetivos y finalidades educativas" y "Evaluación" pueden representar un obstáculo para la

progresión o transición hacia posiciones cercanas a nuestros niveles de referencia (MIE). En ambas categorías se puede observar una presencia abundante de concepciones ubicadas en niveles de partida, siendo mucho menor la presencia de niveles intermedios o de referencia. Ocurre además que la mayoría de las informaciones que nos han inclinado a realizar esta categorización se corresponden con informaciones donde se hacía una valoración o reflexión sobre lo realizado (ver Figuras – DEN).

b) Las concepciones detectadas en relación a las categorías “Concepciones e intereses de los alumnos/as”, “Formulación de contenidos escolares” y “Metodología de enseñanza”, aunque con diferencias y matices, podrían representar un eje para cuestionar o poner en conflicto a los profesores de la muestra, de cara a una posible transición hacia niveles de referencia. En estas categorías se aprecia un predominio de los niveles intermedios y próximos a él y no se observa una presencia tan relevante de los niveles de partida. Ocurre además que en estas tres categorías, los momentos dedicados a la reflexión sobre la acción y a valoración sobre la misma no se ubican de forma tan determinante en los niveles de partida (ver Figuras– DEN).

Figura 12 FRE



5. Referencias

BALLENILLA, F. (2003). *El practicum en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

BARDIN, L., (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

BRYAN, L.A. y ABELL, S.K. (1999). Developmente of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 121-139

GARCÍA PÉREZ, F.F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* nº 205 Biblio 3W. Universidad de Barcelona (http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm).

HEWSON, P.W., y HEWSON, M.G. (1987). Science teachers' concepctions of teaching: Implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9(4), 425-440.

FLORES, F., LÓPEZ, A., GALLEGOS, L., y BAROJAS, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. *International Journal of Science Education*, 22(2), 197-208.

HASHWEH, M.Z. (1996). Effetcs of science teachers´ epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 47-63.

JORAM, E. y GABRIELE, A. (1998). Preservice teachers'prior beliefs: transforming obstacles into opportunities. *Teaching and Teacher Education*, 14(2), 175-191.

MARTÍN DEL POZO, R. y RIVERO, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.

MARTÍNEZ RIVERA, C.A., (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.

MELLADO, 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.

MELLADO, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 17-30.

PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

PORLÁN, R., y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.

RIVERO, A. y PORLÁN, R. (2005). Areas of professional research: A proposal for organising the content of teacher education. En Denicolo y Kompf (Eds): *Connecting Policy and Practice. Challenges for teaching and learning in schools and universities*. London: Routledge.

SOLÍS, E. (2005). *Concepciones Curriculares del Profesorado de Física y Química en Formación Inicial*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

TERMOREGULACIÓN EN LAGARTOS: ESTUDIO DE LOS MODELOS ELABORADOS POR PROFESORES DE CIENCIAS EN FORMACIÓN INICIAL

Erika Patricia Daza Pérez – epadape@hotmail.com[1]

Royman Pérez Miranda – roymanperez@pedagogica.uni.edu.co[2]

Albert Gras Martí- agm@ua.es[3]

[1]Grupo GECOS Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja - Colombia

[2]Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá - Colombia

[3]Departament de Física Aplicada, Universitat d'Alacant

PALABRAS CLAVE: Formación inicial de profesores de ciencias, modelos, termorregulación en lagartos,

RESUMEN: Los modelos constituyen el centro de atención en el contexto epistemológico de las ciencias naturales y en la llamada ciencia escolar, y constituyen una herramienta de representación teórica del mundo, una herramienta auxiliar para explicarlo, predecirlo y transformarlo. En este trabajo se indaga sobre los modelos elaborados por profesores de ciencias en formación respecto de la termorregulación en lagartos y su correspondencia con los modelos científicos propuestos. Los resultados indican que los modelos elaborados por los docentes son de sentido común, y que en ellos aún predomina el modelo Aristotélico en el que se asume que los animales pueden clasificarse en organismos de sangre fría y de sangre caliente.

1. OBJETIVOS

Con el desarrollo de la investigación que presentamos aquí se pretendió:

- Hacer un estudio de los modelos que, respecto a la regulación de la temperatura en los lagartos, la comunidad de especialistas ha formulado, cambiado, reemplazado y/o sustituido a lo largo del tiempo, con el fin de identificar el modelo aceptado actualmente por la comunidad científica. Caracterizar y analizar los modelos que sobre la regulación de la temperatura en lagartos han elaborado profesores de ciencias en formación inicial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Hacer un análisis comparativo entre los modelos trabajados por la comunidad de especialistas sobre la regulación de la temperatura en lagartos y los elaborados por profesores de ciencias en formación.

2. INTRODUCCIÓN:

- La formación de profesores de ciencias

Dentro de la comunidad de didactas de la ciencia es ampliamente aceptado que el conocimiento profundo de la materia a enseñar es uno de los principales requisitos para una educación de calidad. La investigación muestra que la carencia de un dominio de dicho conocimiento limita una correcta valoración de los resultados de la enseñanza o la participación en la elaboración de propuestas innovadoras (Tobin y Espinet, 1989). Se asume, entonces, que un buen conocimiento de la materia no sólo implica el conocimiento de los hechos, leyes y teorías que conforman el cuerpo de conocimientos científicos sino también, entre otros, el conocer los problemas que originaron la construcción de dichos conocimientos y cómo llegaron a articularse en cuerpos coherentes (Gil et al., 1991; Gil y Pessoa de Carvalho, 2000; Gil y Vilches, 2004).

En consecuencia, la formación de un profesor de ciencias de la naturaleza también debe involucrar, el conocimiento de los modelos que elaboran. Cuando un profesor inicia su formación universitaria tiene una serie de ideas, actitudes y valores sobre la enseñanza–aprendizaje de las ciencias adquiridas durante su formación, que influyen en la adquisición de conocimientos y afectarán directamente o indirectamente la planificación y desarrollo de su quehacer pedagógico (Gil, 1994).

Los nuevos modelos de aprendizaje exploran formas por las cuales cada aprendiz interpreta y transforma informaciones en su mente, generando entonces modelos, representaciones e imágenes. Así, los modelos constituyen el centro de atención en el contexto epistemológico de las ciencias naturales y en la llamada ciencia escolar (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001). Dicha categoría epistemológica, asumida como una construcción arbitraria y conjunta de una comunidad científica (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001) desde las estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas (Gallego & Pérez, 1994) de los individuos que conforman dicha comunidad, constituye una herramienta de representación teórica del mundo, una herramienta auxiliar para explicarlo, predecirlo y transformarlo (Adúriz-Bravo, 1999).

El profesor, en cierto sentido, modela la ciencia que enseña y, por lo tanto, la representa en función de sus preconceptos o de sus propios objetivos. Es decir, enseña de diferentes formas, según conciba una ciencia para darla a los alumnos, o bien hace revivir en la clase un determinado hecho problemático del mundo o un hecho interesante de la vida cotidiana. En este segundo caso el profesor piensa, además, que la ciencia no está acabada y que, en consecuencia, tiene un contexto dinámico, cambiante, modificable, adaptativo. Buscará, no sólo que los alumnos manejen modelos, sino que se detengan a pensar acerca de los modelos con los que trabajan, y desarrollen habilidades como el reconocer los usos y limitaciones de aquellos modelos con los que trabajan, y del

propio proceso de elaboración de los mismos. El uso de los modelos no está sólo limitado al desarrollo conceptual de los alumnos.

Considerando, pues, que una adecuada comprensión de la ciencia que se hace objeto de enseñanza involucra la integración de los diversos modelos científicos involucrados en un tema determinado, de modo tal que exista una secuencia de construcción genética de unos con otros (Pozo, 2007), se estudió la termorregulación en lagartos, una temática habitualmente excluida en la formación de profesores de Ciencias de la Naturaleza. Se olvida, con ello, que para su comprensión se requiere del dominio de modelos que involucran fenómenos explicados desde la física, la química y la biología y que han de ser incluidos en la formación de estos profesores.

Un profesor de Ciencias Naturales, y específicamente de biología, debe reconocer, entre otros aspectos, que los organismos vivos son sistemas complejos y ordenados con capacidad de autorregulación (Mayr, 1998); éste ha sido considerado como uno de los conceptos clave dentro de los cuales se interpretan la mayoría de los datos fisiológicos (Eckert et al., 2001). Un mecanismo particular de autorregulación de los animales es el de la regulación de la temperatura, el cual puede proporcionar explicaciones que permiten dar cuenta de otros procesos en el ser vivo.

- Termorregulación en lagartos

Uno de los principales medios por los cuales el ambiente influye en los animales es a través del intercambio de energía entre ambos. Un animal puede estar energéticamente en equilibrio con el ambiente, cuando la energía ganada por su cuerpo sea igual a la energía liberada al entorno; pero si la energía ganada es superior a la perdida, el animal puede sobrecalentarse y morir, mientras que si la energía liberada al entorno es superior a la energía ganada de éste, el animal se enfriará y perecerá (Porter y Gates, 1969).

La regulación de la temperatura en los animales, particularmente, en los lagartos es una de las temáticas sobre las cuales se continúan tejiendo muchos interrogantes. Uno de los trabajos que ha sido considerado como la base de la mayoría de estudios sobre biología termal en los lagartos es el desarrollado por Cowles y Bogert (1944), con el que se demuestra que una creencia mantenida desde la época de Aristóteles, en la que se clasificaba a los animales en organismos de sangre fría y de sangre caliente, y que los lagartos eran capaces de tolerar temperaturas extremadamente altas, es errónea. La investigación indica que los lagartos pueden regular la temperatura de su cuerpo con considerable precisión y que el nivel al cual la temperatura es regulada es característico de cada especie. Además, desde 1940 se han aceptado la ectotermia en lugar de la poiquilotermia para señalar aquella condición de los animales

cuyo calor corporal depende del ambiente y la endotermia en lugar de la homeotermia (Cowles, 1962) al referirse a los animales que obtienen su calor corporal de fuentes internas, en estos su temperatura corporal no depende de la del ambiente.

El calor metabólico producido por los ectotermos, grupo en el que se incluye a los lagartos, es relativamente bajo y gran parte de este calor es pobremente aislado. Como consecuencia, este calor es rápidamente liberado a los alrededores. Entonces, el intercambio de calor con el ambiente es más importante que el calor metabólico a la hora de determinar su temperatura corporal.

El proceso de regulación térmica en los lagartos involucra no sólo mecanismos comportamentales sino también fisiológicos. Dichos mecanismos se presentan en la tabla 1.

Mecanismos	
Comportamental	**Fisiológico**
Variación estacional de la temperatura corporal media	Piel
Variación diaria de la temperatura corporal	Absorbancia
Selección de microhabitat	Producción de calor
Sol versus sombra	Metabolismo
Uso de madrigueras	Actividad muscular
Escalamiento (Subir alturas)	Enfriamiento por evaporación
Agrupamiento animal	Pérdida cutánea
Ajustes posturales	Piel seca
Orientación al sol	Piel húmeda
Orientación al viento	Jadeo
Cambios morfológicos	Salivación
Elevarse fuera del sustrato	Orina
Conducción por el sustrato	Sistema cardiovascular
	Control del flujo de la sangre
	Superficie corporal
	Accesorios corporales

Tabla 1. Mecanismos empleados por animales ectotermos para regular la temperatura corporal (Tomado de Stevenson, 1985)

Varios estudios asumen que estos mecanismos son adaptativos, es decir, la termorregulación en lagartos se desarrolla para evitar temperaturas corporales extremadamente peligrosas y, probablemente, para realizar algún control sobre procesos metabólicos (Huey y Slatkin, 1976).

Comúnmente se señala que los lagartos son animales poco evolucionados, que su morfología y fisiología son primitivas. "*La morfología y fisiología de los anfibios y reptiles no es primitiva, es más especializada para operar con pequeño consumo de energía, morfología y fisiología están para producir sistemas que funcionan efectivamente con bajas demandas de energía. Adaptaciones a estilos de vida de baja energía es facilitado por una baja resistencia al fluido en el sistema vascular."* (Pough, 1980).

De acuerdo con esto, se propone un modelo icónico (figura 1) para explicar la termoregulación en el que se integran los modelos científicos aceptados y revisados en este estudio. El modelo aún es materia de discusión, puesto que se considera que debe contemplar el calor producido mediante procesos metabólicos (pese a su "insignificancia") y explicar en términos químicos tal producción.

Se indica la existencia de un equilibrio entre la energía ganada y la energía perdida por el animal (**a**, en la fig.1), ambas mediante mecanismos biofísicos (no se considera la energía generada por procesos metabólicos puesto que se señaló que ésta es insignificante). En este modelo se contempla la existencia de mecanismos termorreguladores contra el enfriamiento o el sobrecalentamiento (**b**, en la fig.1) que son respuestas del sistema nervioso.

Aunque se han encontrado escasos trabajos que expliquen el papel del sistema nervioso en la termorregulación de los lagartos (Bicego et al, 2006) en el modelo se involucra un sistema termoregulatorio (**c**) que procesa las señales detectadas por los sensores y produce una respuestas que son ejecutadas por los órganos efectores. De acuerdo con el modelo de Stevenson (1985), los mecanismos de regulación son principalmente comportamentales; sin embargo, en el modelo también se consideran las respuestas fisiológicas.

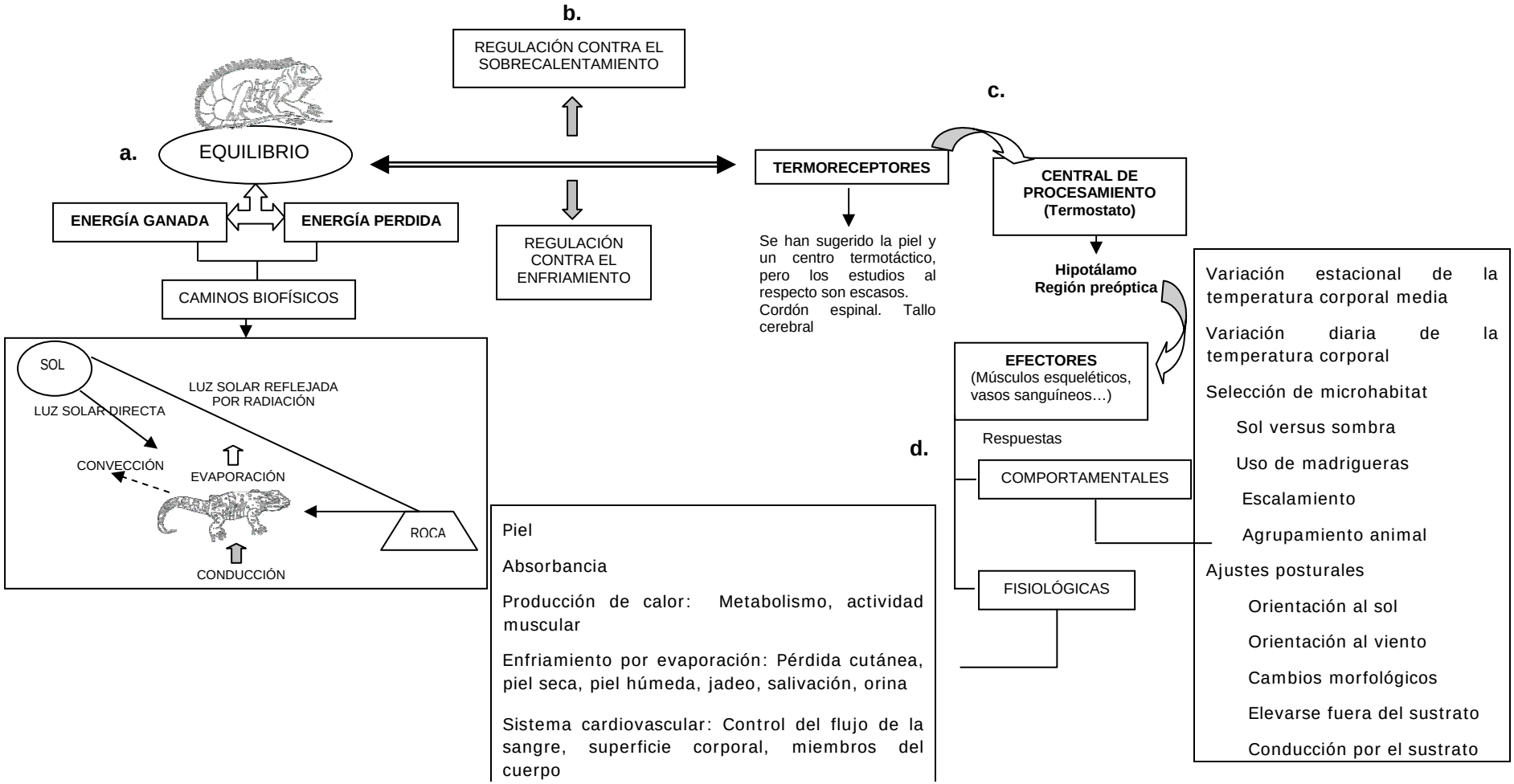


Figura 1. Modelo sobre el mecanismo de regulación térmica en los lagartos. En el esquema integramos los modelos científicos propuestos para explicar la regulación térmica en los lagartos. Se asume que la temperatura corporal resulta del balance entre la energía perdida y ganada por el cuerpo del animal por diferentes caminos biofísicos. Los mecanismos desarrollados por el animal para mantener dicho equilibrio son comportamentales y fisiológicos.

- Modelos construidos por los docentes

La presente investigación explora la conexión entre la evolución del saber científico sobre el tema en estudio (la termorregulación en los lagartos) y la evolución del pensamiento de los docentes. Comparamos, en particular, la construcción de modelos en ambos ámbitos.

2. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló con 24 profesores en formación de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, y estuvo orientado por los referentes de la investigación documental y de la investigación exploratoria.

El trabajo se desarrolló en tres etapas según el enfoque interpretativo de Miles y Huberman (1994). La primera etapa consistió en la colecta de los artículos científicos que explican los procesos de regulación térmica en los animales en general, y en los lagartos en específico para analizar lo propuesto sobre la termorregulación en lagartos, identificar los modelos científicos aceptados y elaborar las categorías con las que se analizarían los modelos elaborados por los profesores.

En la segunda etapa, "*aplicación de instrumentos para caracterizar modelos"*, los profesores en formación elaboraron composiciones escritas en las que explicaban el mecanismo de regulación térmica de los vertebrados, centrándose en los lagartos. Además, se les pidió que resolvieran algunos interrogantes encaminados a ampliar la información obtenida en sus composiciones y que emplearan diversos recursos (gráficas, tablas, símbolos, analogías, ecuaciones, etc para explicar el proceso en cuestión.

Con el objeto de clarificar algunas afirmaciones, gráficos y respuestas presentadas por los estudiantes se realizaron preguntas aclaratorias a cada estudiante y se pidió que explicaran con mayor profundidad cómo regulaban la temperatura corporal los lagartos.

Finalmente, se caracterizaron las composiciones y se compararon con el modelo científico expuesto en el apartado anterior. Para ello se tuvieron en cuenta tres aspectos:

- Existencia de un modelo concreto sobre la regulación térmica: Se analizaba si los estudiantes planteaban un texto con sentido en el que se explicaba el proceso de regulación térmica en los vertebrados, si se incluían diferentes tipos de respuestas a las variaciones en la temperatura ambiental o si por el contrario sólo se mencionaban afirmaciones aisladas. Bajo estas mismas consideraciones se estudió la existencia de un modelo para la termorregulación en lagartos o si el escrito se centraba en animales más comunes, como las aves y los mamíferos.

- Tipo de modelo: De acuerdo con los referentes conceptuales ya discutidos, se establecieron dos categorías para clasificar las composiciones. Estas fueron: modelos teórico–descriptivos y teórico–analógicos, las cuales se clasificarían, a su vez, en modelos de sentido común y en modelos que se corresponden con lo aceptado por la comunidad de especialistas.

Los estudiantes emplearon otros recursos para expresar sus modelos respecto al tema en cuestión; estas representaciones fueron clasificadas en modelos icónicos: dibujos de animales, gráficas estadísticas, esquemas conceptuales y otras gráficas.

- Aspectos conceptuales: Dentro de las composiciones se tomaron frases o palabras que permitían ver el conocimiento que sobre la regulación térmica tienen los profesores en formación, la utilización de términos que no son aceptados científicamente y la clasificación que se hace de los vertebrados de acuerdo con su biología termal.

3. RESULTADOS:

El análisis preliminar de los resultados permite ver que los profesores en formación no han estructurado un modelo sobre el proceso de regulación térmica en los vertebrados y, menos aún, en los lagartos, que corresponda con lo propuesto por la comunidad de especialistas. Sus explicaciones son teórico–descriptivas de sentido común y en algunas se evidencian errores conceptúales como el considerar que los sapos son reptiles: "…*el lagartijo sí podría sobrevivir en temperaturas elevadas puesto que su adaptación al calor es mejor y tiene métodos para combatir el calor. En cuanto al frío moriría porque es de sangre fría y busca es las zonas cálidas."* También se afirma que soportan altas temperaturas porque su piel permite conservar la humedad: "…*su gruesa piel impide la pérdida desmesurada de agua puesto que es rígida y gruesa*".

También se evidencia, tabla 2, la carencia de un consenso en cuanto a la terminología empleada y la clasificación de los vertebrados de acuerdo con su biología termal.

Clasificación		Núm. de profesores
Sangre fría: Rana, lagarto	**Sangre caliente:** Pez, perro, ave	7
Sangre fría: Rana, lagarto	**Sangre normal:** Pez, perro, ave	3
Mecanismos internos: Peces, iguana, perro,	**Mecanismos externos:** peces, iguana, perro, cisne,	2

cisne, sapo	sapo	
Endodermos: mamíferos, aves, rana y pez	**Ectotermos:** pez	1
Homeotermos: Sangre caliente	**Poiquilotermos**	3
Endodermos: mamíferos, aves, rana y pez	**Ectotermos:** pez	1
Animales hábitats extremos: lagarto, peces, perro, cisne	**Animales bajas temperaturas:** lagartija, perro, sapo	1
Euritermos: perro, pez, rana	**Estenotermos**: reptil, perro	1
Animales de temperaturas superiores: iguana	**Animales de temperaturas medias**: perro, animales acuáticos (pescado), rana, pato	1
Internos (procesos bioquímicos, fisiológicos): sapos, iguanas, peces	**Externos (cambios físicos):** aves y mamíferos	2
No aparece una clasificación		2

Tabla 2. Clasificación propuesta, por los profesores en formación, de los diferentes grupos de animales en relación con su biología termal.

Las propuestas no corresponden con la propuesta científica sobre la semántica empleada para clasificar los vertebrados de acuerdo con su biología termal; sus respuestas están soportadas en el conocimiento cotidiano.

Al analizar otras representaciones empleadas para explicar el proceso se encontró que estas son, principalmente, de tipo icónico. Dichos modelos se categorizaron en dibujos de animales, gráficas estadísticas, ecuaciones, esquemas conceptuales y otras gráficas, para indicar aquellas que involucran formas que no corresponden con las categorías ya señaladas.

Esquemas conceptuales: Los modelos presentados son esquemas y dibujos de animales en donde se indica el tipo de respuesta y el órgano involucrado, como el de la fig.2.

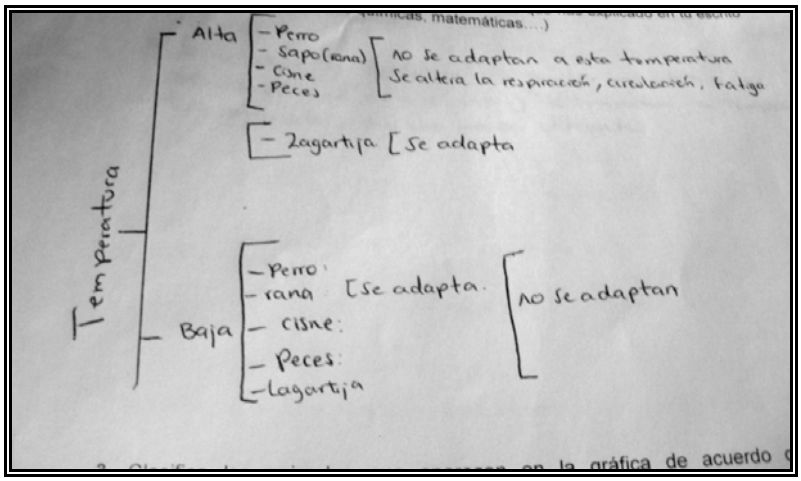


Fig.2: Respuesta de un profesor.

En el modelo de la fig.2 no hay claridad, se indica que en altas temperaturas el perro, el sapo, la rana, el cisne y los peces no se adaptan y que la lagartija sí se adapta.

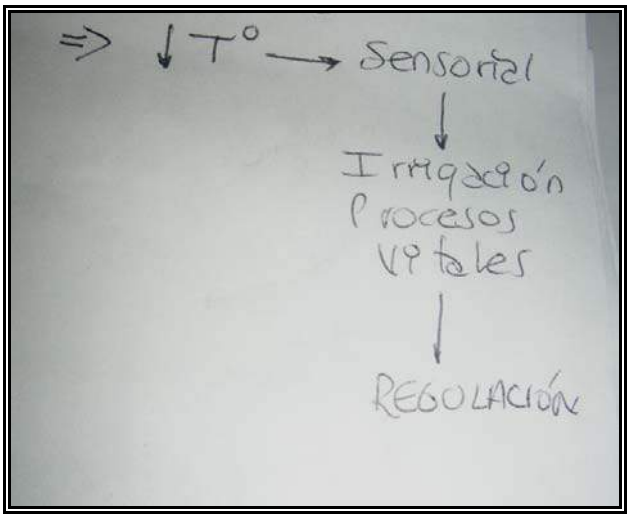


Fig.3: Parte de la respuesta de un profesor.

En la gráfica de la fig.3 se indica una percepción de los cambios, la influencia de procesos vitales y una respuesta traducida en regulación.

Dibujos de animales: Se elaboraron gráficos de los diferentes grupos de vertebrados en los que se señalan algunas respuestas y órganos que

intervienen en el proceso. En el dibujo de la fig.4, en el caso del lagarto hay una aproximación a lo aceptado por la comunidad científica y al modelo del cilindro propuesto por Porter y Gates (1969), y adaptado por O'Connor (1999), en el que se considera un intercambio de calor entre las diversas capas (conchas, según el artículo) que conforman el animal.

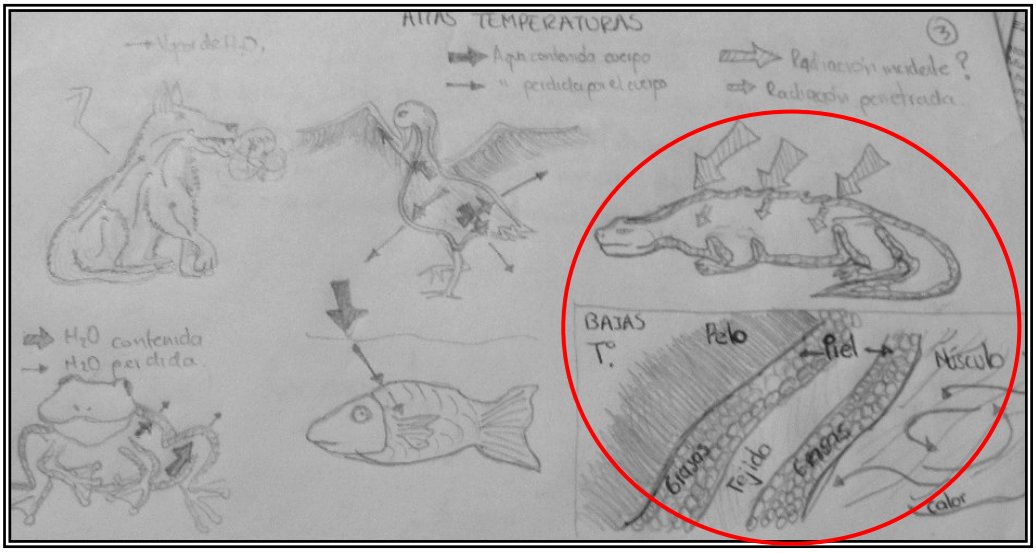


Fig.4: Dibujo de un profesor.

Los demás dibujos de la fig.4 representan diferentes animales, y se indica el tipo de respuesta. Así: perro: jadeo; aves: plumas más finas, agua; mamíferos: masa corporal y pelaje; lagartos: coloración de la piel, se refugian bajo el suelo.

Gráficas estadísticas: En estos modelos se intenta mostrar qué vertebrado podría adaptarse a altas o bajas temperaturas. En la gráfica 5, la línea representa la respuesta a un incremento o un descenso de la temperatura en términos de adaptación. Según esto, el lagarto es el animal que mejor se adapta a los cambios de temperatura.

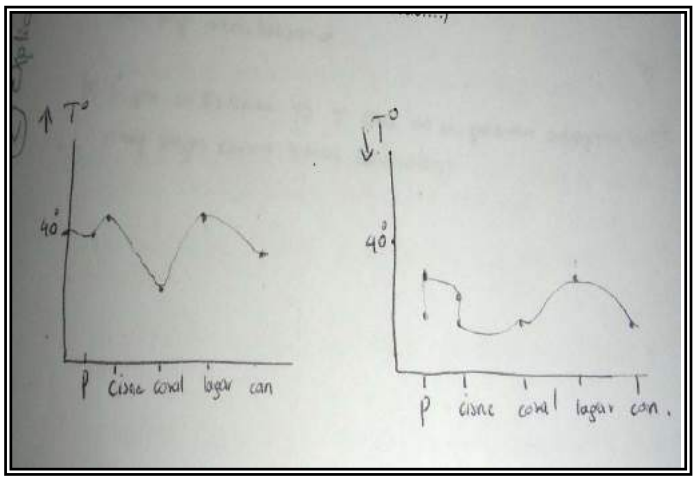


Fig.5: Gráfica de un profesor.

Otras gráficas: Otro tipo de esquema planteado señala unos rangos de temperatura tolerados por el animal y se indica que un aumento o disminución de la temperatura puede causar la muerte. Se indica una retroalimentación, pero el autor no logró dar una explicación clara al respecto. (Véase la fig.6).

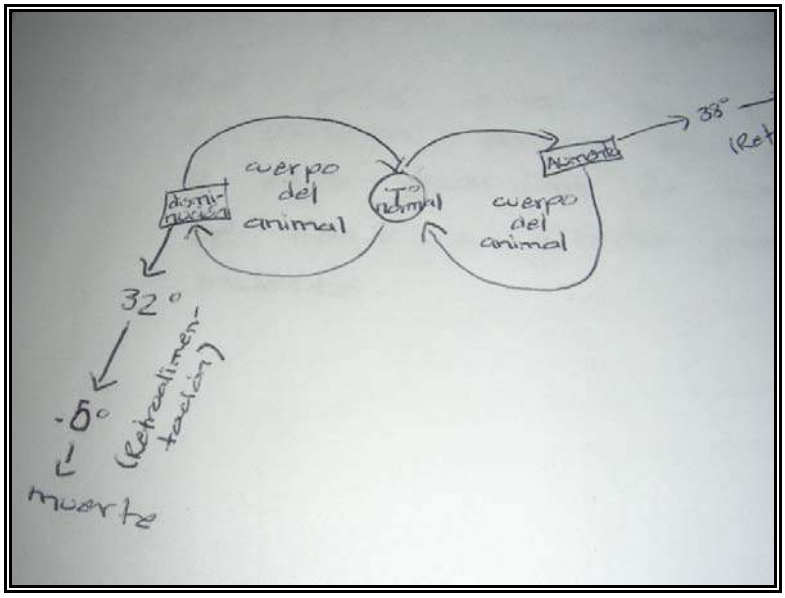


Fig.6: Esquema de un profesor.

Dos gráficas, presentadas por dos alumnos, se centran en las adaptaciones y en la evolución de las especies. Se observa una tendencia a relacionar el proceso con las adaptaciones, pero esto no constituye una explicación de cómo regulan los lagartos su temperatura corporal. En la fig.7 se puede ver un ejemplo.

Fig.7: Esquema proporcionado por un profesor.

Ecuaciones: La representación de la fig.8 es asumida como una ecuación que no logró ser explicada por su autor. Se indicó que es una representación de los órganos que están implicados en la regulación térmica y de la forma como aumenta la temperatura al suministrar calor a un cuerpo.

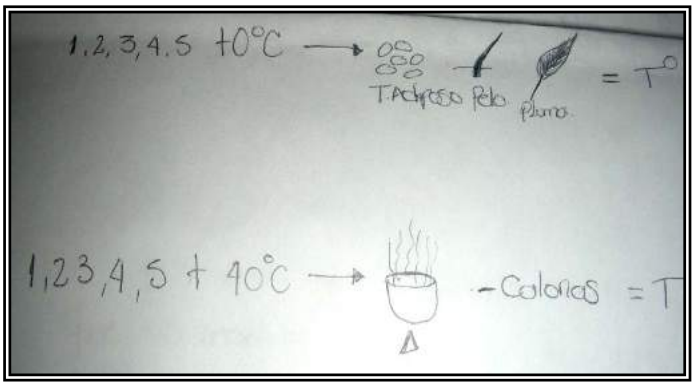


Fig.8: Ecuaciones que plantea un profesor.

En las composiciones y en los modelos icónicos de las figs.2 a la 8 se conserva el modelo vigente hasta 1944: los profesores en formación consideran que los lagartos habitan en climas cálidos porque su condición de organismos ectotermos les permite soportar altas temperaturas; clasifican a los lagartos como organismos de sangre fría y, en ocasiones, a los peces como organismos endotermos o, en los términos de los profesores en formación, organismos sangre caliente.

De las explicaciones de los profesores también se tomaron apartados de los modelos científicos estudiados, que consideramos como aspectos

claves en la explicación del proceso de regulación térmica, para ser comparados con la propuesta de los docentes. El resultado de este análisis se muestra en la tabla 3.

La propuesta científica	**Los modelos de los docentes en formación inicial**
Desde Aristóteles, los lagartos, anfibios y serpientes han sido llamados de sangre fría y se asume que son capaces de tolerar temperaturas muy altas.	Esta concepción aún predomina entres los alumnos (profesores en formación).
Los reptiles pueden regular la temperatura de su cuerpo con considerable precisión… El nivel al cual la temperatura es regulada es característico de cada especie.	No hay conocimiento de ello.
Los reptiles poseen un tallo anterior y un periférico termosensitivo que interactúan para producir un determinado comportamiento termorregulador.	No se evidencia en los escritos.
La morfología y fisiología de los anfibios y reptiles no es primitiva, sino más bien especializada, y le permite operar con pequeño consumo de energía. Morfología y fisiología están diseñadas para producir sistemas que funcionan efectivamente con bajas demandas de energía.	En 16 contribuciones se asume que la morfología y fisiología de los lagartos es una condición primitiva que coloca a los lagartos en desventaja en comparación con los mamíferos y las aves.
En reptiles, un cambio en el flujo de sangre puede aumentar su habilidad para mantener la temperatura corporal cerca de los niveles preferidos.	Tres respuestas mencionan algunas alteraciones en el flujo sanguíneo; en las demás composiciones esto no es evidente.
Lagartos y peces desarrollan termosensitividad cutánea e hipotalámica. Se sugiere que la piel de los ectotermos es sensitiva a cambios en la temperatura ambiental.	Otras tres respuestas mencionan la piel como un órgano que interviene en el proceso.

Tabla 3. Análisis comparativo entre la propuesta científica y los modelos desarrollados por los profesores en formación inicial sobre la regulación térmica.

4. CONCLUSIONES:

Las conclusiones que se señalan están limitadas a la literatura consultada y al análisis preliminar de los modelos elaborados por el grupo de profesores involucrados en el estudio.

Pese a que los resultados de diversas investigaciones científicas señalan los comportamientos de los animales como los principales mecanismos termoreguladores, se asume que un modelo que explique con mayor pertinencia este proceso debe involucrar mecanismos fisiológicos y el papel del sistema nervioso.

Los profesores de ciencias en formación inicial han elaborado modelos icónicos y teórico–descriptivos para explicar el proceso de regulación térmica en los lagartos. Pese a que en sus composiciones existen afirmaciones que son aceptadas por la comunidad de especialistas, sus modelos son principalmente de sentido común.

Los resultados no se alejan de lo esperado, puesto que la temática en cuestión aún no ha sido estudiada desde el punto de vista didáctico y no se encuentra explícita en los programas de formación básica y media (Estándares básicos de competencia en Ciencias) y en la educación superior, como es el caso del programa de formación que se hace objeto de estudio en la presente investigación.

El proceso de termorregulación en los vertebrados, y específicamente en los lagartos, así como su desarrollo histórico epistemológico, no se han hecho objeto de trabajo en el aula, por lo que se sugiere integrar en los planes curriculares estas temáticas. De esta manera se puede conseguir, entre otros objetivos, que se conozca sobre la forma como se ha construido históricamente la ciencia y se comprendan procesos fundamentales en los seres vivos, en particular de los lagartos.

La segunda parte del estudio está encaminada a diseñar, implementar y evaluar una estrategia didáctica que ha de hacerse objeto de trabajo en la formación de los profesores de ciencias quienes han de elaborar propuestas para que la propuesta científica sobre la termorregulación en lagartos se aborde en los diferentes niveles de formación.

5. BIBLIOGRAFÍA:

ADURIZ–BRAVO, A. (1999/2001). La didáctica de las ciencias como disciplina. *Enseñanza de las Ciencias*. pp. 17 – 18, 61 – 74.

BICEGO, K., BARROS, R., BRANCO, I. (2007). Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A 147: 616–639.

COWLES, R. (1962). Semantics in biothermal studies *Science,* Vol. 135, N. 3504. p. 670.

COWLES, R & BOGERT, C. (1944). A preliminary of thermal requirements of desert reptiles. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 83: 261 – 296.

ECKERT, R., RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH K. (2001). *Animal Physiology. Mechanisms and adaptations*. Ed. Freeman and company. New York.

GALAGOVSKY, L Y ADÚRIZ-BRAVO, A (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de m*odelo didáctico analógico. Enseñanza de las Ciencias*.19 (2), pp. 231-242.

GALLEGO, R Y PÉREZ, R. (1994)*. Representaciones y conceptos científicos: Un programa de investigación*. Universidad Pedagógica Nacional. Departamento de Química.Bogotá.

HUEY, R. Y SLATKIN, M. (1976). Cost and benefits of lizard thermoregulation. *The Quarterly Review of Biology*. Vol. 51, No. 3. pp: 363-384.

GIL, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: Realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12 (2), 154 - 164.

GIL, D. Y PESSOA DE CARVALHO, A. M. (2000). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 250-257.

GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. Y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria,* Horsori, Barcelona.

GIL, D Y VILCHES, A. (2004). Formación del profesorado de ciencias De secundaria… y de universidad. La necesaria superación de algunos mitos bloqueadores. *Educación en Química*, 15(1), 43-58.

MAYR, R. (1998). *Así es la biología*. Madrid: Debate.

O'CONNOR, M. (1999). Physiological and ecological implications of a simple model of heating and cooling in reptiles. *Journal of Thermal Biology*. 24. pp. 113-136

PORTER, W., GATES, D. (1969). Thermodynamic equilibria of animals with environment. *Ecological Monographs* 39. pp. 227-244.

POUGH, H (1980). The advantages of ectothermy for tetrapodos. The American Naturalist, 115, N. 1. pp. 92 -112.

POZO, J.I. (2007, EN PRENSA). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio representacional. En *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia*, Pozo, J. I y Flores, F. (editores), Antonio Machado Libros, Madrid: OREALC-UNESCO/Universidad de Alcalá.

TOBIN, K. Y ESPINET, M. (1989). Impediments to change: applications of coaching in high school science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (2), 105-120.

STEVENSON, R. (1985). The Relative Importance of Behavioral and Physiological Adjustments Controlling Body Temperature in Terrestrial Ectotherms. *The American Naturalist*, Vol. 126, No. 3. pp. 362-386.

VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO "EL ALBARDINAL": MUCHO MÁS QUE ECOTURISMO ESCOLAR

MÁRQUEZ FERNÁNDEZ, Mª MACARENA[1]; **JIMÉNEZ FERNÁNDEZ, ROCÍO**[2]; **MURILLO YÉLAMOS, JOSE**[1] **Y JIMÉNEZ LISO, Mª RUT**[2]

[1] CEIP JUAN XXIII. ALHABIA. ALMERÍA

[2] DPTO. DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA Y DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. UNIVERSIDAD DE ALMERÍA.

PALABRAS CLAVE: Secuencia de actividades, Jardines Botánicos, Conservacionismo.

RESUMEN:

En el presente trabajo mostramos la propuesta didáctica desarrollada con el alumnado de 1º y 2º de ESO para trabajar como biólogos-ambientólogos en la visita a un Jardín Botánico. Esta visita se enmarca dentro de un curso de formación que el CEP de Almería organizó para que el profesorado de los diferentes niveles educativos conociera e implementara las propuestas didácticas diseñadas para las visitas a los jardines botánicos andaluces (Vilches y Rendón, 2002 y Vilches 2003). La aplicación de estas propuestas didácticas no ha sido literal sino que los autores han ampliado y concretado los objetivos que perseguían para conectar con lo que estaban desarrollando en el aula de Ciencias de la Naturaleza.

ABSTRACT:

In this study it is shown the education proposal carried out among students of 1st and 2nd year of ESO to work as biologist-environmentalist in a visit to the Botanic Garden. This visit is part of the training course of the CEP (Centre of Teachers and Resources) of Almería. They organised it to make the teachers of different education levels know and implement the education proposal already designed for the visits to the Andalusian Botanic Gardens (Vilches y Rendón, 2002 y Vilches 2003).

These proposals have not been put in practice literally, because the authors have increased and concreted the aims they were looking for, to connect them with what they were developing in Natural Sciences classes.

KEYWORDS: Activities sequence; Botanic Garden; Natural Conservationism.

1. Introducción

Las dificultades de los estudiantes para identificar como seres vivos a las plantas han sido ampliamente descritas por numerosos autores para diferentes niveles educativos desde infantil (Garrido, 2007; Acher y Pujol, 2003), secundaria (de Manuel y Grau, 1996) o, incluso, hasta los estudios universitarios (Mondelo y otras, 1998).

La tradicional concepción acerca de la enseñanza en biología indica una tendencia a centrarse en los aspectos descriptivos de los seres vivos (Pujol, 2003) presentándose de *forma lineal y con una causalidad simple, las diferentes estructuras y sus funciones, por ejemplo, al presentar el aparato digestivo, muscular, esquelético o circulatorio del cuerpo humano, se haría énfasis en la ubicación espacial de los órganos, sus nombres y la función que desempeñan* en el organismo (Gómez, Sanmartí y Pujol, 2007) en vez de favorecer la modelización y la interpretación de la complejidad de los sistemas vivos y de sus interacciones (García y Sanmartí, 1998; García, 2005).

En anteriores visitas al Jardín Botánico, el eje central de la visita fue el recorrido por el jardín, presentando a los alumnos los distintos ecosistemas que aparecen allí representados y que son una muestra a pequeña escala de la diversidad presente en la provincia, tal y como destaca García-Márquez (2005) junto con una actividad denominada “El Naufragio” en la que los alumnos deben identificar algunas plantas y sus usos (como alimentos, fármacos, atuendos, etc.). El principal objetivo de estas visitas a los equipamientos ambientales y a los jardines botánicos, en particular, pretenden una sensibilización hacia la conservación de especies atendiendo a la necesidad que tenemos las personas de los recursos naturales, sin embargo, la idea transmitida a través de las actividades sobre la utilidad de las plantas refuerzan la idea de la naturaleza como despensa y camuflan una lección magistral (Pujol, 2003).

2. Planteamiento inicial de la propuesta didáctica

Con el objeto de minimizar que la visita esconda un modelo didáctico de transmisión-recepción (Pujol, 2003) y atendiendo a las recomendaciones de que las visitas estén integradas en la programación de aula, antes de la planificación de la visita nos planteamos como interrogantes para qué era necesario visitar el Jardín Botánico, es decir, ¿qué se puede aprender en el Jardín Botánico que no se pueda aprender en el aula?

Las principales respuestas que aportamos hacían referencia a los siguientes aspectos:

- Aprovechar la presencia de biólogos-ambientólogos para indagar sobre su trabajo y para "comprobar" in situ algunas de las actividades desarrolladas en clase sobre cómo trabajan estos científicos (conteo de especies fijas y móviles, identificación-clasificación de especies, cálculo del índice de pólenes en el aire, etc.)
- Diferenciar especies endémicas y en peligro de extinción y planteamiento de conflictos para ver la necesidad (o no) de la conservación de especies vegetales y animales.
- Identificar características de las plantas de las zonas semiáridas
- Con respecto a la conservación, intentar dar respuesta a la pregunta planteada por Vilches y Gil (2003) de por qué habría de preocuparnos la desaparición de especies, algunas de las cuales son claramente dañinas, o si el problema es o no la desaparición de alguna especie o, por el contrario, la extinción masiva de especies.

3. SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Aprovechamos la secuencia didáctica planteada en la propuesta didáctica (Vilches, 2003) desarrollada durante la visita previa de los docentes al Jardín Botánico (en el marco del curso de formación del profesorado organizados por los CEPs de Almería) ampliando con actividades centradas en los siguientes contenidos:

- Trabajo como biólogos-ambientólogos
- Usos y utilidades de las plantas
- Conservación de especies

A la luz de estos contenidos, tratando de respetar la secuencia planteada en el curso de formación del CEP, pero dando respuestas a la pregunta inicial de por qué era necesario visitar el Jardín Botánico, planteamos la siguiente secuencia de actividades al alumnado:

Antes de la visita:

- A.1. Relacionado con el trabajo de los biólogos-ambientólogos: comparar, clasificar, identificar: animales, botones y hojas para ver las dificultades de los criterios dicotómicos sencillos (forma, color, tamaño, etc.). Identificar hojas por criterio de disposición de la hoja.
- A.2. Juego de rol sobre la utilización de las plantas en diferentes épocas (primitiva, romana, actualidad).

- A.3. Identificación sobre dónde hay plantas en nuestro entorno y sus formas de conservación/transformación. Respuestas a un cuestionario “etnobotánico” y entrevistas a sus mayores para completar ese cuestionario y comparar las respuestas dadas por ambos grupos (alumnado y mayores).
- A.4. Planteamiento de preguntas para intercalar durante la visita guiada sobre el trabajo de los biólogos; sobre plantas y flores; sobre usos y utilidades de las plantas; sobre conservación o sobre identificación de algunas plantas.

Durante la visita:

Además de la visita guiada para que los estudiantes conocieran las diferentes áreas en las que se divide el Jardín Botánico y las características-usos de algunas plantas en medios semiáridos, planteamos la actividad “El Naufragio” como juego de pistas para que el alumnado encontrara los principales usos de algunas plantas.

Como ampliación a la propuesta didáctica planteada y para desarrollar las respuestas al interrogante inicial planteado en el apartado anterior, diseñamos las siguientes actividades que el alumnado desarrollaría por grupos (manteniendo los grupos de trabajo de clase):

- A.5. Actividad de motivación (todos los grupos): Utilizando un método similar al que se utiliza para medir los índices de polen en la atmósfera (granos de polen/cm2), vamos a medir el polen que se nos adhiere en la ropa, o que circula por el aire. Para ello, construiremos un captador de pólenes utilizando una cinta adhesiva con la parte adhesiva hacia fuera en un cartón y nos lo colgaremos al cuello todo el tiempo que estemos en el Jardín Botánico. Al finalizar lo guardaremos en el sobre para, después, en clase, analizarlo.
- A.6. Actividades para el grupo “adaptación”: Las plantas que observamos en este Jardín Botánico pertenecen a la flora característica de las zonas semiáridas. En estas zonas el agua de lluvia es escasa y la tierra tiene una alta concentración de sales, por ejemplo, las hojas son verdes blanquecinas con formas de embudo para que la poca agua que caiga lo haga hacia las raíces. Busca en el Jardín Botánico una planta que tenga esta forma, anota su nombre. Dibújala imaginando cómo serán sus raíces si se encuentran entre rocas. Explicad por qué creéis que las raíces son así en función del medio semiárido (con escasez de agua y zonas rocosas). Otra característica de la adaptación de las plantas a estas zonas semiáridas es que los tallos son

carnosos y acumulan agua y las hojas se transforman en espinas o pinchos. Busca en el Jardín Botánico una planta que tenga esta forma, anota su nombre. Dibújala

- A.7. Actividades para el grupo “conservación”: Una de las funciones del Jardín Botánico es conservar la flora característica de una zona geográfica. En concreto el Jardín Botánico “El Albardinal” es el único en Andalucía de zonas semiáridas. ¿Por qué creéis que es tan importante conservar todas las plantas de una zona protegida? ¿Será necesario conservarlas todas, las útiles, las que no sirven para nada o incluso las dañinas para el propio medio o para el ser humano (plagas, invasoras, etc.)? ¿Qué ocurriría si alguna de ellas desapareciera? ¿Qué diferencia hay entre planta en peligro de extinción (puntos rojos) o planta endémica (zonas 28 y 29 del Jardín Botánico, ver plano del Jardín Botánico “El Albardinal”)? Pon dos ejemplos de plantas que encuentres en este Jardín Botánico que sirvan para poner de manifiesto la diferencia entre estas dos categorías, es decir, busca dos plantas endémicas (zonas 28 o 29 del Jardín Botánico) que no estén en peligro de extinción (puntos verdes o amarillos) y dos plantas en peligro de extinción (con punto rojo) que no sean endémicas (fuera de las zonas 28 y 29 del Jardín Botánico).
- A.8. Actividades para el grupo “identificación”: 1. Busca las siguientes plantas: Albardín, Esparto, Romero, Retama y Tomillo y señala dónde están en el mapa del Jardín Botánico. 2. Elige un criterio de clasificación de los vistos en clase (borde, nervio, forma del limbo) y busca cuatro plantas que irían en grupos distintos según ese criterio. 3. Dibuja la hoja para cada una de ellas. Busca su uso: ¿Qué parte se usa (raíz, tallo, hoja, flor, fruto)? Época de recolección. Forma de preparación. Si la recolectas de otra forma, ¿qué ocurriría? ¿Están en peligro de extinción (color del punto es verde, amarillo o rojo)? Si no están en peligro de extinción, ¿por qué creéis que está controlada su recolección?

Después de la visita:

- A.9. Como durante la visita tuvieron colgado al cuello el captador de pólenes, las primeras actividades posteriores a la visita han sido para diseñar un método con el que observar los pólenes captados y diferenciarlos de otros “elementos” como arenas, pelusas, pelos, etc. Para esto se ha usado la lupa binocular y el microscopio.

- A.10. Juicio al cabrero que recogió manzanilla real de Sierra Nevada (especie protegida). Distribuimos los roles del juicio por cursos: el alumnado de 2º de ESO actuó de abogados defensores del cabrero y el grupo de 1º de ESO de "fiscales". Para ello, cada grupo tuvo que extraer argumentos a favor o en contra del cabrero y preparar los contra-argumentos para rebatir a los que pudieran hacerles los compañeros del otro curso-grupo. El juicio se desarrolló durante una sesión de dos horas con alumnado de los dos cursos.
- A.11. Para continuar con el trabajo de los biólogos-ambientólogos planteamos el problema sobre cómo "contaban" especies fijas y móviles mediante técnicas indirectas.

4. Evaluación de la propuesta

Antes de hacer valoración alguna de la secuencia de actividades desarrollada queremos destacar que, en el apartado anterior, no hemos descrito la presencia de esta secuencia en la evaluación del alumnado. Todas las producciones del alumnado han sido valoradas, se ha garantizado la presencia de las preguntas planteadas por el alumnado (A.4), previamente transcritas y difundidas entre todos los alumnos, en el examen del segundo cuatrimestre así como del resto de actividades.

El día anterior a la visita al Jardín Botánico les propusimos al alumnado que diseñara preguntas sobre las plantas o sobre el Jardín Botánico (A.4.) para planteárselas al guía que nos lo enseñara tratando de utilizar las preguntas de los estudiantes para identificar sus intereses (Armesto y otras, 2005; Baram-Tsabari, 2007). A modo de ejemplo, mostramos algunas preguntas, elegidas al azar, siguiendo los mismos contenidos planteados para la visita:

- Trabajo de los biólogos-ambientólogos: ¿utilizáis los usos de las plantas como criterio de clasificación?; las plantas del jardín ¿han nacido aquí o han sido transplantadas?
- Identificación, usos y utilidades de las plantas: ¿se utilizan los cactus para fines médicos?; ¿hay alguna planta venenosa o carnívora en el Jardín Botánico?; ¿para qué sirve el Narciso de Sorbas?
- Conservación: si alguna planta se extinguiera, ¿dañaría el futuro?; ¿cómo conserváis las plantas en peligro de extinción?
- Otras: ¿por qué si plantamos un ajo en luna creciente sale de la tierra?; ¿es bueno abusar de los abonos para las plantas? ¿se puede echar líquidos a las plantas para que los bichos no se

coman las hojas?; ¿por qué hay plantas de hoja perenne?; ¿qué significa etnometeorología?; ¿hay plantas que necesitan más calor que otras?

En cuanto a la valoración que hacemos el profesorado, destacamos como logros:

- La implicación del alumnado en las actividades y la participación en la construcción de su aprendizaje por cuanto en algunas ocasiones el alumnado proponía actividades para continuar con la secuencia (por ejemplo, la A.9).
- Se ha favorecido el trabajo en grupo del alumnado y la comunicación notándose, sobre todo, en la capacidad para dar explicaciones sobre preguntas interpretativas o incluso planteándolas y en la capacidad para argumentar y contra-argumentar durante el "juicio al cabrero" (A.10).
- El proceso de formación desarrollado por el profesorado, en primer lugar, por lo aprendido durante la visita previa del profesorado al Jardín Botánico, organizada por el CEP y, en segundo lugar, porque la sola recepción de las unidades didácticas no hubieran sido suficientes para lograr la coherencia de la secuencia de actividades.

5. Referencias bibliográficas

ACHER, A. Y PUJOL, R.M. (2003). Cognitive strategies in the interpretation of the Development of living beings at pre-primary school level. Comunicación presentada en ESERA. Noordwijkerhout, Netherlands.

ARMESTO R.F., MARTÍNEZ-LOSADA, C. Y GARCÍA-BARROS, S. (2005). Museos como respuesta a las necesidades de formación de la ciudadania. Alambique, 43, pp. 49-57.

BARAM-TSABARI, A. (2007). *What do students want to know about science?* Tesis doctoral no publicada. Resumen en

www.naturfagsenteret.no/esera/phd/abstract76.html

DE MANUEL, J. y GRAU. R. (1996). Concepciones y dificultades en la construcción del pensamiento biológico. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, pp. 53-63.

GARCÍA, P. (2005). Los modelos como organizadores del currículum de biología. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, pp. 1-6.

GARCÍA, P. y SANMARTÍ, N. (1998). Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en biología. *Alambique,* 16, pp. 8-20.

GARCÍA MÁRQUEZ, A.S. (2005). El Jardín Botánico como recurso didáctico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 2, pp. 209-217.

GARRIDO, M. (2007). La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos. Tesis Doctoral no publicada. Universidade da Coruña.

GÓMEZ, A.A.; SANMARTÍ, N. Y PUJOL, R.M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325–340

MONDELO, M.; MARTÍNEZ-LOSADA, C. Y GARCÍA-BARROS, S. (1998). Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir ser vivo *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 399-408

PUJOL, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Ed. Síntesis. Madrid

VILCHES, A. Y GIL, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible: Diálogos de supervivencia*. OEI-Cambridge University Press.

VILCHES, J. y RENDÓN, J.L. (2002). *Tú la llevas. Red de Jardines*

Botánicos. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

VILCHES, J. (2003). *Las Plantas y las personas. Unidad didáctica. Red de Jardines Botánicos.* Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

EL TRABAJO COOPERATIVO PARA LA MEJORA DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS: UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORADO DE CIENCIAS DE SECUNDARIA.

Anna Marbà-Tallada. Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona

PALABRAS CLAVE: autorregulación, grupo cooperativo, formación inicial, secundaria, ciencias

Self regulation, cooperative group, pre service secondary school science teachers

RESUMEN:

El objetivo de esta investigación es valorar si se favorece la autorregulación del aprendizaje a partir de la interacción social en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria con la introducción del trabajo cooperativo y el intercambio de actividades entre el alumnado. Los resultados indican que, aunque estas modificaciones favorecen la autorregulación en el diseño de las unidades didácticas, se debe continuar trabajando para que dicha autorregulación afecte también a la revisión conceptual sobre los propios modelos científicos

ABSTRACT:

The goal of this research is to evaluate whether social interactions facilitate self regulation in a secondary science teacher training course. The social interaction was based in collaborative group and interchanging materials using a virtual support. Results show that working in collaborative group helps students in the teaching sequence design but little changes appear in the conceptual revision of their own scientific model.

INTRODUCCIÓN

El marco del trabajo donde se ha llevado a cabo esta investigación es la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales. Esta asignatura consta de 8 créditos (4 de teoría y 4 de prácticas) y se oferta como a libre disposición en la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). Esta asignatura forma parte también del curso para obtener el Certificado de Aptitud Pedagógica, necesario para poder ejercer de docente en la Educación Secundaria.

El objetivo general de la asignatura es introducir al alumnado en los fundamentos teóricos de la Didáctica de las Ciencias y su aplicación en el aula. Este trabajo se materializa con el diseño (en grupos de 2 o 4 personas) de una unidad didáctica y su implementación en un centro de secundaria bajo la supervisión de un profesor/a del centro (tutor/a).

La experiencia se ha llevado a cabo en tres grupos clase de cincuenta personas durante el curso 2005/2006. El perfil del alumnado es de licenciados recientes o de estudiantes de último año de licenciatura de las especialidades de Biología, Geología, Medio Ambiente, Veterinaria y alguno de Farmacia y Psicología. El motivo que expresa el alumnado para realizar la asignatura hace más referencia a aspectos laborales que a vocacionales (sólo 3 de los 150 alumnos manifestaban la vocación como motivación para hacer el curso el primer día de clase).

Las preguntas de investigación hacen referencia a si se aprecia una mejora en la calidad de las unidades didácticas con respecto a años anteriores, a cuál es la valoración que hacen a los estudiantes del trabajo en grupo y del intercambio de actividad y por último, a si se observan cambios en los documentos de trabajo de los y las estudiantes antes y después de las actividades de autorregulación basadas en el trabajo cooperativo.

Marco teórico: modelo didáctico

Aprender a enseñar ciencias es un proceso complejo que según Angulo (2001) comporta básicamente tres grandes objetivos:

- Adquirir conocimientos sobre las bases teóricas en que se fundamenta la didáctica de las ciencias experimentales. Hace falta que los futuros profesores/as sean conscientes, no sólo que hay una manera diferente de enseñar ciencias aparte de la lectura del libro de texto o las clases magistrales, sino también que las decisiones sobre qué ciencia enseñar y por qué hay que hacerlo, se tienen que tomar basándose en una manera determinada de entender el enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Esto también implica que el profesor/a ha de ser capaz de cuestionarse sobre sus propias concepciones (qué es la ciencia, de cómo se tiene que enseñar, de cómo se aprende...) y sobre su praxis, con el fin de tener la autonomía para poder reconocer sus aciertos y sus errores, y ser es capaz de decidir en base a las teorías actuales.
- Reflexionar sobre como se aprenden las ciencias y conocer las teorías actuales del aprendizaje. Generalmente, el modelo intuitivo que se tiene sobre el aprendizaje es que todo el mundo tiene unas capacidades, que generalmente se conocen como "inteligencia" y que le permiten asimilar un conjunto de conocimientos ya elaborados que otras personas les transmiten. Hace falta, pues que el futuro profesorado construya nuevos conocimientos sobre como se entiende el aprendizaje actualmente, basándose más en el papel activo del que aprende.

- Entender que la evaluación tiene una función pedagógica, en el sentido de que aporta información tanto al alumno/a como el profesor/a, sobre como está funcionando el proceso de aprendizaje. De esta manera, la evaluación deja de tener sólo un sentido normativo o clasificador, para pasar también a dar información al profesorado para poder adecuar su práctica docente a las necesidades y dificultades del alumno/a (proceso de regulación por parte del profesor/a). Al mismo tiempo, al alumno/a le aporta información para contrastar su trabajo con el que el profesor/a pretendía que alcanzara (proceso de autorregulación por parte del alumno/a).

De la misma manera que el alumnado llega al aula de ciencias con unos conocimientos (coherentes con los científicos o no) que interaccionarán con los conocimientos científicos que se le quieren enseñar, el alumnado de esta asignatura viene al aula con una idea sobre como se tienen que hacer las clases de ciencias. En la terminología propia de la didáctica de las ciencias, la idea de cómo se aprenden y se enseñan las ciencias, es el modelo didáctico. Un modelo didáctico se caracteriza según Estany y Izquierdo (2001) por:

- unos fundamentos psicológicos, epistemológicos y socio pedagógicos,
- unos principios didácticos,
- unos elementos: finalidad, contenidos, comunicación, organización y secuenciación, y
- las relaciones específicas entre estos elementos

Estas cuatro características, se pueden simplificar en cuál es la idea de ciencia, cómo se aprenden las ciencias, y cómo se enseñan las ciencias.

Igual que pasa con las ideas previas relacionadas con el conocimiento científico, el modelo didáctico con que llegan al aula los licenciados en ciencias es diferente de lo que proponen las teorías didácticas actuales e interacciona en la construcción de este nuevo modelo.

La investigación sobre formación inicial de profesorado realizadas ponen de manifiesto la dificultad de cambiar el propio modelo didáctico (Angulo, 2001; Zimmerman, 2000). El modelo didáctico de los estudiantes coincide con una visión de ciencia de tipo positivista (Aguirre, 1990) y una visión de la enseñanza basada en la transmisión de conocimientos y del alumno/a como simple receptor de información.

En la siguiente figura se comparan el modelo didáctico que mayoritariamente tiene el alumnado de esta asignatura con lo que las teorías actuales proponen.

	Modelo didáctico del alumnado	Modelo didáctico propuesto
En referencia a la visión de ciencia	La ciencia es un conocimiento objetivo de la realidad que persigue la verdad, que se basa en evidencias obtenidas rigurosamente por observación y experimentación y que crece por inducción, utilizando el método científico, que es único y que caracteriza aquello que es científico.	La ciencia es una construcción humana que incluye modelos y teorías que son representaciones parciales de la realidad. Los modelos, entendidos como grupos de teorías, se definen en enunciados, ecuaciones, etc. y se relacionan con el mundo real a partir de hipótesis teóricas (Giere, 1988). Las observaciones están condicionadas por las teorías. El conocimiento científico crece por evolución y sustitución de unas teorías por otras.
En referencia a la enseñanza	El alumnado puede redescubrir la ciencia a partir de su propia actividad más o menos guiada. El éxito de la enseñanza se basa en una buena preparación de las clases, de manera que se pueda proporcionar la información bien clara. El alumnado que estudie, aprenderá.	El alumnado llega al aula con unas ideas previas que influenciarán su aprendizaje. Es importante el establecimiento de relaciones entre el conocimiento científico y el mundo. No sólo se tienen que enseñar contenidos, también procedimientos y actitudes. Aspectos sociales del aprendizaje.
En referencia al aprendizaje	La mente del estudiante está vacía y para que aprenda hay que proporcionarle la información que no tiene. El éxito del aprendizaje se basa en la relación entre los niveles de razonamiento del alumnado y el nivel exigido por los contenidos.	El alumnado elabora su propio conocimiento para interpretar la realidad. Aprender consistirá en la evolución de las ideas previas del alumnado hacia unas más próximas al conocimiento científico. Importancia de las actitudes, emociones y objetivos personales para el aprendizaje.

Figura 1. Modelo didáctico del alumnado y modelo didáctico propuesto

DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Con el fin de ayudar a los alumnos a hacer el cambio desde su modelo didáctico a uno más próximo a las teorías didácticas, se optó, ya hace algunos años, por una metodología de discusión en pequeños grupos y grupo clase. Pero, si bien se conseguía establecer una discusión en clase

sobre unos conceptos concretos (o unas unidades didácticas concretas), difícilmente los y las estudiantes aplicaban esta reflexión a su unidad didáctica a causa de la dificultad de transferirla (hay que recordar, que cada pareja de estudiantes negociaba con su tutor/a el tema de la unidad didáctica a impartir cosa que comportaba una gran diversidad de temas).

Con el fin de favorecer la autorregulación de los aprendizajes del alumnado se introdujeron este año dos modificaciones:

a) La unificación del tema a trabajar a la unidad didáctica que el alumnado tenía que diseñar e impartir en un centro de secundaria.

b) La introducción de técnicas de trabajo cooperativo en el aula.

A) EN REFERENCIA A LA UNIFICACIÓN DEL TEMA A TRABAJAR A LA UNIDAD DIDÁCTICA QUE EL ALUMNADO TENÍA QUE DISEÑAR E IMPARTIR EN UN CENTRO DE SECUNDARIA.

Frente a las dificultades que se originaban en el aula por el hecho de que cada grupo de prácticas diseñaba una unidad didáctica de una temática diferente y por los resultados de las últimas investigaciones sobre formación inicial de profesorado de ciencias, se decidió unificar el tema de la unidad didáctica con el objetivo de favorecer más la discusión y la reflexión en el aula de didáctica y conseguir su incorporación en el diseño de la unidad.

Basándonos en criterios curriculares y conceptuales, y con la participación de los tutores/se de secundaria, se propusieron dos temas diferentes: "El mundo de los microorganismos" para Primero de ESO y "Microorganismos y Salud" para Tercero de ESO. Como objetivo conceptual, lo que se propone trabajar es el modelo científico de ser vivo (Figura 2), mientras que los objetivos procedimentales y actitudinales no se consensuaron y continuaban estando bajo el criterio del alumnado y los tutores/as. El modelo ser vivo propuesto es el siguiente (García, 2005):

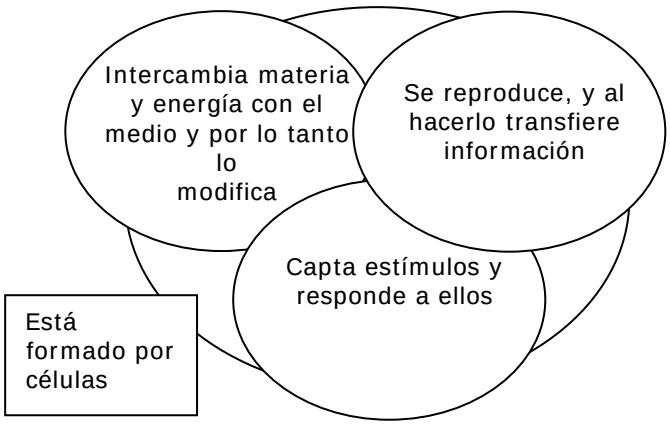


Figura 2. Modelo ser vivo propuesto por García (2005)

De esta manera se supera el reduccionismo del modelo "nacen, crecen, se reproducen y muere" que sólo puede ser aplicado a un determinado tipo de seres vivos. En palabras de García (2005):

La aplicación de este modelo al estudio de diversos seres vivos, desde los animales a las bacterias, permite profundizar en la construcción de cada uno de estos enunciados que configuran el modelo 'ser vivo' y, al mismo tiempo, aprender a mirar la diversidad no como una diversidad de formas (aproximación propia de la sistemática y la taxonomía biológica), sino como una diversidad de maneras de vivir, es decir de realizar la funciones propias de la vida (Margulis, L. y Sagan, D. 1997).

b) En referencia a la introducción de técnicas de trabajo cooperativo en el aula

Aunque en esta asignatura siempre se ha promovido el trabajo en grupo, la interacción con los compañeros/se no se habían introducido técnicas específicas de trabajo cooperativo.

Revisando la bibliografía relacionada, y con la convicción de que la cooperación es uno de los elementos claves en el aprendizaje (según Lessbaum (1991) todas aquellas actividades donde los alumnos cooperan entre ellos y con el profesor favorecen la autorregulación), se introdujo en el aula diversas actividades de trabajo cooperativo.

El tipo de trabajo cooperativo utilizado es el que Aronson (citado por Brown y Palincsar, 1989) llama el método Jigsaw donde la clase se divide en grupos heterogéneos donde cada miembro tiene una tarea encomendada. Todos los y las alumnas que tienen la misma tarea trabajan en grupo cooperativo y después retornan a su grupo originario donde presentan su tarea. Por lo tanto, el resultado del grupo depende del trabajo de todos y cada uno de sus miembros.

A partir de estas reflexiones teóricas, se diseñó el curso de manera que en el momento de diseñar la unidad didáctica, el alumnado tuviera los elementos teóricos y prácticos necesarios para hacerlo.

El primer paso que se planteó al alumnado para diseñar la unidad didáctica, fue la revisión del modelo científico. En pequeño grupo (2 parejas de prácticas) se hicieron una lluvia de ideas sobre qué modelo científico creían que había detrás de cada unidad didáctica. Una vez consensuada el modelo científico (que en este caso era el modelo ser vivo), la discusión se hacía con grupo grande (4 parejas de prácticas) para acabar haciéndola con el grupo-clase. De esta manera, los alumnos tenían que reflexionar sobre cuáles eran sus conocimientos, y construir el modelo científico del ser vivo. Consideramos que para diseñar una buena unidad didáctica es fundamental que el experto en la materia (el profesorado, o los futuros profesores/se en este caso) sea capaz de hacer una reflexión conceptual del qué enseñar.

Posteriormente, y como segundo paso del diseño de la unidad didáctica, se les hizo detallar los objetivos conceptuales concretos de la unidad didáctica. La identificación de los objetivos a partir del modelo, se trabajó en una primera fase individualmente para poder discutirlo con pequeño grupo (jigsaw) y grupo clase posteriormente.

Como tercera fase del diseño de la unidad didáctica, se propuso al alumnado que en grupos de cuatro trabajaran uno de los objetivos como si fuera un ciclo de aprendizaje, y por lo tanto tenían que diseñar una actividad de exploración inicial, una de introducción, una de síntesis y una de generalización que ayudara a los alumnos secundaria a construir el modelo propuesto. Esta actividad se gestión con la técnica del Jigsaw.

Las propuestas fueron coevaluadas por otros compañeros que impartían la misma unidad didáctica con el objetivo de favorecer la autorregulación. Después de la coevaluación los alumnos revisaron su propuesta y utilizando una de las herramientas del Campus Virtual pudieron poner al alcance de sus compañeros su nueva propuesta.

Utilizando este intercambio de experiencias y/o a partir de su propio diseño, los alumnos elaboraron un ciclo de aprendizaje para cada uno de los objetivos, configurando así la unidad didáctica competa.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación hacen referencia a tres aspectos: la calidad de las unidades didácticas, el trabajo en grupo y el intercambio de actividades y por último, a la autorregulación de los aprendizajes.

En referencia a la calidad de las unidades didácticas se hace énfasis en la adopción del ciclo de aprendizaje y en la construcción de modelos para interpretar los hechos propuestos. Con respecto a la calidad de las unidades didácticas se ha podido observar la proporción de unidades didácticas que conforman un ciclo de aprendizaje ha sido mayor que en otros años. En el curso 2004/2005, sólo un 38% de las unidades didácticas estaban diseñadas como ciclo de aprendizaje, llegando al 56% del curso donde se ha llevo a cabo la innovación descrita. Esta mejora en las unidades también ha sido apreciada por los tutores/se de los institutos donde han impartido las prácticas.

Con respecto a si el alumnado tenía construido el modelo ser vivo, analizando las propuestas de objetivos conceptuales que ellos y ellas habían hecho, se ha detectado que la mayoría, aunque utilizaban vocabulario relacionado con el modelo a trabajar, no han alcanzado al modelo científico de ser vivo. Una de las posibles explicaciones es la diferencia entre el modelo de ser vivo con que el alumnado de esta asignatura llega al aula y el modelo que propone la comunidad científica. Así, analizando la actividad de exploración donde los y las estudiantes proponían cuál creían que era el modelo que se tenía que trabajar en la unidad didáctica, se puede determinar que ninguno tiene construido el modelo científico. Así los y las que trabajaban la unidad de "El mundo de los microorganismos" explicitan que el modelo que hay detrás es el de los seres vivos mueren, crecen y se reproducen (que no es un modelo científico) y los que trabajaban la unidad didáctica de "Microorganismos y salud" no fueron capaces de identificar a un modelo científico (es decir, en lugar de identificar el modelo es limitaban a enumerar los conceptos que creían hacía falta enseñar).

Referente al trabajo en grupo y el intercambio de actividades se tiene en cuenta la valoración del trabajo en grupo cooperativo realizada durante la evaluación anónima que se lleva a cabo al finalizar el curso teórico y el intercambio de actividades por parte del alumnado. En el gráfico se pueden ver las frecuencias de respuesta a la pregunta:

En relación a la metodología y a las tareas realizados, marcar con una cruz vuestro interés y el grado de aprendizaje (1:nada; 2: un poco; 3: aceptable; 4:bastante; 5:mucho)*:*

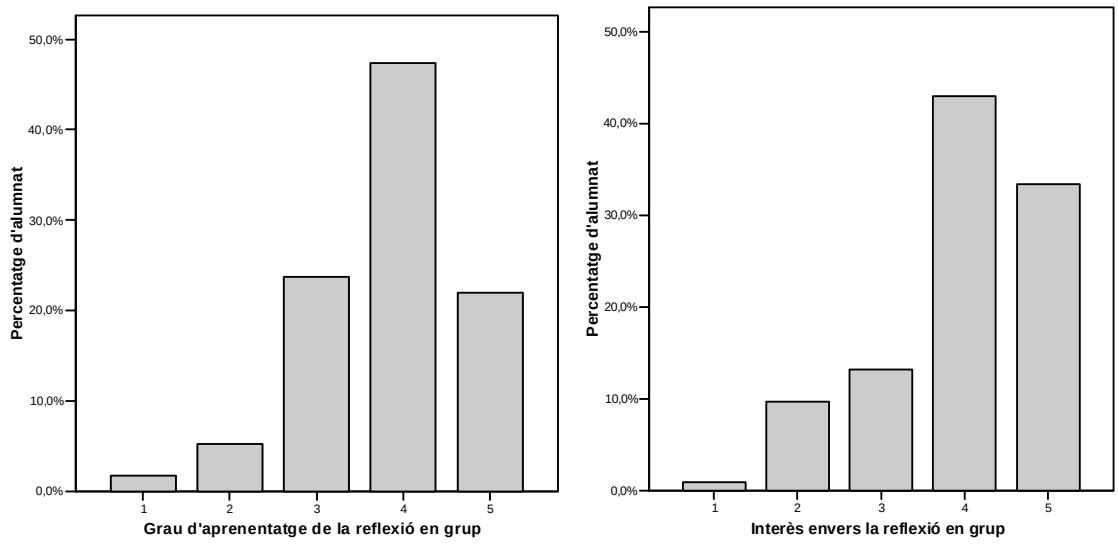


Figura 3. Gráficos de resultados

La mayoría del alumnado valora positivamente el trabajo en grupo cooperativo (tanto el grado de aprendizaje como el interés del 70% del alumnado es *bastante* o *mucho*). Algunos de ellos y ellas expresan que trabajar en grupo cooperativo favorece la discusión y el propio aprendizaje, pero a la vez, manifiestan los problemas típicos (dificultad para coincidir, diferentes ritmos de trabajo o de niveles de exigencia...).

Se ha comprobado que la mayor parte del alumnado ha utilizado el Campus Virtual para intercambiarse experiencias, ya que distintas actividades se han visto repetidas (en la mayoría de los casos, con modificaciones) en unidades didácticas distintas.

En referencia a la autorregulación de los aprendizajes se valora muy positivamente las actividades de coevaluación que lo favorecían, ya que a partir de los documentos de trabajo realizados por los y las estudiantes se ha podido observar como ha cambiado su propuesta antes y después de la coevaluación y de las actividades de discusión y reflexión. Como conclusión, consideramos que se ha conseguido una mayor autorregulación de los aprendizajes gracias a la adopción de un único tema para el cual diseñar la unidad didáctica, porque ha revertido en una mejor reflexión y discusión en el aula. Al mismo tiempo ha favorecido una revisión conceptual de la materia más amplia. A pesar de ello, a partir de los resultados observados, podemos concluir que se tendría que enfatizar más la discusión conceptual, ya que pocos alumnos lo han tenido presente en toda la unidad didáctica (la mayoría han hecho referencia en algún momento) y debido a que el modelo científico del cual parten está muy alejado del modelo científico ser vivo.

Teniendo presente que esta asignatura se puede considerar profesionalizadora, es muy enriquecedor enseñar al alumnado a trabajar en grupo cooperativo, ya que es una de las estrategias que más revierten

en la calidad de la enseñanza que se imparte en un centro. De esta manera, hacer consciente al alumnado que el trabajo del profesorado de secundaria implica discusión y revisión con los compañeros/se de departamento, puede favorecer la adopción de esta manera de trabajar cuándo sean profesores/as.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, M.; HAGGERTY, S. & LINDER, C. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice education. *International Journal of Science Educaction, 12(4)*, 381-390

ANGULO, F. (2001). Aprender a enseñar ciencias. Análisis de una propuesta para la formación inicial del profesorado de secundaria basada en la metacognición. Tesi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.

BROWN, A., PALINCSAR, A. (1989). Guided, cooperative learning and individual knowledge acquisition, a L. B. *Resnick Knowing, learning and instruction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

ESTANY, A. y IZQUIERDO, M. (2001). Didactología: una ciencia de diseño, en A. Estany, M. Izquierdo y M. Sellés (eds) *Ciencia Educación. Series Filosóficas*, vol. 14, pp. 13-33. Madrid.

GARCÍA, M. P. (2005). *Los modelos como organizadores del currículo en Biología*. Enseñanza de las ciencias, Número extra, Septiembre 2005. Granada: Enseñanza de las ciencias

GIERE, R. (1988). Explaining science: a cognitive approach. Chicago: The University of Chicago Press

LESSBAUM, N. (1991) Pédagogie de l'autonomie, a L. Allal *Vers un pratique de l'évaluation formative*. Bruxelles: De Boeck.

MARGULIS, L. & SAGAN, D. (1997). Què és la vida? Barcelona:Edicions Proa S.A.

ZIMMERMANN, E. (2000). The structure and developing of Science Teacher's pedagogical models: implications for teacher education. A J. K. Gilbert i C. J. Bulter (eds.) *Developing models in Science Education*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente gracias al proyecto de investigación SEJE006-15589-C02-02 del Ministerio de Ciencia y Tecnología y al proyecto ARIE- 2007-0049 de la Generalitat de Catalunya.

TRATAMIENTO DE LOS CONCEPTOS DE POBLACIÓN Y ESPECIE EN LAS AULAS

Autor/es: Jiménez Tejada[1], M. P.; Hódar[2], J. A. y González García[1], F.

[1] Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

[2] Dpto. Ecología. Universidad de Granada.

PALABRAS CLAVE: dificultad conceptual, encuestas, especie, estrategias docentes, población.

RESUMEN: Los conceptos de población y especie son algunos de los más importantes en la biología, al estar íntimamente relacionados con una de las teorías básicas de esta disciplina, cual es la teoría de la evolución. También vertebran gran parte de las áreas de conocimiento en las que se divide la misma, como son la genética, la ecología, o todas las que llevan implicada la taxonomía (botánica, zoología, microbiología, etc.). A pesar de que a la evolución se le han dedicado numerosas investigaciones desde la didáctica, no ocurre así con estos conceptos que, sin embargo, son básicos para comprenderla. En este trabajo presentamos los resultados de una encuesta sobre estos conceptos dirigida a profesores de enseñanzas medias. Las encuestas muestran que los profesores no parecen apreciar grandes dificultades en la comprensión por parte de los alumnos. Quizá este sea uno de los motivos por el cual tampoco se presta suficiente atención a algunos aspectos que mejorarían su enseñanza y aprendizaje.

ABSTRACT: Population and species are two keystone concepts in biology, since they are intimately related to the evolutionary theory, basic for the discipline. These concepts are also cardinal in some of the areas in which biology is divided, such as genetics, ecology, or those related with taxonomy (botany, zoology, microbiology, etc). While evolution is a frequent subject of research in didactics, this does not happens with these concepts that are nevertheless basic to understand evolution. In this work we show the results of an interview to professors of secondary education focused on these concepts. The interviews show that teachers do not perceive these concepts as difficult ones for the pupils' understanding. This could explain why a limited attention is paid to the aspects that potentially would improve their teaching and learning.

1. INTRODUCCIÓN

En el año 1973 Theodosius Dobzhansky afirmaba que "nada en la biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución", y son muchos los autores que posteriormente lo han citado y aún siguen haciéndolo (Tidon y Lewontin, 2004; Mayr, 2006). La importancia que tiene esta teoría llega también a los centros educativos y a la didáctica, aconsejándose incluso

que se tome a la evolución como centro de organización de la enseñanza de la biología (National Academy of Sciencies, 1998). Por otro lado, son numerosos los estudios sobre las dificultades en la enseñanza de la evolución, las ideas previas de los alumnos sobre esta teoría o las dificultades para su aceptación (Deadman y Kelly, 1978; Brumby, 1979, 1984; Jiménez Aleixandre, 1990; Grau Sánchez, 1993; Blackwell et al., 2003). Sin embargo, los conceptos de población y especie, básicos para la Biología y necesarios para entender la teoría de la Evolución, no han sido objeto de suficiente atención a pesar de la relevancia de los mismos (Schaefer 2006; Mayr, 2006). Según Mayr (2006) "La evolución constituye un fenómeno tan obvio para cualquier estudioso de la naturaleza que su rechazo casi universal hasta mediados del siglo XIX es algo enigmático". Este rechazo, manifiesta el mismo autor, se debió a un marco conceptual inadecuado que en algunos casos procedía de épocas pretéritas. Entre otros menciona el *pensamiento tipológico*, introducido en la filosofía por Platón y los pitagóricos, y lo rechaza a favor del *pensamiento poblacional* introducido previamente por Darwin y que permitió que en la década de 1930 la selección natural fuese adoptada universalmente por los evolucionistas. El pensamiento tipológico está ampliamente extendido en los estudiantes universitarios, tanto de Biología de diferentes niveles como de otras carreras (autores, datos sin publicar) y puede ser un obstáculo, como ya lo fue en su momento, para comprender la evolución por selección natural. Respecto al pensamiento poblacional, es necesario si queremos transmitir a los alumnos que la evolución no produce cambios en el individuo sino en las poblaciones, dentro de las cuales existe la variabilidad imprescindible para que actúe la selección natural. Este pensamiento choca por un lado con las ideas lamarckistas ampliamente difundidas entre los alumnos (Brumby, 1979; Lucas, 1986; Jiménez Aleixandre y Fernández, 1989) y por otro con la dificultad que tienen para percibir con claridad el concepto de población (Develay y Ginsburger, 1986; Berzal De Pedrazzini y Barberá, 1993).

Además de las implicaciones que tiene la evolución en la didáctica de la biología, hay otras muchas sobre el ser humano que chocan con determinadas líneas de pensamiento moral, filosófico o religioso, y tampoco debemos olvidar que el uso desvirtuado de la teoría darwinista ha servido para respaldar actos contrarios a las libertades humanas desde que se conoció dicha teoría.

En este estudio, nuestra intención es obtener información sobre cómo perciben los profesores de Enseñanza Media los conceptos de población y especie como objeto de enseñanza, y cuáles son las estrategias docentes que usan con el fin de facilitar su aprendizaje por parte del alumnado.

2. Material y Métodos

Para conocer el tratamiento de los conceptos de población y especie en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato, se elaboró una encuesta para el profesorado en la que se abordaban diversos aspectos de interés sobre dichos conceptos. Una comisión de expertos validó la encuesta, y con posterioridad fue circulada a los profesores de Biología y Geología con docencia en distintos niveles de ESO y Bachillerato de varias provincias andaluzas.

Los ítems que se van a comentar en esta comunicación son los siguientes:

- Percepción del profesorado de la dificultad de aprendizaje de dichos conceptos en sus alumnos.
- Explicación de las dificultades en la definición de especie.
- Diferenciación entre población y especie.
- Trabajo de los dos conceptos con actividades.
- Repaso de los conceptos en temas relacionados con ellos.
- Propuestas de trabajos de campo (muestreos, estudio de los componentes de un ecosistema, etc.).

Las respuestas de los profesores se han analizado según su distribución de frecuencias, y cuando fue posible se compararon con el patrón que consideramos más adecuado mediante tests de chi-cuadrado, de acuerdo con la naturaleza de los datos (Zar 1984).

3. Resultados

Se recibió un total de 40 encuestas rellenas, que corresponden a nuestro espacio muestral.

Percepción del profesorado de la dificultad de aprendizaje de los conceptos población y especie en sus alumnos

El resultado de las encuestas revela que los profesores perciben los conceptos de población (Fig. 1A) y especie (Fig. 1B) como de dificultad media-baja para los alumnos.

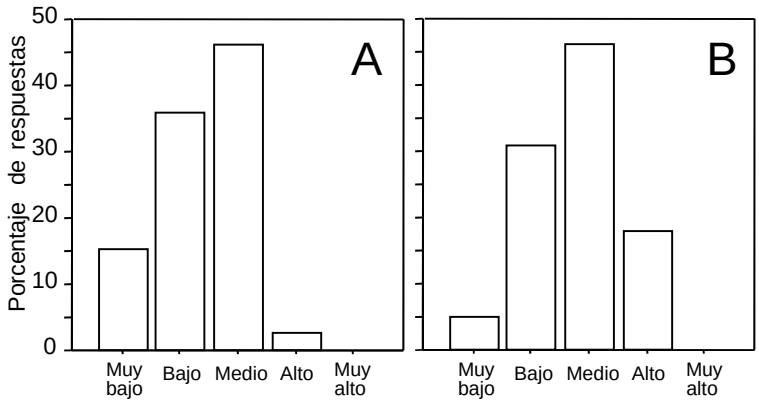


Figura 1. Valoración por parte de los profesores de la dificultad para los alumnos del concepto de población (A) y especie (B).

Explicación de las dificultades en la definición de especie

Un 25% de los profesores no profundiza nunca o casi nunca en las dificultades del concepto de especie al explicarlo a sus alumnos, frente a un 75% que lo hace siempre o casi siempre. La diferencia con la opción que consideramos adecuada (explicar siempre estas dificultades) es significativa (Fig. 2C, ^{2}=315,02, g.l. 3, p<0,0001).

Diferenciación entre población y especie

Algo menos de la mitad (43,5%, Fig. 2D) de los profesores no incide nunca o casi nunca en la relación entre los conceptos de población y especie. De nuevo, la diferencia con la opción que consideramos adecuada (explicar siempre estas diferencias) es significativa (^{2}=257,71, g.l. 3, p<0,0001).

Trabajo de los conceptos de población y especie con actividades

El uso de actividades que ayuden a la comprensión de ambos conceptos en el alumnado es una estrategia generalizada (población: 70% siempre o casi siempre, Fig. 2E, especie: 88% siempre o casi siempre, Fig. 2F) entre los profesores encuestados. Con todo, el uso de estas actividades difiere significativamente del uso deseable de estas actividades, siempre en ambos casos (población: ^{2}=428,67, g.l. 2; especie: ^{2}=358,70, g.l. 2; p<0,0001 en ambos).

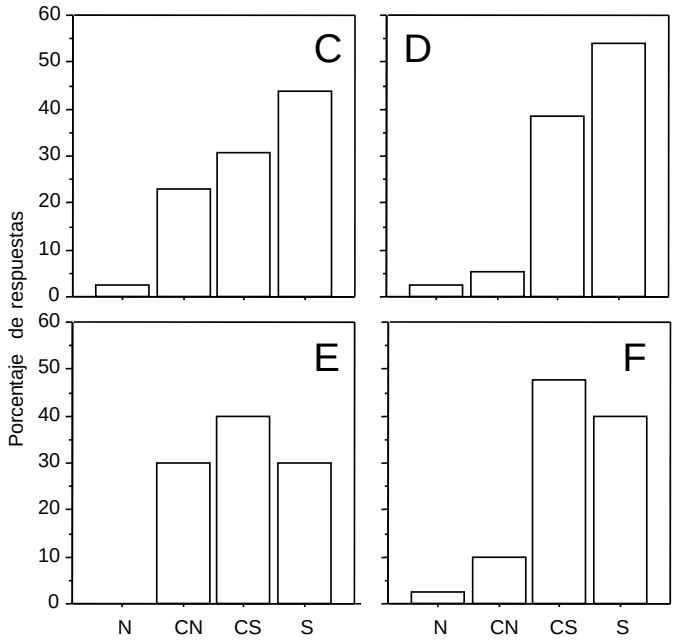


Figura 2. Frecuencia con la que los profesores explican a los alumnos la dificultad del concepto de especie (C) y la diferencia entre los conceptos de población y especie (D), y frecuencia con la que emplean actividades en el aula para ayudar al aprendizaje de los conceptos de población (E) y especie (F).

Temas en los que se trata el concepto de población

El concepto de población se repasa siempre o casi siempre en los temas que tratan la evolución, la ecología y la taxonomía, y es menos frecuente su repaso en los temas de genética (Figura 3). Sin embargo, este tratamiento en todos los casos dista significativamente del que sería deseable, cual es el repaso siempre que se tratan estos temas (genética: ^{2}=288,15, g.l. 3; evolución: ^{2}=101,32, g.l. 2; ecología: ^{2}=43,41, g.l. 2; taxonomía: ^{2}=97,17, g.l. 2; p<0,0001 en todos).

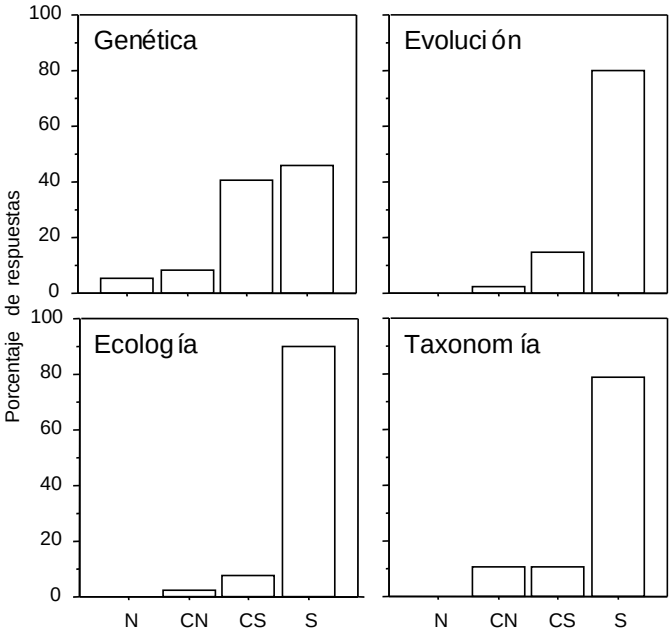


Figura 3. Frecuencia con la que los profesores explican a los alumnos el concepto de población asociado a los temas de genética, evolución, ecología y taxonomía.

Temas en los que se trata el concepto de especie

El concepto de especie se repasa siempre o casi siempre en los temas que tratan la evolución, la ecología y la taxonomía, y de nuevo es menos frecuente su repaso en los temas de genética (Figura 4). Sin embargo, este tratamiento en todos los casos dista significativamente del que sería deseable, cual es el repaso siempre que se tratan estos temas (genética: ^{2}=179,37, g.l. 3; evolución: ^{2}=48,12, g.l. 2; ecología: ^{2}=57,81, g.l. 2; taxonomía: ^{2}=48,57, g.l. 1; p<0,0001 en todos).

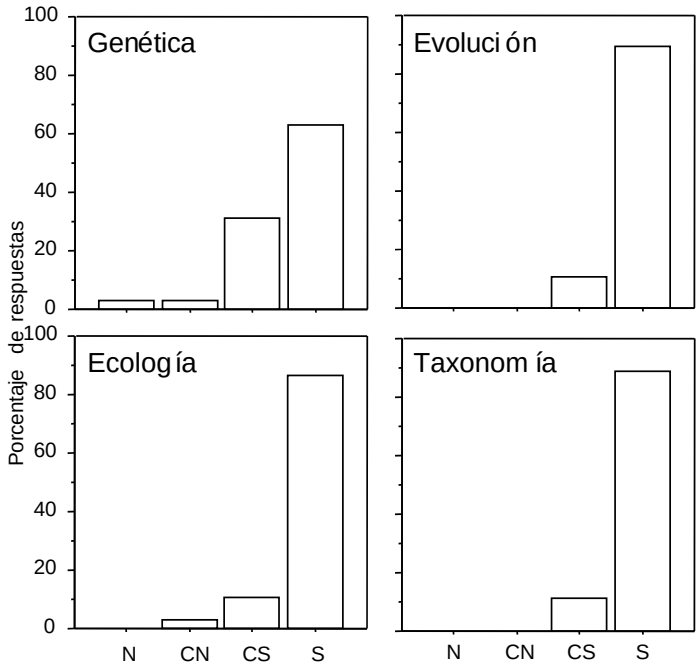


Figura 4. Frecuencia con la que los profesores explican a los alumnos el concepto de población asociado a los temas de genética, evolución, ecología y taxonomía.

Propuestas de trabajos de campo

El trabajo de campo (muestreos, estudio de poblaciones y especies en el campo, observación de ecosistemas, etc.) es usado sólo minoritariamente (alrededor del 30%, Fig. 5) por los profesores de Enseñanzas Medias como herramienta didáctica para enseñar los conceptos de población y especie, algo que dista mucho de su uso permanente como sería deseable (^{2}=565,01, g.l. 3, p<0,0001).

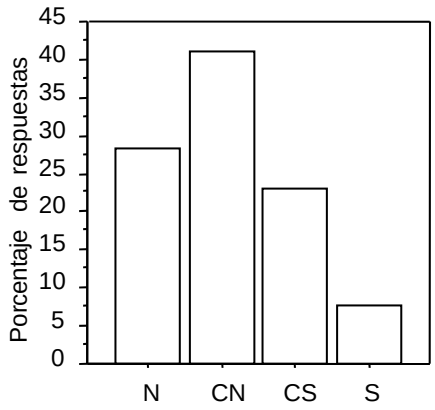


Figura 5. Frecuencia con la que los profesores emplean trabajo de campo para ayudar al aprendizaje de los conceptos de población y especie.

4. Discusión

Mayr (2006) indica que no hay en Biología otro problema sobre el que más se haya escrito y en el que menos unanimidad haya que en el concepto de especie. Como muestra de las dificultades de dicho concepto, varios autores han recopilado diversas definiciones. Así, Mayden (1997) proporciona una larga (e incompleta) lista de 21 definiciones diferentes, o Pigliucci (2003) de nueve, mientras que Gleason et al.(1998) indican que los distintos tipos de definiciones no pueden ser aplicados al mismo grupo de organismos. Pigliucci (2003) indica que la razón de ello es que de esa forma se resuelven numerosas dificultades planteadas por los biólogos. La solución a estas dificultades está para diversos autores (Wittgenstein, 1973; Hull, 1965; Pigliucci, 2003) en considerar que la idea "especie" está formada por un conjunto de conceptos, aplicando el más adecuado según la necesidad y el grupo de organismos. No se queda atrás el concepto de población, al que se le han dedicado en la revista *Oikos* diversos artículos desde la sección *forum* (Berryman, 2002; Camus y Lima, 2002; Baguette y Stevens, 2003), mientras que autores como Schaefer (2006) indican la dificultad de encontrar un concepto unificado de población.

Esta clara conciencia de la dificultad de estos conceptos que se tiene desde el mundo científico, contrasta con la percepción que tiene el profesorado sobre la dificultad de aprendizaje del concepto de población (en torno a un 2% dificultad alta) y del concepto de especie (en torno a un 18% dificultad alta). Finley et al. (1982) indican que los conceptos de ecología, a pesar de ser de gran importancia para la biología, no son percibidos como especialmente difíciles por parte del profesorado implicado en dicha disciplina, lo que coincide con nuestros resultados. Pensamos que esta percepción puede influir negativamente en el tratamiento que se da a ambos conceptos desde las aulas, y quizá sea la causa de que desde la investigación en didáctica se le haya prestado escasa atención.

Si existen dificultades para definir un concepto tan controvertido como el de especie, debería esperarse desde la práctica docente que todo el profesorado de biología comentara estas dificultades. Sin embargo, aproximadamente la cuarta parte nunca o casi nunca lo hacen, lo cual se desvía significativamente de lo esperado.

El trabajo de estos conceptos se complica aún más al estar ambos íntimamente relacionados, hasta tal punto de que para la definición de uno es necesaria la introducción del otro (Berryman, 2002). Esto hace que exista en algunos alumnos la confusión de ambos términos, tanto a la hora de definirlos como al plantearles algún caso práctico en que tengan que aplicar dichos conceptos (autores, datos aún no publicados); también se ha observado que utilizan los conceptos ecosistema, población o

comunidad indistintamente, una situación que se agrava cuando los libros de texto contribuyen a ello al utilizar un mismo término de diferente forma (Sander et al. 2006). Sería por tanto recomendable que el profesorado estableciera la relación existente entre ambos y sus diferencias, utilizando diversos recursos como actividades de aula, prácticas de laboratorio o trabajos de campo; otra opción serían los programas de simulación, cuya utilidad en la enseñanza de la ecología se ha puesto de manifiesto por diversas investigaciones (Nevanpää y Law, 2006; Bromham y Oprandi, 2006; Korfiatis et al. 1999).

Aunque parece frecuente la distinción de dichos conceptos y el uso de actividades de aula, hay un sector (escaso) del profesorado que no lo hace. Si prestamos atención a los trabajos de campo, nos encontramos con que no parece ser la práctica más habitual entre los docentes andaluces, a pesar de que permite una mayor motivación de los alumnos y unos buenos resultados en el aprendizaje (Magntorn y Helldén, 2007) además de poder conectar la evolución con la observación del mundo cotidiano del alumnado (Bradley, 2001). Esta disminución en las oportunidades de trabajo de campo en la enseñanza obligatoria no parece ser exclusiva de nuestro país, ya que Dillon et al. (2006) también la han señalado, a la vez que resaltan investigaciones en todo el mundo que muestran la importancia y el beneficio del trabajo de campo en los participantes.

Tampoco debemos olvidar que ambos conceptos nos permiten ofrecer una imagen integrada de la biología, pues están relacionados con numerosas ramas de la biología, tal y como indican Mayr (2006) y Berryman (2002) para el concepto de especie, y Schaefer (2006) y Berryman (2002) para el de población, y que por ello debería ser una práctica que realizara todo el profesorado de biología y no solo la mayoría, recordando y trabajando ambos conceptos en los temas de taxonomía, ecología, genética y evolución.

5. Conclusiones

Es necesario, pues, replantearse la forma de trabajar los conceptos de población y especie, no sólo por su importancia dentro de la Biología, sino también por su relación con la conservación de la biodiversidad tan necesaria en nuestro planeta, que puede incentivarse con una adecuada educación medioambiental.

La utilización de programas de simulación y los trabajos de campo son especialmente motivadores y dan buenos resultados; sin embargo, las salidas al campo, a pesar de las ventajas que puede suponer para la enseñanza, están infrautilizadas por los muchos inconvenientes que implican, al menos en nuestro país, relacionados sobre todo con la cada

vez más creciente indisciplina del alumnado y la gran responsabilidad que supone para los profesores, los cuales se acaban convirtiendo en guardianes personales para dejar a un lado su verdadero papel. Para suplir este recurso sería recomendable el uso del propio jardín del centro o las zonas próximas a él. En estos espacios se podrían diseñar experiencias que permitieran acercar a los alumnos a la ciencia a través de lo cotidiano, a la vez que realizar un planteamiento interdisciplinar e integrador de la biología.

6. Referencias bibliográficas

BAGUETTE, M. y STEVENS, V. M. (2003). Local populations and metapopulations are both natural and operational categories. *Oikos*, 101, 661-663.

BERRYMAN, A. A. (2002). Population: a central concept for ecology? *Oikos*, 97, 439-442.

BERZAL DE PEDRAZZINI, M y BARBERÁ, O. (1993). Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), 149-159.

BLACKWELL, W. H.; Powell, M. J. y Dukes, G. H. (2003). The problem of student acceptance of evolution. *Journal of Biological Education*, 37, 58-67.

BRADLEY, J. V. (2001). Evolutionary model can represent the culture of biology. *The American Biology Teacher*, 63, 399-399.

BRUMBY, M. 1979. Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*, 13, 119-122.

BRUMBY, M. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68, 493-503.

BROMHAM, L. y OPRANDI, P. (2006). Evolution on line: using a virtual learning environment to develop active learning in undergraduates. *Journal of Biological Education,* 41, 21-25.

CAMUS, P. A. y LIMA, M. (2002). Populations, metapopulations and the open-closed dilema: the conflict between operational and natural populations units. *Oikos*, 97, 433-438.

DEADMAN, J. A. y KELLY, P. J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are thaught the topics? *Journal of Biological Education*, 12, 7-15.

DILLON, J.; RICKINSON, M.; TEAMEY, K.; MORRIS, M.; CHOY, M. Y.; SANDERS, D. y BENEFIELD, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School Science Review*, 87, 107-113.

DOBZHANSKY, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher*, 35, 125-129.

FINLEY, F. N.; STEWART, W. L. y YARROCH, J. (1982). Teachers' perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66, 531-538.

GLEASON, J. M.; GRIFFITH, E. C. y POWELL, J. R. (1998). A molecular phylogeny of the *Drosophila willistoni* group: conflicts between species concepts? *Evolution*, 52, 1093-1103.

GRAU SÁNCHEZ, R. (1993). Revisión de las concepciones en el área de la evolución. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 87-89.

HULL, D. (1965). The effect of essentialism on taxonomy (Two thousand years of stasis). *British Journal for the Philosophy of Science*, 15, 314-326.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. y FERNÁNDEZ, J. (1989). ¿Han sido seleccionados o se han acostumbrado? *Infancia y aprendizaje*, 47, 67-81.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1990). *Los esquemas conceptuales sobre la selección natural: análisis y propuestas para un cambio conceptual*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

KORFIATIS, K.; PAPATHEODOROU, E.; STAMOU, G. P. y PARASKEVOPOULOUS, S. (1999). An investigation of the effectiveness of computer simulation programs as tutorial tools for teaching population ecology at university. *International Journal of Science Education*, 21, 1269-1280.

LUCAS, A. M. (1986). Tendencias en la investigación sobre la enseñanza/aprendizaje de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 189-198.

MAGNTORN, O. y HELLDÉN, G. (2007). Reading nature from a "bottom-up" perspective. *Journal of Biological Education*, 41, 68-75.

MAYDEN, R. L. (1997). A hierachy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem. En: Claridge, M. F.; Dawah, H. A. y Wilson, M. R, editores. *Species: the Units of Biodiversity*, págs. 381-424. Chapman & Hall, London.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (1998). *Teaching about evolution and the nature science*. National Academy Press, Washington.

MAYR, E. (2006). *Por qué es única la biología*. Katz, Buenos Aires.

NEVANPÄÄ, T. y LAW, N. (2006). Pupil´s ecological reasoning with help of modeling tool. *Proceedings of the V International Conference for Interaction Design and Children*, págs. 41-44. Tampere, Finlandia.

PIGLIUCCI, M. (2003). Species as family resemblance concepts: the (dis-) solution of the species problem? *BioEssays*, 25, 596-602.

SANDER, E., JELEMENSKÁ, P. y KATTMANN, U. (2006). Towards a better understanding of ecology. *Journal of Biological Education*, 40, 119-123.

SCHAEFER, J. A. (2006). Towards maturation of the population concept. *Oikos*, 112, 236-240.

TIDON, R. y LEWONTIN, R. C. (2004). Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, 27, 124-131.

WITTGENSTEIN, L. (1953/1973). *Philosophical Investigations*. Macmillan, New York.

ZAR, J. H. (1984). *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, New Jersey.

CÓMO ANALIZAN LOS PROFESORES DE SECUNDARIA EN FORMACIÓN UN PLANTEAMIENTO DIDÁCTICO SOBRE REPRODUCCIÓN.

Susana García Barros y Cristina Martínez Losada

Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. susg@udc.es **y** cmarcl@udc.es

RESUMEN: En este trabajo se pretende conocer hasta que punto los profesores de secundaria en formación captan las finalidades de una propuesta didáctica dirigida al estudio de ciertos aspectos relacionados con la reproducción de los seres vivos. Se analiza concretamente, cómo valoran los aspectos tratados en las actividades y qué dificultades consideran que tendrán los alumnos. Los resultados muestran que los participantes en el estudio tienen problemas para identificar las finalidades de algunas de las actividades. Además las dificultades que citan no siempre están asociadas a dichas finalidades.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento docente, Formación docente, Educación Secundaria, Reproducción.

ABSTRACT: This study seeks to know to what extent secondary school teachers in training capture the objectives of an educational proposal led to the study of certain aspects related to living beings reproduction. Discusses specifically, how they value the aspects raised in the activities and what difficulties will consider to have the students. The results showed that participants in the study have trouble identifying the aims of some of the activities. Besides they mention difficulties that are not always associated with such purposes.

KEYWORDS: Thought teacher, teacher training, secondary education, Reproduction.

1. INTRODUCCIÓN

La formación del profesorado de ciencias de secundaria ha de propiciar el desarrollo de una serie de capacidades asociadas al desempeño profesional, siendo imprescindibles incidir en la reflexión, la autorregulación y el análisis, de qué, cómo, cuándo, para qué, a quién… enseñar. Para ello es necesario disponer de un marco teórico, que integre conocimientos y teorías procedentes tanto de la ciencia como de la psicopedagogía (Hewson et al. 1999a, Osborne, 1998), que además se relacione adecuadamente con la experiencia de aula (Mellado 2003).

Por otra parte, la formación debe hacer énfasis en el cambio didáctico, que está condicionado por el pensamiento del profesor novel, muy

influenciado por su reciente experiencia universitaria (Hewson et al. 1999b), que resulta difícil de cambiar (Lewis 2006), muy especialmente en lo que atañe a la selección de contenidos (Sánchez Blanco y Valcarcel 2000).

En este sentido, el profesor debe ser capaz de realizar el análisis crítico de los materiales de enseñanza, incluso de los libros de texto, pues dicho análisis influye en su adecuada utilización (Campanario, 2001). El análisis crítico de materiales didácticos tiene, además, un importante valor para los autores de los mismos. El análisis de las opiniones del profesorado en este sentido, permite apreciar si se ha captado la intención de las propuestas elaboradas, pudiendo predecir así su adecuada puesta en práctica.

Un aspecto importante de la enseñanza de las ciencias es el análisis didáctico del contenido a enseñar, pues es conveniente determinar las ideas y cuestiones clave que encierran mayor interés educativo. Concretamente en el caso de la Biología, la "diversidad", es un concepto especialmente relevante, dado que se relaciona con la comprensión del medio (ecosistemas), la evolución y la reproducción. Sin embargo, los libros de texto no siempre hacen suficiente hincapié en la relación que existe entre esta última y la citada diversidad, centrando el estudio de la reproducción, sobre todo, en aspectos más descriptivos (García Barros y Martínez Losada, 2007), lo que nos sugiere que los contenidos de enseñanza se muestran bastante "inmunes" al cambio. Por ello es importante desarrollar y analizar otros materiales didácticos.

Basándonos en lo indicado, el objetivo de este estudio se centra en analizar: a) como valoran los profesores en formación los aspectos tratados en una propuesta de actividades dirigidas al estudio de la reproducción en el primer ciclo de secundaria obligatoria y b) que dificultades de aprendizaje perciben estos profesores en el alumnado al que van dirigidas dichas actividades. Ambos análisis permitirán conocer hasta qué punto el docente en formación ha captado las intenciones de la propuesta.

METODOLOGÍA.

Se trabajó con un total de 30 futuros profesores de Biología y Geología que realizan el CAP (Curso de Aptitud Pedagógica) durante el curso 2007-08. Estos alumnos analizaron una propuesta didáctica, aplicable al primer ciclo de ESO, dirigida al estudio de la reproducción en los seres vivos.

La propuesta consiste en una secuencia de 7 actividades (García Barros y Martínez Losada, 2006), cada una de ellas va acompañada de una nota en la que se especifican las intenciones de la actividad y algunas recomendaciones didácticas para el docente (en el Anexo se presenta un

resumen de la propuesta). Las actividades parten de la realidad observable (la reproducción sexual produce diversidad y la asexual uniformidad), profundizándose seguidamente en el ámbito explicativo. Además se reflexiona sobre la importancia de la variabilidad en la supervivencia de las poblaciones en un medio cambiante, extendiendo esta reflexión al plano social y educativo.

Los participantes en el trabajo tenían que analizar cada actividad y realizar comentarios por escrito sobre: a) la pertinencia o no de los aspectos tratados y b) la dificultad de los mismos para los alumnos.

Las respuestas obtenidas, tanto con respecto a las justificaciones de pertinencia, como a las referencias a dificultades se agruparon en tres categorías: a) justificaciones/dificultades asociadas a las intenciones específicas de la actividad; b) otras, relativas a otros aspectos, y c) respuestas genéricas o no clasificables. La segunda categoría "otras" fue, a su vez, categorizada. El análisis y clasificación de las respuestas de los estudiantes fueron discutidas por las dos investigadoras.

RESULTADOS

La gran mayoría de los profesores en formación valoran los aspectos conceptuales que se tratan en las actividades, aunque esta valoración es ligeramente menor en las dos primeras. Los tipos de razones que señalan los futuros profesores para justificar la importancia de los conceptos que se tratan en las actividades se recogen en la Tabla 1. Cada docente en formación puede indicar más de un tipo, aunque esto es poco frecuente. Se han apreciado diferencias entre actividades, así en tres de ellas (act. 1, 3 y 7) más del 45% de los sujetos justifican los aspectos tratados, refiriéndose específicamente a sus finalidades, mientras ese porcentaje desciende claramente en el resto. Además, en el caso de las actividades 4 y 5, se citan comparativamente más "otras razones" no asociadas exactamente a las finalidades de las mismas. Asimismo, en la mayoría de las actividades se ha aportado un porcentaje considerable de respuestas genéricas.

Profundizando en las justificaciones (ver Tabla 2) se aprecia que los profesores en formación, cuando emplean razones relacionadas con las finalidades de las actividades, se refieren, al único aspecto que se trata en ella (act.1), en mayor medida al aspecto clave o más inclusivo de las mismas (act. 3 y 6) o, por el contrario, al menos relevante (act. 2). Los profesores, también pueden referirse, en la misma proporción, a los dos objetivos que persigue la actividad (act. 4 y 6). Por otra parte, en la actividad 7, donde las distintas finalidades tienen el mismo nivel de importancia, las justificaciones se centran sobre todo en el respeto por las diferencias personales y sociales.

Respecto a las "otras razones" citadas, no correspondientes exactamente con las intenciones de la actividad, cabe destacar que en las actividades 1, 2, 3 y 6 los profesores hacen referencia únicamente a aspectos poco específicos ("*interés de los conceptos tratados para adquirir nuevos conocimientos"; "aplicar conocimientos anteriores"…).* Por el contrario, en las otras actividades se detectaron fundamentalmente justificaciones que incluyen conceptos concretos: la importancia de tratar respectivamente la reproducción sexual y asexual en vegetales (act. 4 y 5) y la importancia de relacionar la diversidad biológica con la cultural (act. 7).

Los futuros profesores perciben dificultades conceptuales en las actividades, estableciendo diferencias entre ellas (Tabla 1). En concreto, más del 85% señala dificultades en las actividades 1, 2 y 4, este porcentaje desciende ligeramente en el resto, siendo especialmente reducido (36,67%) en la actividad 7. Las dificultades se expresan de forma concreta, refiriéndose a aspectos específicos, solamente en algunas actividades un reducido número de profesores recurren a respuestas genéricas.

En lo que respecta al tipo de dificultad citado, también se aprecian diferencias entre actividades. Los problemas conceptuales que están relacionados con las finalidades de las actividades (ver Tabla 3) se perciben sobre todo en las actividades 1 y 3, aunque en esta última se centran menos en el objetivo más relevante de la misma (*relacionar el tipo de fecundación en animales y su hábitat*). Entre las actividades dirigidas al estudio de la reproducción sexual en animales (act. 2) y sexual/asexual en vegetales (act. 4 y 5), se detectan diferencias. En la dirigida a la reproducción sexual de animal, se reconoce más dificultad en la comprensión de la transmisión de caracteres, que en la percepción de diversidad en la descendencia. En la reproducción de vegetales ocurre lo contrario, las dificultades se señalan más en el reconocimiento de la diversidad/uniformidad de la descendencia. En las actividades 6 y 7 fueron escasamente citadas las dificultades relacionadas con los objetivos de la actividad.

Las dificultades no relacionadas directamente con las finalidades de las actividades, se señalan sobre todo en las actividades 2, 4, 5 y 6. En las actividades 4 y 5 los problemas se refieren a aspectos mas o menos descriptivos (*formación de semillas; entender la formación de un individuo a partir de un solo progenitor…*), mientras en las otras dos se centran en la complejidad de los conceptos implicados (*cromosomas, genes* –act. 2-; *selección, evolución*… -act. 6-). Conviene destacar que, en la nota para el profesor de estas últimas, se indica específicamente que no se pretende profundizar conceptualmente en dichos aspectos. Concretamente en la actividad 2 se destaca la importancia de que el alumno capte que la

diversidad de la descendencia se debe a que cada progenitor transmite un *"material"* lo que origina una descendencia diferente, no siendo necesario profundizar en las características de ese material (cromosomas, genes,..). Así mismo, en la actividad 6 se explicita que la intención no es profundizar en la selección natural como proceso evolutivo, sino poner las bases para comprender la importancia que tiene para la supervivencia de la población, en un medio cambiante, el hecho de que haya individuos diversos.

Conclusiones y Consideraciones

El análisis de las justificaciones de los profesores en formación para apoyar el interés de las actividades propuestas, muestra que no siempre han captado la finalidad de las mismas. Concretamente, la idea de que la reproducción sexual produce diversidad en la descendencia y la asexual uniformidad, no ha sido suficientemente valorada. Sin embargo, tienen menos problemas para identificar los aspectos asociados a la adaptación y a la consideración educativa de la diversidad social y personal

Los profesores en formación han identificado las dificultades concretas que tendrán los alumnos al realizar las actividades presentadas, estableciendo diferencias entre ellas. En más de la mitad de las actividades, las dificultades se refieren en mayor mediada a "otros aspectos", no asociados directamente con las finalidades de la actividad, excediendo, a veces, el nivel conceptual recomendado.

Las dificultades mostradas por los futuros profesores para identificar las intenciones educativas de una propuesta de enseñanza, constituye un toque de atención para la formación docente. Desde ésta, se puede considerar, ingenuamente, que un recién licenciado/a conoce las ideas científicas clave y sus relaciones, en nuestro caso, la relevancia de reproducción sexual en la producción de diversidad biológica. Sin embargo sus respuestas parecen focalizar el interés del tema en detalles colaterales, en aspectos que encierran una mayor complicación conceptual o, por el contrario, en generalidades. Lo indicado, justifica la necesidad de que la formación insista en el análisis conceptual a través del uso se materiales, que sin duda trasciende el profundo conocimiento académico aportado por las carreras científicas. Esto tiene valor no solo para reflexionar sobre la idoneidad de la selección de conceptos e ideas y su dificultad para el alumnado de secundaria, sino también para revisar la propia compresibilidad de las orientaciones y justificaciones que se incluyen en las propuestas didácticas empleadas.

Referencias

Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de

actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias, 19*(3), 351-364.

García Barros, S., & Martínez Losada, C. (2006). La reproducción responsable de promover diferencias en la semejanza. *Padres y Maestros, 303*, 23-27.

García Barros, S., & Martínez Losada, C. (2007, 21-25 de septiembre). *Pupils' ideas about reproduction in connection with the way it is dealt with in school texts.* Paper presented at the ESERA International Conference 2007, Malmö.

Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M., Blomker, K. B., Meyer, H., Lemberger, J., et al. (1999a). Educating Prospective Teachers of Biology: Introduction and Research Methods. *Science Education, 83*(3), 247-273.

Hewson, P. W., Tabachnick, B. R., Zeichner, K. M., & Lemberger, J. (1999b). Educating prospective teachers of Biology: Findings, Limitations, and Recomendations. *Science Education, 83*(3), 373-384.

Lewis, J. (2006). Bringing the real world into the biology curriculum. *Journal of Biological Education, 40*(3), 101-106.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, 21*(3), 343-358.

Osborne, M. D. (1998). Teacher as knower and learner: reflections on situaded knowledge in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching, 35*(4), 427-439.

Sánchez Blanco, G., & Valcarcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contendo de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias, 18*(3), 423-437.

Nota. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación PGIDT04PXIB10601PR, financiado por la Xunta de Galicia (España).

Tabla 1. Número de profesores en formación que valoran los aspectos incluidos en las actividades e identifican dificultades para los alumnos

	Valoración positiva de aspectos tratados				Identificación de dificultades			
	Asociados a objetivos	Otros Aspect.	No justifica R. genérica	Alumnos	En objetivos	Otros Aspect.	No justifica R. genérica	Alumnos
Ac. 1	14 46,67%	5 16,67%	5 16,67%	**23** **76,67%**	23 76,67%	4 13,33 %	-	**26** **86,67%**
Ac. 2	8 26,67	2 6,67	12 40,00	**22** **73,33%**	14 46,67	22 73,33	-	**28** **93,33%**
Ac. 3	17 56,67%	1 3,33%	9 30,00%	**27** **90,00%**	16 53,33%	2 6,67%	3 10,00	**21** **70,00**
Ac. 4	5 16,67%	10 33,33%	12 40,00%	**26** **86,67%**	8 26,67%	18 60,00 %	3 10,00%	**26** **86,67%**
Ac. 5	8 26,67%	12 40,00%	7 23,33%	**26** **86,67%**	7 23,33%	15 50,00 %	-	**18** **60,00%**
Ac. 6	11 36,67%	4 13,33%	9 30,00%	**24** **80,00%**	5 16,67%	15 50,00 %	2 6,67%	**21** **70,00%**
Ac. 7	22 73,33	3 10,00	4 13,33%	**25** **83,33%**	5 16,67%	6 20,00 %	1 3,33%	**11** **36,67%**

Tabla 2. Razones utilizadas por los profesores en formación para justificar la pertinencia de los aspectos tratados en las actividades

Activ	CATEGORÍAS		Nº de alumnos
Act. 1 n=23	Asociadas a objetivos	Diferenciar la reproducción sexual y asexual en individuos concretos	14 (60.9%)
	Otras	Necesario para otros conocimientos	5 (21.7%)
Act. 2 n=22	Asociadas a objetivos	**Comprender que la reproducción sexual en animales produce organismos diferentes**	3 (13.6%)
		Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia	5 (22.7%)
	Otras	Necesario para otros conocimientos	2 (9.1%)
Act. 3 n=27	Asociadas a objetivos	**Relacionar el tipo de fecundación en animales y su hábitat.**	14 (51.8%)
		Conocer tipos de fecundación (interna y externa)	3 (11.1%)
	Otras	Necesario para otros conocimientos	1 (3.7%)
Act. 4 n=26	Asociadas a objetivos	**Comprender que la reproducción sexual en vegetales produce organismos diferentes**. *****	4 (15.4%)
		Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia *****	3 (11.5%)
	Otras	Estudiar la reproducción sexual en vegetales	7 (26.9%)
		Percibir que existen mecanismos de selección	3 (11.5%)
		Se emplean conocimientos anteriores	1 (3.8%)
Act. 5 n=26	Asociadas a objetivos	**Comprender que la reproducción asexual produce uniformidad***	5 (19.2%)
		Comparar reproducción sexual/asexual*****	5 (19.2%)
	Otras	Estudiar la reproducción asexual en vegetales	4 (15.4%)
		Importante para ver que en vegetales existe dos tipos de reproducción	8 (30.8%)
Act. 6 n=24	Asociadas a objetivos	**Entender que la reproducción sexual produce diversidad y ésta favorece la supervivencia.**	8 (33.3%)
		Comprender que la diversidad es beneficiosa para la supervivencia en medio cambiante	3 (12.5%)
	Otras	Necesario para otros conocimientos	2 (8.3%)

		Se emplean conceptos anteriores	1 (4.2%)
		Ayuda a razonar	1 (4.2%)
Act. 7 n=25	Asociadas a objetivos	Valorar las diferencias entre personas	8 (32%)
		Desarrollar espíritu crítico	5 (20%)
		Respetar las diferencias personales…	15 (60%)
	Otras	Permite relacionar la variabilidad biológica y cultural	3 (12%)

Nota. En negrita se señala la finalidad considerada central y básica de la actividad

n = número de profesores que justifican el interés de cada actividad. Los porcentajes se refieren en cada caso a ese número.

***** dos personas indican ambas razones en cada actividad.

Tabla 3.- Dificultades percibidas por el profesorado en formación en las actividades presentadas

Actividad	CATEGORÍAS		Nº de alumnos
1 n=26	Asociadas a objetivos	Identificar/entender Reproducción asexual	13 (50 %)
		Identificar/entender reproducción. Tipos de reproducción	8 (30,8%)
		Identificar/entender reproducción sexual y/o asexual en vegetales	5 (19.2%)
	Otras	Tipos de reproducción en animales menos conocidos	4 (15.4%)
2 n=28	Asociadas a objetivos	Comprender que la reproducción sexual en animales produce organismos diferentes	3 (10.7%)
		Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia	11 (39.3%)
	Otras	Conceptos abstractos (cromosomas, genes…)	21 (75%)
3 n=21	Asociadas a objetivos	Relacionar el tipo de fecundación en animales y su hábitat	6 (28.6%)
		Comprender la fecundación externa	12 (57.1%)
	Otras	Reconocimiento de la fecundación de animales menos conocidos	1 (4.8%)
		Concepto abstracto	1 (4.8%)
4 n=26	Asociadas a objetivos	Comprender que la reproducción sexual en vegetales produce organismos diferentes	6 (23.1%)
		Entender que los progenitores transmiten caracteres a la descendencia	3 (11.5%)
	Otras	Comprensión de la R. Sexual (formación de semillas…)	18 (69,2%)
5 n=18	Asociadas a objetivos	Comprender que la reproducción asexual produce uniformidad	6 (33.3%)
		Comparar los dos tipos de reproduce en vegetales	1 (5.5%)
	Otros	Entender la formación de un individuo a partir de un solo progenitor	10 (55.5%)
		Interpretar el proceso a nivel celular	4 (22.2%)
		Difícil de ver dos tipos de reproducción en vegetales	2 (11.1%)
6	Asociadas a	Entender que la reproducción sexual produce	3 (14.3%)

n=21	objetivos	diversidad y ésta favorece la supervivencia.	
		Comprender que la diversidad es beneficiosa para la supervivencia en medio cambiante	2 (9.5%)
	Otros	Uso de idea de población	2 (9.5%)
		Existencia de ideas previas sobre en la adaptación	2 (9.5%)
		Percepción del medio en continuo cambio *	2 (9.5%)
		Complejidad (selección, evolución, adaptación…) *****	10 (47.6%)
7 **n=11**	Asociadas a objetivos	Perjuicios personales	4 (36.4%)
		Problemas asociados al espíritu crítico	1 (9.1%)
	Otros	Relación entre diversidad biológica y social	5 (45.4%)
		Dificultad para argumentar	2 (18.2%)

n = número de profesores que detectan dificultades en cada actividad. Los porcentajes se refieren en cada caso a ese número.

***** 1 sujeto cita ambas dificultades.

Anexo. Propuesta de actividades para el estudio de la reproducción en seres vivos.

1.- Los seres vivos se reproducen

- *Piensa en cómo se reproducen los siguientes ejemplares: los gatos, las lentejas,…, el ser humano, una planta ornamental que tengas en casa,… Trata de buscar similitudes y diferencias.*
- *Propón una posible clasificación, discútela en tu grupo, procurando llegar a un acuerdo.*

Comentario. Actividad inicial

2.- Los parecidos entre hijos y padres en el Reino Animal

- *¿Los hijos de los animales (gatos, gallinas, moscas…) que se indicaron en la pregunta anterior son idénticos a sus padres o se parecen solo en parte?.*
- *Discutid esta idea en el grupo y tratad de dar una explicación que justifique vuestras opiniones.*

Comentario. Se recomienda insistir en la siguiente idea: en la reproducción sexual se produce descendencia diferente porque el macho y la hembra aportan un *"material"* cuya unión permite la formación de un ser distinto a sus progenitores. La profundización en relación al "materia" (introducción de conceptos como gametos, cromosomas, genes…) no es imprescindible en este nivel educativo.

3.- ¿En la reproducción sexual de animales, siempre tiene que haber cópula entre macho y hembra?.

- *Buscad información sobre ello en el caso de las sardinas, los gatos y las moscas.*
- *¿Cuántos gametos producen los machos y hembras de estos animales? ¿la abundancia de gametos tiene alguna relación con el medio que habitan estos animales?.*

Comentario. El profesor/a ha de superar la mera descripción de los tipos de fecundación y asociar estos a su "adaptación" al medio.

4.- Los parecidos entre plantas hijas y la planta madre que produce las semillas.

Para cultivar alubias de buena calidad, Ana hace lo siguiente: selecciona una mata adecuada, recoge los mejores frutos, los desgrana y escoge las mejores alubias (que son las semillas) para usarlas en la siembra.

- *¿Las nuevas matas serán diferentes o exactas a la que seleccionó*

inicialmente?.

- *Tratad de dar una respuesta, pero antes de contestar os recomiendo que penséis en cómo se forman las semillas.*

Comentario. Se hacen las mismas recomendaciones que en la actividad 2, se resalta que es necesario recordar cómo se produce una semilla.

5.- El parecido entre plantas hijas que proviene de esquejes y la planta madre

Cuando Ana quiere tener nuevos geranios de una planta que le gusta mucho, corta varias ramitas las deja en agua y cuando salen raíces las planta.

- *¿Los geranios que salgan de las ramitas pueden tener flores de distintos colores?.*
- *Discutid en el grupo y comparad este tipo de reproducción con la reproducción por semillas*.

6.- La diversidad de la descendencia es un valor biológico

- *¿Qué es más abundante en la naturaleza la reproducción sexual o asexual?*
- *¿Pensáis que el hecho de que existan individuos diferentes en una especie resulta favorable para su supervivencia? ¿Qué ventajas tiene la reproducción asexual?.*

Comentario. Se pretende desarrollar la idea clave que plasma el objetivo, sin introducir aspectos como selección natural, evolución… Se sugiere el uso de ejemplos y analogías para facilitar la interpretación.

7.- La diversidad también existe en las sociedades humanas

Los seres humanos somos racionales y disponemos de una organización social, pero hay multitud de hombres y mujeres diferentes: aspecto físico, la cultura, las creencias, las opiniones, los gustos….

- *¿Cómo valoras esa diversidad? Plasma tus ideas personales por escrito y después discútelas con el grupo. Debéis hacer una síntesis de las ideas más importantes.*

Nota. Los objetivos de las actividades que se incluyeron en la propuesta didáctica en la nota para el profesor se resumen en las tablas 2 y 3.

¿Y AHORA QUÉ HAY QUE HACER?: INTRODUCCIÓN A LA INDAGACIÓN EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

Milagros de la Gándara Gómez y Ángel Luis Cortés Gracia

Grupo BEAGLE. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. San Juan Bosco, 7. 50009 Zaragoza. mgandara@unizar.es, acortes@unizar.es

PALABRAS CLAVE: Formación de maestros, Indagación, Laboratorio

RESUMEN: Esta experiencia didáctica constituye un intento de enfrentar a los futuros maestros a situaciones de aula que promuevan la indagación. Se generan problemas conceptuales y metodológicos cuyas estrategias de resolución dejan aflorar insuficiencias en sus conocimientos previos. Los resultados invitan a reflexionar sobre la formación científica del profesorado de Primaria, ya que existe cierta distancia entre su perspectiva al diseñar, aplicar y evaluar actividades de indagación, y la de nuestros estudiantes frente a este modelo de enseñanza.

KEY WORDS: Teachers training, Inquiry, Laboratory

ABSTRACT: This didactic experience is an attempt of confronting future teachers to inquiry classroom situations. When conceptual and methodological problems are generated, solving strategies allow to emerge their deficiencies in previous knowledge. The results lead to think about the scientific training of Elementary Teachers, since there is a distance between teacher's perspectives when designing, developing and evaluating inquiry teaching activities, and the student's perspectives in front of this teaching model.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, la investigación e innovación en Didáctica de las Ciencias Experimentales ha señalado las actividades de laboratorio como un hecho diferencial de la enseñanza de las ciencias así como una buena oportunidad para poner en juego la interacción entre los aspectos teóricos y prácticos de un determinado saber. Se propone que las clases de ciencias se diseñen desde una perspectiva de "indagación dirigida", incluyendo la construcción y resolución de problemas (Perales, 2000; Cortés y de la Gándara, 2006; Cañal, 2007, etc.). Parece imprescindible involucrar al profesorado en un ambiente didáctico que contemple la indagación, no como una anécdota a aplicar en un momento aislado del proceso educativo de sus estudiantes, sino como un medio para enseñar y aprender. Para ello, la formación inicial del profesorado debería preparar al futuro maestro para reflexionar sobre su práctica, centrarse en determinados temas, establecer modelos, ejercer la capacidad de observación, de análisis, de metacognición y de metacomunicación

(Lafortune et al., 1998). Numerosos autores (Abell y Lederman, 2007 y referencias incluidas) indican que una buena forma de preparar a los maestros para enseñar mediante un modelo de indagación dirigida consiste en involucrar a éstos en actividades de indagación.

En este trabajo se presentan los resultados de una experiencia didáctica para la introducción de los futuros maestros de Educación Primaria a un modelo de indagación dirigida durante su formación inicial.

2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Esta experiencia está diseñada para introducir la noción de "indagación" como objetivo prioritario a construir en esta asignatura. Partiendo de una *situación inicial*, aparentemente aproblemática, surgen dificultades para el alumnado que implican la búsqueda de estrategias para su resolución (*situación problemática*). Por eso, hay que distinguir entre los "objetivos" declarados el profesor, en forma de guión-de-prácticas, de los que realmente le orientaban al diseñar la actividad, desarrollarla y evaluarla.

2.1. Objetivos del profesor explicitados en la situación inicial:

- Familiarizarse con los materiales e instrumentos de medida del laboratorio (continuación de una actividad anterior).
- Calcular la masa, el volumen y la densidad varios objetos.

2.2. Objetivos del profesor emergentes a lo largo de la actividad y que se podrían concretar en las siguientes competencias:

- Identificación y evaluación de su marco teórico funcional (Metacognición).
- Selección y uso de instrumentos de medida y cálculo de magnitudes.
- Identificación de problemas o de dificultades.
- Diseño de estrategias de resolución de problemas y dificultades.
- Capacidad para trabajar en equipo: cooperación y colaboración.

3. ESQUEMA DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

Esta experiencia se puso en práctica en los últimos 4 cursos académicos durante la formación inicial de maestros de Educación Primaria en la Universidad de Zaragoza. Dentro de los contenidos de la asignatura "Laboratorio Científico Escolar", con un total de 40 horas teórico-prácticas, se dedicaban 4 horas a la actividad que presentamos. Ésta se realizó en equipos de 2 a 4 estudiantes dentro de grupos de clase de 20-25 personas (4 grupos en total). El esquema de trabajo se describe a continuación:

- Introducción general. Discusión sobre: conceptos de masa, volumen y densidad; unidades de medida; equivalencias entre unidades;

posibilidades técnicas e instrumentales del laboratorio, etc. A todo esto lo denominamos “Marco Teórico Inicial”.

- Entrega de un guión de prácticas (tabla 1) y formulación de una base de orientación adicional que ayudará a la metacognición durante el desarrollo de la actividad (tabla 2).

Prácticas básicas de medida y cálculo de parámetros utilizados en el laboratorio

En el laboratorio encontraréis una caja con diversos objetos: *1) un corcho grande, 2) un corcho pequeño, 3) un tapón de goma, 4) una botella con agua, 5) dos tubos de plástico iguales (uno vacío y otro lleno), 6) una tuerca metálica, 7) un portaobjetos de vidrio, 8) dos terrones de azúcar, 9) un tapón de vidrio, 10) un fragmento de roca.*

Utilizando vuestros conocimientos previos sobre las propiedades de los materiales, así como sobre las unidades e instrumentos de medida, y teniendo en cuenta las disponibilidades técnicas del laboratorio, debéis calcular la **masa**, el **volumen** y la **densidad** de todo los objetos: *los dos corchos (cada uno por separado), el tapón de goma, el líquido que hay dentro de la botella de agua (sólo el líquido, el recipiente no cuenta), el líquido que hay dentro del tubo de plástico lleno (el tubo no se puede abrir, no se puede extraer el líquido), la tuerca, el portaobjetos de vidrio, un terrón de azúcar, el tapón de vidrio y el fragmento de roca.*

La práctica se realizará en pequeños grupos y la estrategia a seguir debería comprender un diseño (especificando qué instrumentos o materiales son necesarios para la medida y su justificación) y la realización de las diferentes mediciones. En algunos casos, es conveniente repetir las medidas varias veces para eliminar posibles errores. Del mismo modo, algunos parámetros se pueden calcular mediante estrategias distintas (físicas, geométricas u otras), por lo tanto, es deseable utilizar las distintas posibilidades existentes.

Al finalizar la práctica realizaremos una puesta en común y una discusión de los resultados.

Tabla 1. Guión de la actividad entregado a los estudiantes.

Base de orientación (los estudiantes deben anotar en su cuaderno los siguientes aspectos):

- Objetivo(s) de la práctica. Revisar a lo largo y al final de la actividad.
- Metodología
- Problemas o dificultades
- Estrategia de resolución
- Datos obtenidos (tabla)
- Puesta en común. Interpretación y discusión de resultados.

Conclusiones: sobre el hecho estudiado y sobre el interés didáctico

Algunos consejos adicionales aportados por el profesor:

- Describir detalladamente todos los pasos seguidos (tipo de información empleada, estrategias, marco teórico en el que se basa la propuesta, etc.)
- Anotar las técnicas de cálculo de parámetros (instrumentales o geométricas)
- Tabular todos los datos experimentales (indicar medidas objetivas, nº de medidas, media aritmética, unidades, etc.)
- Valorar y discutir los resultados ¿hay algún dato chocante o inconsistente con el marco teórico que estamos manejando?

Tabla 2. Base de orientación elaborada con los estudiantes.

- Aunque no es evidente inicialmente para el alumnado, el profesor introdujo una serie de dificultades materiales generadoras de situaciones problemáticas durante la actividad.
- Revisión de objetivos y conocimientos previos por parte del alumnado y, en consecuencia, diseño en equipo de una estrategia de trabajo conforme a la base de orientación.
- Registro de datos (masa y volumen) y cálculo de densidad.
- Puesta en común y discusión de los resultados obtenidos, revisando y modificando aquellos valores que parezcan cuestionables.
- Elaboración de conclusiones sobre el hecho estudiado (basado en los datos empíricos) y sobre su interés didáctico.

4. RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Siguiendo el esquema de trabajo presentado anteriormente, ilustraremos los resultados con datos obtenidos en el curso 2007-2008, aunque éstos fueron similares en cursos precedentes.

4.1. Sobre el "Marco Teórico Inicial"

Se encontró siempre un consenso general sobre la adecuación de la fórmula $d=m/V$, como norma para el cálculo de la densidad. No ocurrió lo mismo al identificar las unidades en que se mide este parámetro. Al discutirlo, se detectaron dificultades en algunos estudiantes en torno a los conceptos de masa (frente a peso) y densidad (frente a viscosidad). El volumen no parecía presentar dificultades conceptuales significativas así como tampoco el instrumental de medida más adecuado en cada caso.

4.2. Guión y base de orientación

Tras recibir el guión (tabla 1) comenzaron a surgir en los estudiantes algunas de las dificultades que no se manifestaban previamente y aparecieron preguntas del tipo: "¿cómo peso el agua si está dentro de la botella?, ¿con qué mido el volumen (o la masa) de tal objeto?". La base de orientación (tabla 2) se planteaba en términos muy generales y, por ello, se hizo necesaria la intervención del profesor para aportar consejos adicionales de cara al desarrollo práctico de la actividad.

4.3. Dificultades previstas por el profesor

Esta propuesta, lejos de buscar la repetición mecánica de un protocolo experimental, pretendía el enfrentamiento a problemas de tipo teórico y práctico, por lo que se introdujeron una serie de "dificultades":

- Las botellas se rellenaron de forma aleatoria con una cantidad de agua superior a la que admite la balanza en una sola pesada.

- Disponían de dos recipientes de plástico idénticos. Uno relleno con una cantidad aleatoria de un líquido transparente y el otro vacío.
- Los fragmentos de roca poseían formas irregulares y tamaños variados. Además, su textura y composición mineral puede variar.
- El azúcar está en forma de terrón y envuelto en un papel.

4.4. Diseño experimental de los estudiantes

Todos los equipos optaron por medir las masas usando la balanza electrónica, aunque fueron necesarias aclaraciones sobre su funcionamiento (capacidad de la balanza, eliminación de la tara, etc.).

El cálculo de volúmenes resultó más complejo de lo esperado por el alumnado inicialmente. La estrategia más común fue sumergir los objetos en un recipiente graduado y medir el volumen de agua desplazado (modelo físico). Este modelo surgía por iniciativa de alguno de los equipos y rápidamente era asumido por los demás. En general, pocos equipos planteaban en sus diseños iniciales modelos matemáticos para resolver el volumen de los objetos con formas geométricas regulares (portaobjetos, terrón de azúcar, tuerca y tapones), a pesar de que tanto en el guión como en la base de orientación se aludía a esta cuestión.

Ante las dificultades derivadas de la flotación los corchos, se diseñaron estrategias alternativas: 1) hundir el corcho bajo un lastre y eliminar el volumen correspondiente al lastre, 2) empujar el corcho con otro objeto hasta sumergirlo del todo, 3) desechar la opción de sumergirlo y buscar una figura geométrica comparable (tronco de cono), lo que obligaba a informarse sobre fórmulas matemáticas que nadie en la clase “recordaba”.

El líquido desconocido planteó las siguientes estrategias: 1) Muy pocos equipos reparaban en que la única diferencia entre los dos tubos era el contenido de uno de ellos. La estrategia fue llenar el tubo vacío con un volumen de agua equivalente y medir éste. 2) Numerosos equipos manipulaban la realidad: abriendo el tubo y midiendo el volumen del líquido (hacían trampa); adjudicando forma cilíndrica al interior del recipiente (modelo matemático); suponiendo que era agua y que, por lo tanto, la densidad era 1, lo pesaban en la balanza y calculaban el volumen aplicando la fórmula $d=m/V$ (deslizamiento cognitivo).

4.5. Registro de datos

Son pocos los informes que detallaban este aspecto en los términos presentados en la base de orientación, ya que muchos equipos simplificaron los datos al pasar a limpio el informe, omitiendo especialmente las dificultades que se les planteaban. En cualquier caso, alguno de estos hechos se reflejan en el siguiente apartado a propósito de la puesta en común y discusión de resultados.

4.6. Puesta en común y discusión de resultados

Se decidió comparar únicamente los valores de densidad. Para ello, se construyó en el ordenador una tabla resumen que los estudiantes podían ver en la pantalla de proyección (tabla 3) y, sobre ésta, los equipos iban dictando al profesor los resultados obtenidos. Así, se compararon los valores de densidad y se discutió su variabilidad y aceptabilidad conforme al marco teórico. El profesor aclaró la naturaleza del líquido del tubo (aceite de girasol) y la posibilidad de que existieran diferencias significativas entre los fragmentos de roca.

	Equipos de clase					
Objeto	**3.1**	**3.2**	**3.3**	**3.4**	**3.5**	**3.6**
CORCHO GRANDE	0,26	0,23	0,1789	0,264	0,17	0,2
CORCHO PEQUEÑO	0,13	0,22	0,14	0,1366	0,16	0,18
TAPÓN DE GOMA	1,76	1,64	1,3346	1,88	1,6	1,41
LÍQUIDO BOTELLA	0,98	0,99	1,00081	0,99	1,0086	1
LÍQUIDO TUBO	1	1,26	1,04	-	0,898	1,08
TUERCA	9	57,83	7,016	36,61	5,858	11,678
PORTAOBJETOS	2,53	2,42	2,3506	2,46	2,448	2,624
TERRÓN DE AZÚCAR	1,03	1,006	1,2289	1,164	0,977	1,5173
TAPÓN DE VIDRIO	2,18	1,913	2,4175	1,77	2,59	2,39
FRAGMENTO DE ROCA	2,15	3,216	3,1971	3,243	1,4	2,378

Tabla 3. Tabla resumen realizada con un grupo de clase (grupo 3, 20 estudiantes). Los datos corresponden a los valores de densidad en g/cm^3.

Para su discusión, se destacaron con un código de colores aquellos valores que se alejaban de lo esperado desde el punto de vista teórico o de los resultados obtenidos por otros equipos de clase.

- Se marcaron en rojo aquellos valores que destacaban significativamente. Los problemas estaban relacionados con el uso de la probeta (3.2) y con el cálculo matemático (3.3), sin que ninguno de sus autores se lo hubiera cuestionado.
- En naranja se marcaron datos manipulados, ya que los estudiantes implicados indicaron que habían supuesto que el líquido era agua y teóricamente su densidad debía ser igual a 1.
- En verde se señaló el único valor del líquido del tubo que era coherente con el marco teórico, es decir: “si el aceite flota en el agua su densidad debe ser menor de 1”. Así se decidió marcar en amarillo (valores discutibles) el resto de valores de la fila.

- Se señalaron en amarillo valores que se alejaban de la tendencia general. Los problemas derivaban de la elección inadecuada de los instrumentos de medida y su resolución (probetas, reglas, etc.).

4.7. Conclusiones elaboradas por los estudiantes (tabla 4).

Sobre el hecho estudiado	Los equipos que justificaban con datos sus conclusiones, no lo hacían sobre cada una de ellas.
	Cuando aludían a datos empíricos, hablaban de objetos pero apenas de datos numéricos.
	Cuando aludían a datos teóricos, muchos construían tautologías, fundamentando su conclusión en la misma fórmula teórica que utilizaron para obtener sus datos. Algunos invocaban un principio que no se había trabajado como tal (Principio de Arquímedes).
	Pocos estudiantes tenían una propuesta estratégica para afrontar las dificultades comentadas.
	Escaseaban las conclusiones referentes a la metodología. En ocasiones se abandonó el problema planteado, eludiendo la indagación, y en las conclusiones de los informes apenas aparecían referencias a este acontecimiento.
Sobre su interés para la didáctica.	Algunos estudiantes interpretaron la demanda desde el punto de vista de la eficacia para su propio aprendizaje, mientras que otros lo situaban en el contexto de la educación primaria. En algún caso, resultaba difícil reconocer si se referían a ellos o a los niños.
	Algunos resaltaron su contribución al marco conceptual, dando a entender que sólo en el sentido de mejorar lo que ya sabían, de recordarlo o tenerlo más claro.
	Sobre la transposición a educación primaria, se reconocía al valor intrínseco de conocer el laboratorio, sus instrumentos y materiales. Sin embargo, apenas hay referencias claras sobre su valor para construir conocimientos teóricos.
	Sólo uno de los equipos manifestó los problemas que podrían plantear los niños al profesor.

Tabla 4. Resumen de las conclusiones extraídas de los informes de los estudiantes (curso 2007-2008).

5. CONSIDERACIONES FINALES

Una cuestión que detectamos en la formación inicial del profesorado de primaria y que no hemos resuelto en esta experiencia es la identificación del papel que juega el marco teórico particular de los estudiantes a la hora de enfrentarse a una actividad de indagación. Creemos que los estudiantes no llegan a comprender el sentido de las actividades de indagación para la reconstrucción y reorganización del marco teórico previo. Algunas de las razones podrían ser las siguientes:

- Los estudiantes apenas tienen ocasión de poner a prueba sus marcos teóricos. Los currículos de magisterio parecen estar diseñados sobre el supuesto de que la formación previa en ciencias es suficiente, pero los resultados de nuestra experiencia no coinciden con este presupuesto.
- La separación tradicional y habitual entre teoría y práctica puede resultar un obstáculo para que los estudiantes comprendan el valor didáctico de las actividades de indagación.
- El remedio inmediato es que los estudiantes trabajen en equipo. Ahora bien, ¿es posible evaluar el trabajo de cada estudiante dentro de su equipo? Las dificultades del trabajo cooperativo sólo se declaran en

privado (normalmente tras conocer la calificación) mientras se disfrazan de solidaridad a lo largo del curso.

- No obstante, y dado que el objetivo de esta propuesta (como de la asignatura, en general) es la introducción de los futuros maestros al modelo de indagación, se detecta que nuestros estudiantes perciben las posibilidades de este modelo al final del curso (último de su carrera), cuando probablemente ya no hay tiempo para la reflexión. Muchos estudiantes no son capaces de hacer explícito (en sus informes) lo que han aprendido en términos de indagación.

Todo lo anterior viene a contextualizar lo que podría calificarse de consideración final. En los informes y exámenes de los estudiantes se detecta que existe una gran distancia entre las expectativas del profesorado y las del alumnado. Como dato complementario, preguntamos a los estudiantes su opinión sobre "qué posibilidades reales veían para la aplicación de la indagación en la educación primaria, teniendo en cuenta su formación de maestros y la previa a estos estudios". Excepto cinco estudiantes de unos 90 que cursaron la asignatura en el último curso, todos respondieron que lo veían difícil. Aducían razones de precariedad del contexto de los centros de primaria, sin cuestionar su nivel de competencia en ello. Esto nos lleva a dudar sobre lo que realmente entienden ellos por enseñar y aprender ciencias y, desde luego, sobre lo que significa para ellos indagar en las clases de ciencias.

Trabajo realizado dentro de los proyectos de investigación SE-J2007-65947/EDUC (MEC) y PIIDUZ B1/64 (Universidad de Zaragoza).

6. Referencias

Abell, S.K., & Lederman, N.G. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Cañal, P. (2007). La investigación escolar hoy. *Alambique, 52*, 9-19.

Cortés, A.L., & de la Gándara, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias, 25 (3)*, 435-450.

Lafortune, L., Mongeau, P., & Pallascio, R. (1998). *Métacognition et compétences réflexives*. Montréal: Ed. Logiques.

Perales, F.J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis Educación.

DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN EDUCACIÓN PRIMARIA EN NAVARRA. PRIMEROS RESULTADOS

Javier Arlegui*, Julia Ibarra*, Miguel R. Wilhelmi*, Mª José Gil, *Universidad Pública de Navarra, **Universidad de Zaragoza**

RESUMEN: Es un estudio que aporta pruebas empíricas sobre las condiciones y las restricciones de las actividades experimentales en Educación Primaria en Navarra, basadas en una encuesta distribuida a toda la población objeto de estudio. La encuesta está confeccionada mediante respuestas abiertas y objetivas con escala Likert. El objetivo del trabajo es el diagnóstico actual de la situación, que servirá para adecuar y mejorar las condiciones de los centros y de los profesores en su actividad docente.

PALABRAS CLAVE: laboratorio escolar, experimentación, dificultades de aprendizaje, diagnóstico

KEYWORDS: It is a diagnostic study that provides empirical evidence on the conditions and the restrictions of the experimental activities in Primary Education in Navarre. It is based on a survey distributed to the entire population being studied. The survey is compiled through open and objective answers with Likert scale. The objective of this work is the diagnosis of the current situation, which may lead to the process of decision-making on the design of the new programmes of initial teacher training.

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades prácticas de experimentación en ciencias se reconocen como la mejor vía de conocimiento científico para los escolares (Hodson, 1994), pero publicaciones recientes (Pro Bueno, 2006), recogen que sigue existiendo en niveles de la ESO la separación de clases teóricas y prácticas, que las actividades en general se consideran como unidades independientes de enseñanza, y que el material docente de laboratorio es de menor importancia que el empleado en el aula. Además, la mayoría de las investigaciones sobre la enseñanza en los laboratorios de ciencias, se centran en la educación Secundaria (Lunetta, Hofstein & Clough, 2007) y no abordan las dificultades a las que se enfrenta el profesor de Primaria.

La experiencia de varios años de visitas a centros escolares nos ha llevado a constatar que el uso de los laboratorios, la realización de actividades prácticas, es irregular y esporádico y que los profesores encuentran dificultades de diverso orden para integrar estas actividades en el currículo escolar.

Esta investigación pretende conocer las causas que llevan a los centros a esta "deserción" de la actividad experimental, habida cuenta que estas razones son implícitas y escasamente conocidas. El objetivo es contribuir al diagnóstico de la situación, conocimiento previo para posteriormente justificar medidas que busquen paliar esta disfuncionalidad.

En esta comunicación presentamos una parte de los resultados y conclusiones, la que corresponde a uno de los ámbitos investigados: la relación entre las actividades experimentales y la institución (la organización en el centro escolar, las instituciones educativas) desde el punto de vista del maestro o de la maestra.

2. MARCO TEÓRICO

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio basado en un enfoque epistemológico de la Didáctica de la Física, que incorpora cuestiones epistemológicas a las de tipo cognitivo y pedagógico-instruccional. El problema didáctico deja de ser "la normalización de una enseñanza de contenidos seleccionados, puestos en secuencia y distribuidos en el tiempo" para convertirse en "la búsqueda de situaciones que sean idóneas desde el punto de vista cognitivo, didáctico y epistemológico" (Wilhelmi, Bencomo y Godino, 2004).

Este modo de proceder tiene origen en las investigaciones pioneras de Brousseau (1995) en didáctica de las matemáticas. Sin embargo, nociones tales como "transposición didáctica", "sistema didáctico", "contrato didáctico" o "praxeología", han trascendido a la investigación en didáctica de las ciencias experimentales.

Malafosse (2002) determina bajo qué condiciones conceptos elaborados en el campo de la didáctica de una disciplina se transponen a la investigación en la didáctica de otras. Salazar y Wilhelmi (2007) utilizan de manera consistente (validación interna y externa) las nociones originales de obstáculo cognitivo, epistemológico y didáctico, de situación fundamental y de ingeniería didáctica al análisis de situaciones de didáctica de Física.

La noción de praxeología (Chevallard, 1999) indica la integración del "saber" y del "saber-hacer". Esta noción permite modelizar la ciencia que se "hace" en la escuela como una actividad experimental.

Una consecuencia de este enfoque epistemológico es la constatación de que la responsabilidad del éxito o fracaso de los aprendizajes no recae exclusivamente sobre el profesor. Por ello, en nuestra investigación el profesor no es analizado como mero gestor del conocimiento, sino como *fuente privilegiada de expresión y descripción* de la actividad experimental en las aulas de primaria.

Un profesor o maestro además del conocimiento de la materia y del conocimiento psicopedagógico desarrolla lo que Shulman (1987) llama el conocimiento didáctico del contenido, una amalgama entre pedagogía y materia, una esfera de conocimiento propia de los docentes que se obtiene con la práctica y a menudo es la menos codificada de todas. Este autor señala que es una tarea importante en la investigación didáctica, trabajar con los educadores para desarrollar estas representaciones codificadas.

En esta línea de investigación Mellado (1996) demuestra cómo a menudo no hay una relación directa entre las concepciones de los profesores sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y la práctica en el aula. Y cómo este conocimiento didáctico del contenido constituye una estructura única propia de los profesores con experiencia. En nuestra investigación buscamos la expresión de este conocimiento en torno a la actividad experimental en ciencias en las aulas.

En las siguientes secciones describimos el método de investigación, algunos resultados obtenidos y la discusión de los mismos.

3. MÉTODO

3.1. Instrumento y método de aplicación

Se elaboró un cuestionario basado en el modelo teórico de referencia, estructurado en cinco apartados:

1. Características del profesor.
2. Características de la actividad práctica que el profesor realiza.
3. Las actividades prácticas con relación a los alumnos.
4. Las actividades prácticas con relación a los “saberes”.
5. Las actividades prácticas con relación a la institución.

Según el tipo de respuesta solicitada, las cuestiones pueden ser clasificadas como

1. Cerradas, de respuesta múltiple (para las cuestiones de opinión se considera una escala Likert)
2. Abiertas, de respuesta breve (datos personales, describir alguna actividad)

Este cuestionario cumple una doble función descriptiva – prospectiva:

1. Descriptiva y de diagnóstico. Se deduce de la información que se puede obtener de la estadística descriptiva y de los contrastes de hipótesis.

2. Prospectiva y de control. La información obtenida permite determinar una entrevista semiguiada con una muestra reducida de profesores. De esta forma, aunque la elección de esta muestra sea intencional, el análisis clínico de estos sujetos determinará una descripción más detallada y extrapolable en gran medida a la población total.

El cuestionario ha sido remitido por correo postal o electrónico a los 217 centros de educación primaria de Navarra. Superando sobradamente, por lo tanto, el tanto por ciento mínimo exigible en un muestreo aleatorio simple, estratificado, sistemático, por conglomerados o mixto. Para evitar una tasa elevada de "no respuesta" (que usualmente supera el 90% en este tipo de encuestas) se ha realizado un seguimiento exhaustivo: visitas a los centros, contacto telefónico y electrónico, envío repetido de encuestas a diversos centros, etc., todo ello durante un periodo dilatado de más de medio año.

3.2. Resultados

Hemos recibido 133 encuestas, distribuidas en 79 centros de Primaria, esto es, aproximadamente el 39% de los colegios encuestados ha remitido al menos una encuesta. Este hecho asegura la calidad con relación al aspecto particular de la no respuesta (Sánchez, 2000).

Asimismo, puede aceptarse como hipótesis metodológica que el diseño de la encuesta (Martínez, 2004) no plantea problemas de selección (determinación del muestreo más adecuado) ni de estimación (selección de un estimador eficaz de los parámetros que cumpla condiciones de no-sesgo, consistencia y robustez) ni tampoco de control del error (del muestreo o ajenos al muestreo).

3.2.1. Características de la muestra

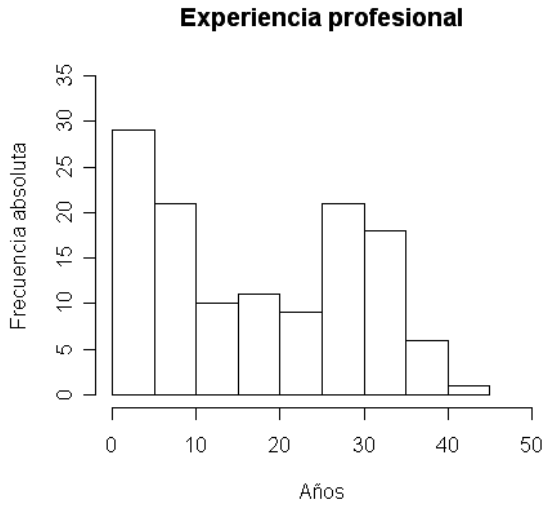
La edad media de los encuestados es 47,6 años. El 62,7% son mujeres y el 37,3% son hombres, distribución por sexos coherente con la población de referencia. Asimismo, por la naturaleza del centro, también se tiene una distribución coherente con la población de referencia: el 68,85% de los encuestados trabaja en centros de educación primaria públicos y el 31,15% en colegios concertados.

Por relación contractual, la distribución de la muestra es: funcionarios 63,12%, contratados fijos 22,13%, interinos 5,74% y contratados 9,02%; esto es, la gran mayoría de los encuestados tiene estabilidad laboral (85,25%).

La experiencia profesional media es 18,75 años, variando entre 0,25 años (docente contratado recién incorporado) y 42 años (docente contratado fijo), con una desviación típica de 12,35. Como se puede observar en la figura 1, se establecen cuatro grandes grupos: 1) el 39,68% con menos

de 10 años de docencia, 2) 23,81% con una experiencia de entre 10 y 25 años, 3) 30,95% entre 25 y 35 años y, por último, 4) 5,56% con una experiencia superior a 35 años.

Figura 1. Experiencia profesional de los docentes encuestados



3.2.2. Características de la actividad experimental con relación a los recursos materiales y temporales

El tiempo medio anual dedicado a la actividad experimental es 6,3 horas. Esta actividad se realiza principalmente en la propia aula sin habilitar un espacio específico (76,69%). Además, el 54,14% de los docentes realiza actividad experimental en algún espacio específico: laboratorios, rincón de la ciencia u ordenadores. De estos espacios, el más utilizado es el laboratorio (81,94%), seguido del rincón de la clase destinando a la ciencia y de salas de ordenador para, principalmente, visitar páginas Web educativas, que en ambos casos rondan el 20% (20,83% y 19,44%, respectivamente)[1].

La tabla 1 resume la frecuencia de uso de estos ambientes, indicando además el número de salidas culturales o excursiones relacionadas con la ciencia.

Tabla 1. Frecuencia temporal en % de uso de ambientes para actividad experimental

Frecuencia	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Laboratorio	3,39	10,17	36,44	0
Aula	3,39	38,14	44,92	0

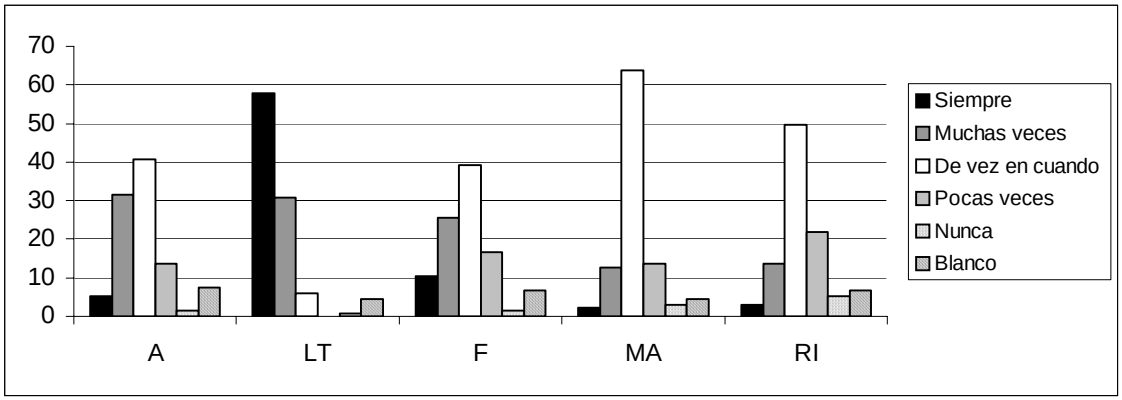
[1] Los grupos no son ajenos. Hay maestros que realizan actividad experimental tanto en el aula como en el laboratorio o en los ordenadores. El 18% de los docentes afirma utilizar el laboratorio y o bien la sala de ordenadores o bien reservar un espacio del aula para la actividad experimental (rincón de la ciencia).

Salidas escolares	0	11,29	74,19	3,23
Ordenadores[2]	11,86	30,51	30,51	0

La mayor parte de los docentes afirma ajustar las actividades propuestas a una única sesión de 50 minutos (79,51%), sin utilizar necesariamente toda la sesión en dicha actividad[3]. El 7,38% de los docentes realiza actividades más extensas, que abarcan más de una sesión. El resto (15,57%) especifica duraciones diversas, generalmente relacionadas con excursiones o visitas a museos o exposiciones de ciencia.

En la figura 2 se puede observar que el libro de texto (LT) es el material didáctico privilegiado: cerca del 60% de los maestros manifiestan que lo utilizan siempre en las clases y más del 30% muchas veces. Las respuestas respecto al uso de materiales audiovisuales (MA) y de recursos informáticos (RI) deben ser indicadoras de un uso esporádico, puesto que hay un refugio mayoritario en la respuesta intermedia (de vez en cuando) y las respuestas que indican poca frecuencia o en blanco son más numerosas que las que indican un uso frecuente. El mismo criterio nos permite afirmar que el uso de los recursos apuntes (A) y fichas (F) está extendido.

Figura 2. Materiales utilizados



El 82,07% de los libros utilizados son de las editoriales Santillana, Vives (Vicens-Vives y Edelvives), SM y Anaya, distribuidos, respectivamente, en: 32,84%; 17,16%; 17,16% y 14,93%.

Los criterios de selección de estos libros son principalmente dos: uno, de naturaleza epistemológica, por los conocimientos teóricos y por los ejercicios y problemas; otro, según criterios institucionales, por la calidad y abundancia de los dibujos y gráficos y por continuidad con la editorial utilizada en el ciclo.

[2] El uso de ordenadores no implica necesariamente actividad experimental. En la discusión volveremos sobre este aspecto

[3] En muchos casos se trata únicamente de la proposición de una observación y la discusión o debate posterior en común.

3.2.3. VALORACIÓN DE LOS MAESTROS DE LA PROPIA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

El grado de satisfacción de los maestros con la actividad experimental realizada es muy bajo: únicamente el 9% de los encuestados considera que la actividad experimental que realiza es adecuada para los contenidos que imparte. Las razones de esta insatisfacción generalizada quedan reflejadas en las respuestas a 11 cuestiones tipo Likert del apartado "actividades prácticas con relación a la institución".

Estas cuestiones son valoradas según la escala: totalmente de acuerdo (1), bastante de acuerdo (2), más o menos de acuerdo (3), escasamente de acuerdo (4), nada de acuerdo (5). El grado de aceptación de cada una de las opciones viene determinado por "el corrimiento" hacia el 1 o hacia el 5, índice que, en primera instancia, puede ser identificado con el promedio ponderado de las valoraciones. Este índice permite clasificar globalmente las respuestas en cuatro categorías:

- Categoría A. Corrimiento hacia el 1, con un índice en el intervalo (1, 2.5) y, por lo tanto, con acuerdo global de los maestros de la muestra.
- Categoría B. Corrimiento hacia el 1, con un índice en el intervalo (2.5, 3) y, por lo tanto, con tendencia hacia el acuerdo global de los maestros de la muestra.
- Categoría C. Corrimiento hacia el 5, con un índice en el intervalo (3, 3.5) y, por lo tanto, con tendencia hacia el desacuerdo global de los maestros de la muestra.
- Categoría D. Corrimiento hacia el 5, con un índice en el intervalo (3.5, 5) y, por lo tanto, con desacuerdo global de los maestros de la muestra.

A continuación damos las afirmaciones formuladas en el cuestionario, señalando al final (entre paréntesis) la categoría a la que pertenecen.

1. En general, falta tiempo para dedicar sesiones a aspectos experimentales (A).
2. Falta preparación del profesorado en los aspectos prácticos para desarrollar las actividades experimentales (B).
3. Faltan espacios idóneos para realizar experiencias (A).
4. Faltan materiales o equipos apropiados para llevar a cabo las experiencias (A).
5. Es imposible establecer un grupo flexible, con un número de niños adecuado, para realizar las actividades experimentales (B).

6. Los objetivos y temas del currículo no requieren actividades experimentales (D).
7. Los aspectos experimentales se pueden sustituir por otros recursos, como los informáticos (Internet), audiovisuales, … (D)
8. Existen problemas para establecer sistemas de evaluación cuando se realizan actividades experimentales (C).
9. El Proyecto de Centro no valora las actividades experimentales (C).
10. La Dirección de Educación no valora las actividades experimentales (B).
11. Los padres no valoran las actividades experimentales (C).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El 85% de los maestros encuestados son funcionarios o contratados fijos, además el 60% tienen más de 10 años de docencia. Se puede afirmar entonces que la muestra es representativa de maestros con estabilidad laboral y experiencia profesional. Para esta muestra, aceptamos que sus respuestas sean indicadoras de criterios independientes y estables sobre los ámbitos indagados, reflejo de su trabajo y de la concepción que tienen del mismo.

De 79 centros que hemos consultado, 45 directores 57% contestan que no disponen en el centro de Laboratorio y 33 (41%) responden que sí disponen del mismo. Por tanto podemos afirmar que la actividad experimental en la mitad de los centros docentes se reducirá forzosamente a situaciones que no precisen de un material excesivamente especializado.

Más de la mitad de los docentes no utiliza ningún ambiente específico para la realización de actividades experimentales y éstas, en la mayor parte de los casos se reducen a una única sesión. Por lo tanto, la actividad se reduce a experimentos ilustrativos del profesor o bien a actividades prácticas muy sencillas de los alumnos. Encontramos aquí una adaptación de los contenidos a las restricciones institucionales, más que la búsqueda de medios (materiales y temporales) que faciliten una construcción empírica de la ciencia escolar.

Hay una clara conciencia de una falta de recursos materiales (laboratorio, equipos, etc.) y sobre todo organizativos (tiempo para desarrollar las actividades), además de dificultades para organizar grupos flexibles de alumnos. Estas dificultades también pueden interpretarse como una forma de involucrar a otros agentes y a la institución escolar misma en el proceso educativo. En definitiva, la escasez de actividad experimental se

identifica por un lado, con una falta institucional y, por otro lado, con una deficiente formación científica y didáctica por parte de los maestros.

Efectivamente, los profesores reconocen que su propia preparación para enseñar actividades experimentales es insuficiente, e igualmente señalan que tienen dificultades para establecer criterios de evaluación de las mismas. Sin embargo, la mayoría de ellos reconoce que las actividades experimentales forman parte del currículo y que no pueden ser sustituidas convenientemente por otro tipo de actividades, ni siquiera las realizadas en entornos TIC. Finalmente, de las respuestas se deduce que un porcentaje importante no perciben que el Centro Escolar o el Departamento de Educación de la Comunidad apoyen de forma decidida estas actividades.

Se confirma la hipótesis de la "deserción" de la actividad experimental en la Educación Primaria. Una causa esencial es la desaparición del laboratorio, como ambiente privilegiado de trabajo; desaparición que en muchos centros tiene origen en la reforma educativa LOGSE y el éxodo de los maestros especialistas en ciencias del ciclo de superior de la antigua EGB al ciclo inicial de la ESO. A ello se han unido otros factores, como es la necesidad de nuevas aulas y espacios, que ha empujado a los centros a ocuparlos para estas nuevas necesidades.

Los docentes señalan las dificultades en equipamiento y organización temporal y con el alumnado para afrontar dichas actividades, pero también su falta de preparación profesional y de criterios para evaluarlas. Esta apreciación está en concordancia con estudios recientes en otros países europeos. Murphy, Neil y Beggs (2007) muestran que la falta de auto confianza y capacidad es la mayor dificultad que identifican los profesores de primaria en la enseñanza de las ciencias en el Reino Unido. El mismo estudio concluye que mejorar y elevar estos factores es el reto al que deben enfrentarse los estudios de formación del profesorado. Resultados semejantes se pueden encontrar en el trabajo de Mulholland y Wallace (2005) con relación a la importancia de fortalecer el contenido científico para los maestros generalistas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos Ayudas del Plan de Formación y de Investigación y Desarrollo (I+D) del Gobierno de Navarra (BON, 65/2006).

REFERENCIAS

BROUSSEAU, G. (1995): Didactique des sciences et formation des proffesseurs, Coloquio en Hô Chi Minh Ville.

CHEVALLARD, Y. (1999). El análisis de las prácticas docentes en la Teoría Antropológica de lo didáctico, *Recherches en Didactique des Mathématiques,* Vol 19, nº 2, pp 221-266

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias,* 12(3), 299–313.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analisys of research, theory and practice. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education. New Jersey*: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers Mahwah.

MALAFOSSE D. (2002). Pertinence des notions de cadre de rationalité et de registre sémiotique en didactique de la physique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(1), 31–76.

MARTÍNEZ, V. C. (2004). *Diseño de encuestas de opinión*. Madrid: RA-MA.

MELLADO, V. (1996). Profesores de Ciencias en formación de Primaria y Secundaria. Concepciones y práctica del aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302

MULHOLLAND, J.; WALLACE, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary*. Science.Journal of Research in Science Teaching* 42(7), 767–790.

MURPHY, C.; NEIL, P.; BEGGS, J. (2007) Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational Research* 49(4), 415–430.

SALAZAR, S.; WILHELMI, M. R. (2007). Modelización explícita del saber en didáctica de la física. Búsqueda de una situación fundamental para la segunda ley de Newton. *Enseñanza de las Ciencias* 25(2), 151–152.

SÁNCHEZ, J. J. (2000). *La bondad de la encuesta: el caso de la no respuesta*. Madrid: Alianza Editorial.

SHULMAN, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

WILHELMI M. R.; GODINO J. D.; BENCOMO D. (2004). *Criterios de idoneidad de un proceso de instrucción matemática. XVI Simposio Iberoamericano de Enseñanza de la Matemática*. Castellón, ESP: OEI, Universitat JAUME I de Castellón y Real Sociedad Matemática Española (RSME).

EL CONOCIMIENTO QUE PONE EN JUEGO UN PROFESOR DE FÍSICA CUANDO DISEÑA LA ENSEÑANZA DEL TEMA ELECTRODINÁMICA Y LA VINCULACIÓN CON SU FORMACIÓN

Roa, Magdalena[1]; Rocha, Adriana L.[2]; Islas, Stella M.[3]

[1,2,3]Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

[1,2]Facultad de Ingeniería. [3]Facultad de Ciencias Exactas.

[1,2]Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

[3]Núcleo de Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología.

Del Valle 3843 (7400) Olavarría. Bs. As. Argentina.

Telefax 54 2284 451055

mroa@fio.unicen.edu.ar, arocha@fio.unicen.edu.ar, sislas@exa.unicen.edu.ar

PALABRAS CLAVE: Formación de profesores; Conocimiento pedagógico del contenido; Electrodinámica

RESUMEN: Este trabajo forma parte de una tesis en la que se estudia el conocimiento puesto en juego por los profesores de Física cuando diseñan la enseñanza del tema Electrodinámica, y se lo vincula además, con su formación.

Se describe aquí, el análisis de uno de los casos estudiados. Se ha elegido por las particularidades que presenta en relación con la formación. Corresponde a una profesora con formación en una Institución de educación superior no universitaria, con veinticuatro años de experiencia en la enseñanza del tema en la escuela media y escasa formación continua.

ABSTRACT: This article is part of a thesis that analyze the knowledge that Physics teachers put into practice while designing a proposal for teaching Electrodynamics, and it is related with initial and continuous teacher training.

The analysis of one of the studied cases is described here. It has been chosen by the teacher´s training characteristics. She is a teacher that studied in a Tertiary Institution –not university. She has taught Electrodynamics in secondary level during twenty four years and she has scarce continues formation.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de una tesis de Maestría (Roa, 2008) que presenta un estudio de las características de algunos de los aspectos del conocimiento pedagógico del contenido (CPC) de profesores de Física, en

el tema Electrodinámica, realizado a partir del análisis de los diseños áulicos elaborados por dichos docentes.

Se siguió un diseño de casos múltiples, con cinco docentes de Física que poseen título de profesores y que enseñan Electrodinámica (circuitos eléctricos sencillos) en el Nivel Polimodal[1]. Este trabajo está centrado en la descripción de uno de los casos, elegido por las particularidades que presenta.

En la primera parte del artículo se dan características generales de la formación de los profesores de ciencias naturales en Argentina, de su conocimiento profesional y de la estructura de los diseños áulicos en el contexto de la Educación Polimodal. A continuación se justifica la elección del contenido físico y se detalla la metodología de la investigación. Por último se presentan los resultados para el caso analizado.

2. La formación del profesor

La formación inicial de los profesores de ciencias naturales en Argentina se realiza mayoritariamente en Institutos Superiores de Formación Docente no universitarios, y también en las Universidades.

En la etapa de formación inicial el futuro profesor de ciencias tiene que aprender conocimientos de ciencias, psicopedagógicos generales y de la didáctica de las ciencias. Algunas carreras, ya desde la formación inicial desarrollan espacios de reflexión sobre los mismos (Bertelle *et al.*, 2005). Al primer tipo de conocimiento Mellado (1996) lo denomina *componente estática* del conocimiento. Se trata de un conocimiento fundamentalmente de tipo proposicional que resulta necesario pero no suficiente para que el profesor aprenda a enseñar, a partir de la cual se desarrolla la *componente dinámica*.

Esta última componente tiene un *status* epistemológico diferente al de la académica ya que *"se genera y evoluciona a partir de los propios conocimientos, creencias y actitudes"* (*op. cit.*, pág. 298) del profesor. Se trata del conocimiento que requiere de la práctica de la enseñanza de la materia específica en contextos de clase concretos y de la reflexión personal del proceso de enseñanza, de modo que le permita al profesor modificar o reafirmar, transformar e integrar, los distintos conocimientos a enseñar. Esta "*componente dinámica es la más específicamente profesional, y la que distingue a los profesores expertos de los principiantes"* (*op. cit*., pág. 298), ya que con los años de enseñanza las

[1] Última etapa de la enseñanza secundaria en Argentina. Alumnos de entre 15 y 17 años de edad.

diferentes componentes del conocimiento se integran en una estructura única formando el propio *conocimiento didáctico del contenido*[2].

Es preciso aclarar que no se concibe al desarrollo profesional únicamente como resultado de la experiencia adquirida a lo largo de los años. No son sólo los años de ejercicio los que favorecen una mejor calidad de la enseñanza (de Pro, 1999). El conocimiento experiencial, constituye sólo una parte del conocimiento profesional. Si la docencia es entendida como una profesión, la capacitación o formación continua debe constituir una instancia obligada de actualización, científica y didáctica, de perfeccionamiento y de revisión de la propia práctica, incluso desde nuevos planteamientos teóricos que no habían sido considerados en la formación inicial (Roa *et al.*, 2007).

3. EL CONOCIMIENTO DEL PROFESOR DE CIENCIAS NATURALES

Se toman como referentes las líneas de investigación de Shulman (1986) y Mellado (1996). La primera porque se acuerda en que el conocimiento del profesor depende del contenido a enseñar. Y esto tiene relación con la línea de investigación de Mellado (1996), que destaca el proceso de cómo se genera dicho conocimiento, la vinculación con la formación y la experiencia a partir de la *componente dinámica del conocimiento*.

Shulman (1986) sostiene que la base para la enseñanza está en el desarrollo de las habilidades generales para enseñar y en el conocimiento del contenido. Conceptualiza la tarea de pensar la enseñanza como una transformación del conocimiento de la materia en una forma de conocimiento que sea fructífera para ser enseñada. En esa transformación se pone en juego el conocimiento del currículum, de cómo aprenden los estudiantes, de las intenciones de la educación, de las habilidades para enseñar en general y del contenido de la materia. A ese conocimiento lo denomina *conocimiento pedagógico del contenido.* Se manifiesta en las maneras de representar el contenido que al docente le resultan útiles: analogías; ejemplos; demostraciones y explicaciones que utiliza.

El profesor, en el momento de enseñar, transforma el objeto de conocimiento en contenido enseñable. En esta tarea identifica nuevos aspectos con relación a la materia en cuestión.

En particular, el profesor de Física al momento de planificar, enseñar y evaluar el tema Electrodinámica pone en juego su CPC, esto es, el conocimiento y las creencias acerca de:

- La naturaleza de la ciencia
- La estructura disciplinar y la del tema Electrodinámica

[2] Mellado (1996) toma como referente el conocimiento pedagógico del contenido, de Shulman (1986), y lo denomina conocimiento didáctico del contenido.

- Las concepciones alternativas de los estudiantes
- El diseño curricular con relación al contenido
- La concepción de evaluación

Algunas de estas componentes quedarían plasmadas en los distintos elementos del diseño: en la planificación anual, los trabajos prácticos y las evaluaciones.

4. Diseños áulicos

En Argentina los docentes tienen la responsabilidad de elaborar el diseño áulico, entendido en este trabajo como toda actividad de planificación orientada a un aula concreta, para un grupo particular de estudiantes. Se trata de la representación que el profesor construye para guiar u orientar su práctica, para determinado tiempo y lugar (Gvirtz y Palamidessi, 2004). Es una anticipación al desarrollo de la situación de enseñanza.

De las variables que se espera estén presentes en el diseño, para este trabajo resultan de interés:

- La selección y secuenciación de contenidos que el docente hace para el tema Electrodinámica
- Las tareas y actividades que propone realizar
- Los instrumentos y la finalidad con la que se evalúan los aprendizajes

Tal división resulta necesaria a los fines organizativos. Sin embargo todos los aspectos están íntimamente relacionados y la división se realiza a los fines del análisis.

5. El contenido: Electrodinámica

Se elige trabajar sobre el tema Electrodinámica, circuitos eléctricos sencillos, por tratarse de uno de los tópicos centrales en la enseñanza de la Física. Las ideas previas de los estudiantes sobre este tema, las prioridades formativas de los ciudadanos, las condiciones matemáticas de los contenidos que involucra y sus exigencias cognitivas hacen que los circuitos eléctricos constituyan el tema central de la Electrodinámica (de Pro, 2003). Además, es posible introducirlo en los distintos niveles del Sistema Educativo.

6. Metodología

Se les solicitó a los profesores la documentación relacionada con la actividad áulica para el desarrollo de este tema: planificación anual, trabajos prácticos y evaluaciones.

A partir del análisis de los datos surgidos de los documentos se extraen características del CPC de los profesores y se los vincula con su formación.

Se elaboran categorías[3] para todos aquellos aspectos de la dimensión didáctica que aportan datos acerca del conocimiento pedagógico del contenido que posee el docente.

Se definen categorías para la estructura de la planificación anual en relación al contenido, los criterios de selección y secuenciación de contenidos conceptuales y procedimentales, los criterios de selección y secuenciación de actividades, los instrumentos y la finalidad de la evaluación. Los datos referidos a estas dimensiones se describen cualitativamente.

También se construyen categorías para los conceptos, los contenidos conceptuales a nivel micro y macroscópico, los contenidos procedimentales y los tipos de actividades. Estos datos extraídos de los documentos se vuelcan en tablas. Se registra la presencia de cada categoría en la planificación anual, con una cruz, y en el trabajo práctico y la evaluación por medio de frecuencias relativas porcentuales.

Se construye una única tabla con el total de subcategorías, todas excluyentes entre sí. Resultan ser 70: 7 de contenidos procedimentales; 8 de contenidos conceptuales a nivel microscópico; 14 de conceptos; 16 de actividades; y 25 de contenidos conceptuales a nivel macroscópico.

Cada valor de frecuencia relativa porcentual de las tablas se transforma en otra, estandarizada, de modo que, cada porcentaje se multiplica por un factor que depende del “peso” relativo que tenga respecto del total, según la categoría a la que pertenezca.

Con la intención de tener una mirada más general de los datos se procede a transformarlos hacia una presentación más simplificada de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Si en las celdas aparece la frecuencia[4] cero se deja el número 0
- Si la frecuencia de aparición es muy baja, menor o igual al 1%, se coloca 1
- Si la frecuencia es media, mayor al 1% y menor o igual al 7%, se coloca 2
- Si la frecuencia es alta, mayor al 7%, se coloca 3

Es de acuerdo al conocimiento que se tiene de los datos en bruto, que una vez analizadas las frecuencias que aparecen en las columnas

[3] En adelante se las menciona con itálica.
[4] Se trata de las frecuencias estandarizadas.

correspondientes a los trabajos prácticos y evaluaciones, se establecieron los porcentajes que conforman los límites de los intervalos.

7. Resultados

Este artículo está dedicado a uno de los cinco casos analizados porque los resultados obtenidos para el mismo difieren notablemente de los demás.

Mariana[5] es graduada en el año 1981 en una Institución de educación superior no universitaria. Hace 24 años que enseña este tema en la escuela media. Ha realizado sólo un curso que contribuye a su formación profesional en Física.

Entre los documentos analizados para este caso se encuentran: la planificación anual (PA), un trabajo práctico (TP) y la evaluación del bloque de contenidos (EBC).

La PA tiene una estructura que responde a una propuesta alternativa a la de los libros de texto universitarios que desarrollan estos temas: *Magnetismo, Corriente eléctrica* y *Electromagnetismo*.

No se ha podido reconocer el criterio por el que selecciona a los contenidos conceptuales, y se infiere que la secuenciación de los mismos es alternativa a la propuesta disciplinar: el Magnetismo es tratado antes que la Electrostática y la corriente eléctrica.

En la PA (Tabla 1) se identifican los conceptos más amplios y de un modo semejante se registran en el TP y la EBC.

[5] El nombre no se corresponde con el real.

CONCEPTOS		PA	TP	EBC
DIFERENCIA DE POTENCIAL		*	2	2
	aceleración		0	0
	campo eléctrico		0	0
	fuerza		0	0
	carga libre		0	0
ENERGÍA		*	2	2
FLUJO CARGA ELÉCTRICA		*	1	2
	campo eléctrico		0	0
	intensidad corriente	*	2	2
	carga libre		0	0
	tiempo		0	0
	velocidad electrones	*	0	0
RESISTENCIA		*	2	2
	resistividad / dimensiones		1	1

Tabla 1

A excepción de la *intensidad de corriente*, no se encuentran referencias a los vinculados con la *diferencia de potencial* y el *flujo de carga eléctrica.*

Se evidencia coherencia entre los conceptos incluidos en el TP y los de la EBC, así como también en la relevancia otorgada. Esto último a excepción del de *flujo de carga eléctrica*, que se registra con mayor nivel de importancia en la EBC que en el TP.

Sólo se encuentran referencias en la PA a algunos de los contenidos de *corriente continua* y *alterna* e *intensidad de corriente*, que involucran el tratamiento de la corriente eléctrica a nivel microscópico.

Los contenidos que comprenden un tratamiento de la corriente eléctrica a nivel macroscópico presentes en la PA, son muchos y variados, aunque esto no se refleja en el TP y la EBC (Tabla 2).

En el TP el tema central es la *asociación de resistencias*. También aparecen otros con algo menos de relevancia: todos los relacionados con la *ley de Ohm*, la *potencia y la energía*, y algunos vinculados con el de *circuito de los hogares*. Con mucha menos importancia, la *potencia y energía potencial eléctrica de la fuente*, vinculados a las *componentes de un circuito*.

Son varios los contenidos que no se detectan en el TP: *instrumentos de medición*, *aplicaciones técnicas*, *efectos de la corriente eléctrica* y los otros vinculados con las *componentes del circuito*.

Ha de tenerse en cuenta que en la EBC se identifica la presencia de varios contenidos que no habían sido considerados en el TP. Otro punto a señalar es que a pesar de que en la PA se enumeran cada uno de los *efectos*, no se los reconoce en el TP y la EBC.

CONTENIDOS CONCEPTUALES				PA	TP	EBC
CORRIENTE ELÉCTRICA A NIVEL MACROSCÓPICO	Circuito eléctrico: CE	Componentes de un circuito eléctrico			0	1
			Fuente	*	0	0
			Potencia / Energía potencial eléctrica		1	0
			Conductor		0	0
			Resistencia	*	0	0
			Resistencia constante / variable		0	1
			Circuito serie / paralelo / combinado	*	0	1
		Ley de Ohm		*	2	3
			Resistividad / dimensiones		2	2
			Circuito serie / paralelo / combinado	*	3	2
			Resistencia equivalente		2	2
			Potencia / Energía eléctrica		2	0
		Potencia / Energía eléctrica		*	2	2
		Instrumentos de medición		*	0	2
		Aplicaciones técnicas			0	1
		CE en los hogares	Dispositivos de seguridad	*	2	2
			Circuito combinado		0	1
			Circuito corriente alterna		0	0
			Potencia / Energía eléctrica		2	1
	Efectos de la corriente eléctrica				0	0
		Efecto térmico		*	0	0
		Efecto magnético - mecánico		*	0	0
		Efecto químico		*	0	0
		Efecto lumínico		*	0	0
		Efecto fisiológico		*	0	0

Tabla 2

En el TP se detecta en una amplia mayoría (3)[6] el contenido procedimental de *resolución de problemas*. También aparece, con menor nivel de importancia (2), el de *estrategias de razonamiento* y con mucho menos (1), el de *construcción de esquemas y gráficas*. Los demás no se registran.

En la EBC se incluyen contenidos variados y con una relevancia más equilibrada que para el TP. Resulta notorio que aparecen con una frecuencia significativa contenidos como *destrezas de comunicación* (2), que no habían sido incluidos en el TP. Lo mismo ocurre con *estrategias de argumentación*, aunque a éste se le otorga mucho menos importancia (1) que al anterior. El de *construcción de esquemas y gráficas* no se registra, en tanto que el de *resolución de problemas* tiene relevancia (2) comparable a los otros y menor que la otorgada en el TP. También aparece el de *estrategias de razonamiento* con importancia significativa (2).

El hecho de que aparezcan en la evaluación contenidos no incluidos en el práctico, no estaría indicando que no hayan sido tratados, sino sólo que no forman parte del diseño ya que no se cuenta con información respecto de lo que transcurre en el aula.

Los contenidos procedimentales de *destrezas manuales* y *estrategias de investigación*, relacionados con las actividades experimentales, no se reconocen presentes en los documentos.

En el TP se detecta la presencia de actividades del tipo *preguntas que involucran elementos matemáticos*, en todas sus variantes (abstractas y en contexto, con y sin interpretación del resultado). También, *de traducción de un lenguaje a otro* (entre lenguaje verbal y gráfico, y entre verbal y algebraico), y de *aplicación de contenidos*, todas con importancia similar (2).

Sin embargo, en la EBC una amplia mayoría (3) corresponde al tipo *preguntas de retención de contenidos* que no se registra en el TP. En menor cantidad, pero equivalentes entre sí (2), se detectan *preguntas de aplicación de contenidos* y *problemas que involucran elementos matemáticos a los fines del cálculo, abstractas y en contexto.* Con mucho menos importancia que en el TP también se encuentran actividades de *traducción de lenguajes*.

No se reconocen en los documentos las actividades de *laboratorio* y *trabajo con textos*.

[6] Corresponde al valor de la celda asignado según se detalló anteriormente. En este caso para frecuencias altas (mayores al 7%).

El *criterio de selección de actividades responde al de un libro de texto* y no puede inferirse el criterio mediante el cual se secuencian las actividades al interior del TP.

Se cuenta sólo con la evaluación del bloque de contenidos que resulta ser de *lápiz y papel* de tipo *sumativa.* No se pueden extraer datos en este sentido de la PA.

8. Discusión de resultados

Del análisis de la documentación analizada surge:

- Se estructuran los temas de Electrodinámica de un modo alternativo al tradicional
- Se incluyen en la EBC muchos y variados contenidos
- No aparecen contenidos que involucren un tratamiento de la corriente eléctrica a nivel microscópico
- Hay muchos conceptos centrales para el desarrollo de este tema, que se hallan ausentes
- Se hace énfasis en actividades del tipo de resolución de problemas y preguntas que involucran elementos matemáticos
- Se incluye un único TP para el desarrollo del tema, el cual proviene de un cuadernillo de ingreso a una Universidad

Los dos primeros aspectos listados estarían mostrando algún tipo de reflexión sobre la estructuración de la asignatura en lo que respecta al contenido, y la profundidad con la que se lo aborda en la enseñanza. Sin embargo, los restantes aspectos resultan coincidentes con los que surgen del análisis de la enseñanza del tema de profesores novatos que conforman los otros casos analizados.

Estas últimas son las particularidades interesantes que, tal como se anticipó, justifican la elección de este caso estudiado.

Tal vez la explicación de estas incongruencias podría estar dada porque si bien Mariana ha enseñado el tema en la escuela media los últimos 24 años, su formación continua es casi ausente.

A partir del estudio de este caso se podría afirmar que el ejercicio de la práctica sin una formación continua sistemática que sustente la reflexión, no es suficiente para hacer evolucionar la componente dinámica del conocimiento y por lo tanto, para integrar y poner en práctica el CPC en relación con la enseñanza de cierto contenido.

El caso de esta docente es atractivo para continuar analizándolo porque en este trabajo se han podido describir las características de su formación y su CPC, pero sólo algunas inferencias de la vinculación entre ambas.

Una posibilidad en tal sentido sería realizarle una entrevista para profundizar en aquellas dimensiones de análisis que resulten de interés.

9. Agradecimientos

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto (A/011181/07) *Relación entre investigación educativa, práctica docente y dificultades de aprendizaje. Planificación e implementación de secuencias de actividades para la enseñanza de ciencias y matemática*

10. Bibliografía

Bertelle, A.; Castro, M.; García, S. y Rocha, A. (2005) Aportes a la discusión acerca de la formación de docentes en ciencias. *Perspectivas sobre el aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas. Estudios en honor del profesor Eugenio García-Rodeja Fernández.* Servicio de publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela. España.

Givrtz, S. y Palamidessi, M. (2004) *El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza.* Buenos Aires: Aique.

Mellado J., 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.

de Pro, A. (2003) La enseñanza y el aprendizaje de la Física. En *Enseñar ciencias.* Capítulo 8. Jiménez Alexandre, M. P. (coord.); Caamaño, A.; Oñorbe, A.; Pedrinaci, E. y de Pro, A. España: GRAÓ.

de Pro, A. (1999) Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), 411 - 429.

Roa, M. (2008) Memoria de Tesis: *El conocimiento puesto en juego por los profesores de Física cuando diseñan la enseñanza del tema Electrodinámica, y la vinculación con su formación.* En etapa de evaluación.

Roa, M.; Rocha, A. e Islas, S. (2007) Del conocimiento profesional docente al conocimiento pedagógico del contenido. Memorias XV *Reunión Nacional de Educación en Física*. REF 15.

Shulman, L. (1986) Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher.* 15 (2), 4 - 14.

CONTEXTO HISTÓRICO DE LA PRIMERA LEY DE LA DINÁMICA

Fernández Durán, E.*, Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. ****

***Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada. e-mail: efedu@ugr.es**

****Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. e-mail: ejimenez@um.es , isolano@um.es**

PALABRAS CLAVE: Primera ley de Newton, primera ley de la dinámica, movimiento, estados de traslación.

RESUMEN: La presente comunicación es continuación de otras dos anteriores presentadas en el 11º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física y en los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. En ambas, el objetivo primordial es la delimitación de la Primera Ley del Movimiento, porque dicha ley es la puerta a todas las magnitudes de la física. En ésta, se hace hincapié en las condiciones históricas y conceptuales del enunciado newtoniano, destacando cuál es la contribución newtoniana frente al resto de contribuciones que le anteceden y le suceden, que le son inadecuadamente adjudicadas. Se insiste en los tópicos del animismo y de los cambios de estado tratados en los trabajos anteriores y se incluye una aclaración sobre la parcialidad descriptiva del enunciado conocido como Primera Ley cuyo complemento es la cantidad de movimiento. En las conclusiones se resaltan la importancia de cuestiones tales como la necesidad de realizar un reconocimiento explícito de los estados de traslación, para programar una enseñanza acorde con el progreso mental del alumno y, de ahí, su relevancia de cara a la formación del profesorado.

KEYWORDS: Newton's first law, dynamics' first law, motion, translation states.

SUMMARY: This paper is a continuation of two previous ones that were submited to 11º Encuentro Ibérico para la enseñanza de la Física and to XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. In both of them, the essential objective was to delimit the motion's first law, because this one is the door to the magnitudes of the Physics. In this paper, we insist on both, the historical and conceptual conditions of the newtonian statement, we emphasize what is the newtonian contribution as contrasted with all the previous and following ones, that are atributed to him. We insist on the subjects of the animism and the changes of state that were treated in previous papers. Furthermore, we included a clarification on the descriptive partiality of the newtonian statement that is known as the Newton's First Law and whose complement is the lineal momentum. Questions such as the need of make a explicit recognition of

the translation states, are emphasized in the conclusions because that is fundamental in order to programme a teaching in agreement with the student's mental progress. That explains its relevancy in relation to the physics teacher education.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza generalizada ha puesto de manifiesto las dificultades que tienen los discentes para alcanzar los contenidos correspondientes a las magnitudes físicas (Carmichael y otros, 1990; Confrey, 1990; Hierrezuelo y Montero, 1989). Como la Estática ha sido eliminada en la enseñanza generalizada, las dificultades se inician con los contenidos de las magnitudes cinemáticas y dinámicas. Estas dificultades se han atribuido a distintas variables del proceso de enseñanza hasta convertirse en objetivos de investigación. La mayoría de estas investigaciones se han centrado en las "concepciones de los discentes", un tanto por ciento bastante menor se ha centrado en la metodología de la enseñanza y el resto son esporádicas en algunas de las restantes variables del proceso de enseñanza (Chin-Chung 2005). Sin embargo, hay variables de este proceso que no han sido, básicamente, objetivo de investigación, como son las características específicas de las magnitudes físicas.

La presente comunicación es continuación de otras dos presentadas en el IX Encuentro Ibérico para la enseñanza de la Física, celebrado en Sevilla, en septiembre de 2001 (Fernández Durán, Jiménez Gómez y Solano Martínez, 2001) y en los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, celebrados en La Laguna en septiembre de 2002 (Fernández Durán, Jiménez Gómez y Solano Martínez, 2002). En ambas, el objetivo primordial es la delimitación de la Primera Ley del Movimiento, porque dicha ley es la puerta a todas las magnitudes de la física.

En el primero de estos trabajos, titulado "Nueva Consideración del contenido de la Primera Ley de Newton", se destacaba la diferencia entre la estructura conceptual de la misma y la de los discentes. Esta dificultad, atribuida usualmente a los discentes, es consecuencia de la falta de adecuación, tanto extrínseca como intrínseca, de los textos, los docentes y los modelos, con los discentes, sus necesidades personales y sociales, y su evolución mental anclada aún en lo contrastable.

En el segundo trabajo, titulado "La Primera Ley de la Dinámica" se establece una delimitación más rigurosa de la Primera Ley del Movimiento, a partir de los enunciados de la Primera Ley de Newton de los libros de texto universitarios más usuales. Se propone un enunciado de la Primera Ley de la Dinámica, analizando los logros y carencias del enunciado de Newton, y concluye con indicaciones para su enseñanza.

Con posterioridad a estos trabajos, Galili y Tseitlin (2003) publican un trabajo sobre la Primera Ley de Newton. En dicho trabajo, lejos de clarificar lo que debe ser el enunciado de la misma, introducen nuevos elementos discursivos, lingüísticos y lógicos, que complican lo que debe ser su contenido.

La presente comunicación, en la línea del objetivo primordial antes expuesto, la delimitación de la Primera Ley del Movimiento, se limita a desbrozar e insistir, en algunas de las propiedades asignadas al enunciado de Newton. La consecución del anterior objetivo resulta básica y fundamental para establecer los contenidos concretos de enseñanza, la delimitación de cada uno de ellos y el conjunto estructural en el que se integran.

2. NEWTON EN EL CONTEXTO HISTÓRICO DEL DESARROLLO DE LA MECÁNICA CLÁSICA

Es creencia general, que “las conocidas como Leyes de Newton” son el fundamento de la física clásica (Galili y Tseitlin, 2003); pero sólo son los axiomas utilizados en los modelos de la enseñanza. Por otro lado, lo que se exige en la enseñanza de prácticas, problemas y cuestiones, es el conjunto de las magnitudes de la dinámica y la mayor aportación a este conjunto la hizo Euler con las magnitudes fuerza dinámica, momento angular, momento de la fuerza, impulso lineal, impulso angular, tensor de inercia, etc. mientras que la aportación de Newton se redujo a la cantidad de movimiento. La física clásica es el paradigma físico generado por la cultura occidental entre los siglos XI y XVIII (Duhem, 1989), en el que Newton sólo fue el eslabón geométrico que integró los estados de traslación con los cambios regulares y permitió el paso desde el rigor filosófico de los escolásticos a la efervescencia métrica de los analistas matemáticos.

A Newton se le adjudican logros de los que le precedieron y de los que le sucedieron, que son la mayoría de los integrados en el paradigma antes mencionado. Esto, además de ser una injusticia histórica para los que le precedieron y sucedieron, permite que tal paradigma se aparte cada vez más de lo que debe ser la ciencia física, pues ignora logros sobre la información de lo que existe, que son básicos para su evolución.

Otra opinión general es que la aportación de Newton constituyó una ruptura con los dogmas de la física medieval (Galili y Tseitlin, 2003), cuando el propio Newton, en su obra “Principios matemáticos de la Filosofía Natural, en el Escolio que sigue al Corolario VI dentro del capítulo dedicado a “Axiomas o Leyes del Movimiento” (Newton, 1987, pág. 145) afirma todo lo contrario:

“Hasta ahora he ofrecido los principios aceptados por los matemáticos y confirmados por muy amplia experiencia. Por las dos leyes primeras y los dos Corolarios primeros, Galileo descubrió que la caída de los graves ocurre según la razón cuadrada del tiempo y que el movimiento de los proyectiles ocurre en parábola, de acuerdo con la experiencia, a no ser…”.

Lo que demuestra que los Axiomas o Leyes del Movimiento que aparecen en los Principia, no son de Newton, sino del movimiento y que él no las estableció. Los enunciados newtonianos de las leyes del movimiento sólo son la base necesaria para el desarrollo de su paradigma geométrico; pero son animistas, carecen de todo el rigor logrado por sus predecesores y mezcla los estados de traslación con sus cambios.

Se dice que los “Principios matemáticos de la filosofía natural” tras su publicación en 1687, se convirtieron inmediatamente en un clásico (Galili y Tseitlin, 2003), o que es “el trabajo científico más grande jamás producido por el intelecto humano” (Jeans, 1947, citado por Galili y Tseitlin, 2003), sin embargo, durante más de 60 años no hubo aporte alguno en las identidades intrínsecas iniciadas por él ni sus desarrollos geométricos tuvieron continuidad. Todas las alabanzas del Principia surgen de una efervescente emotividad; pero ninguna muestra signo alguno de que sus autores lo hayan leído y mucho menos que hayan comprendido algo de lo que en dicho texto se expone.

Newton no estableció mecánica alguna y sólo elaboró la composición geométrica de movimientos con interacciones constantes. Fueron los escolásticos, como el propio Newton reconoce en su obra (Newton, 1987), los que establecieron las bases de la mecánica; pero éstas sucumbieron bajo las falacias de los divulgadores y de los matemáticos.

La aportación de Newton al estudio del movimiento constituye la etapa obligada que culmina la métrica de la geometría plana del movimiento y da paso a la identidad del movimiento que integra la inercia. Desafortunadamente, la sustitución newtoniana de la inercia por la masa propició que las posteriores evoluciones conceptuales quedaran supeditadas a las metodologías, procedimientos y técnicas de los cálculos matemáticos.

La nueva identidad del movimiento, que permite la métrica de las traslaciones puras y no sólo la de los estados de traslación, no la estableció Newton con sus enunciados y definiciones; sino que aparece en los trabajos de Euler, los Bernouilli, etc. La definición de la cantidad de movimiento que aparece en el Principia fue la única contribución de Newton a la nueva identidad, lo que pone de manifiesto que dicha contribución quedó restringida a los estados de traslación y fue parcial. A

pesar de lo cual se le sigue adjudicando a Newton la autoría de todas las magnitudes que dan identidad a las traslaciones puras.

La identidad total del movimiento fue establecida por Euler y posee carácter diferencial y tridimensional, lo que era inimaginable por Newton, que sólo compuso la orientación bidimensional gracias a la metodología geométrica que empleó; pero sin que aparezca en la misma la más ligera identidad de la información física.

Las definiciones de Newton de fuerza ínsita, fuerza de inercia, etc. no sólo no delimitan la diferencia entre inercia y masa; sino que originan nuevas confusiones sobre ambas y sobre la conceptuación de fuerza. Esto permitió que en la evolución posterior a Newton proliferaran numerosas técnicas matemáticas, que se justificaban en el incomprendido Principia, pero que ignoraban la mayoría de los logros escolásticos y las limitaciones de la "geometría del movimiento". En estos progresos matemáticos se tomó como definitiva la sustitución de la inercia por la masa, se favoreció la elaboración de entes lógicos matemáticos opuestos a la información física, como son las masas puntuales eulerianas y se permitió la generalización incorrecta de las magnitudes que dan identidad al movimiento de los cuerpos con figura y tamaño constantes, a todos los movimientos, como son los de los cuerpos deformables, los de los líquidos y los de los sistemas de partículas, que incluyen los gases.

Con la aceptación general de la teoría de la Relatividad, algunos llegaron a afirmar que los días del paradigma de la Física Clásica estaban contados. Para muchos, tal afirmación suponía la eliminación de dicho paradigma y de sus fundamentos. Es cierto, que muchos de los fundamentos de tal paradigma son simples convenios matemáticos y como tales, podrán ser sustituidos por los nuevos convenios matemáticos que se integran en los paradigmas actuales, porque éstos están más acordes con las regularidades geométricas y de duración, que rigen el existir (lo que no fue, después fue, es o será, y ya no es o dejará de ser). Pero también es cierto que los fundamentos basados en la información física de lo que existe no podrán ser sustituidos y persistirán mientras se pretenda comprender para dar identidad a lo que existe.

3. Principales Complementos Innecesarios que suelen incluirse en los Enunciados de La Primera Ley del Movimiento

3.1. Animismo

El primer complemento innecesario y perturbador que suele introducirse en los enunciados es producto del animismo. En la evolución mental hay una etapa en la que se da identidad al movimiento por primera vez. Esta identidad de movimiento es distinta de su noción animal, de su noción mental y de todas las ideas de movimiento asociadas a seres vivos

concretos; pero persiste asociada a los seres vivos, porque los elementos de la estructura mental correspondiente son las identidades de los cuerpos. Hay que tomar en consideración que estos cuerpos son las porciones de materia cuya interacción interna les proporciones individualidad frente a las interacciones externas ambientales. Disociar la identidad del movimiento de las de los seres vivos es un proceso de evolución mental difícil, pero disociarla de los cuerpos es un proceso más difícil aún. Lo usual es que se subordine la identidad del movimiento a la identidad del cuerpo, como ocurre en el enunciado del Principia de Newton: "Todo cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento recto y regular, a menos que sea obligado a cambiar dicho estado por fuerzas aplicadas sobre él mismo". Como se puede observar al cuerpo se le conceden las facultades animistas de permanecer y ser obligado. También se le concede la facultad de poseer "su estado…"

El movimiento posee una identidad que se superpone a la de los cuerpos. Lo que persiste o persevera, es el propio movimiento. Si el movimiento no fuese independiente de los cuerpos no podría pasar de unos a otros y cada cuerpo tendría, desde el instante de su generación, una cierta clase y valor de movimiento, que persistiría mientras tal cuerpo conservase su identidad y no se aniquilase. Los seres vivos pueden generar movimiento en los cuerpos y en ellos mismos, pero simultáneamente generan otros movimientos que sumados a los anteriores dan un valor nulo.

La información del movimiento, como la del calor y la del color, viene superpuesta a la información de los cuerpos, aunque no son propiedades intrínsecas de ellos. Por ello, las cantidades de movimiento, de calor y de color, que en un instante dado poseen los cuerpos pueden variar. Si fuesen propiedades intrínsecas, su valor nunca cambiaría.

Este carácter animista está presente en la mayoría de los enunciados de la Primera Ley ya sea de la Dinámica o del movimiento. El enunciado del Principia es animista, pues al afirmar que el cuerpo persevera, está considerando que el cuerpo tiene capacidad para perseverar y por lo tanto también la tendrá para cambiar el movimiento, lo que no es acorde con la identidad de los cuerpos.

3.2. Referencia a los Cambios de Estado de Traslación

Otro complemento innecesario y perturbador es hacer referencia en esta Primera Ley a los cambios de estado de traslación. En el propio enunciado de Newton, la identidad de los estados de traslación (estado de reposo o de movimiento recto y regular) se mezcla con los cambios de estado de traslación: "a menos que sea obligado a cambiar dicho estado por fuerzas aplicadas sobre él mismo". Para establecer la completa delimitación, identidad o individualidad de los estados de traslación, sólo se debe

establecer que el cuerpo móvil está aislado. Hacer referencia a los cambios de estado de traslación y a sus obscuras causas, las fuerzas, no ayuda a completar la individualidad de los estados de traslación; sino que los confunde y tergiversa.

3.3. Las Identidades en la Primera Ley de la Dinámica

El enunciado de la Primera Ley de la Dinámica reconoce los Estados de Traslación; pero esta identidad sólo es extrínseca. Es la simple, pero necesaria, delimitación entre los estados de traslación y el resto de los movimientos.

Para poder dar valor o determinar los distintos estados de traslación de los cuerpos móviles se necesita darles identidad intrínseca.

La identidad intrínseca de los estados de traslación se da con tres propiedades que tienen valor métrico o magnitudes físicas, que son, la velocidad, la velocidad areolar y el potencial dinámico: Todo cuerpo en estado de traslación conserva constantes la velocidad, la velocidad areolar y el potencial dinámico. Estas tres magnitudes determinan de manera unívoca los estados de traslación, es decir, le dan identidad o individualidad, por lo que se distinguen de manera indubitable entre ellos y de todo cualquier otro movimiento. Los escolásticos utilizaron parte de esta identidad intrínseca de los estados de traslación con la denominación de “geometría del movimiento”, que se limitaba a comparaciones simultáneas de estados de traslación y de los cambios regulares entre estados de traslación. Para ellos, un cuerpo móvil en estado de traslación era doble, triple, etc. veloz que otro, si aquél recorría una distancia doble, triple, etc. en la misma duración; pero la falta de tecnología para medir duraciones les impidió las comparaciones en duraciones iguales no simultáneas. Desde principios del siglo XVII, la evolución conceptual de la duración, apoyada en el desarrollo de la técnica para medirla, permitió conceptuar la comparación de estados de traslación sin que éstos tuviesen que ser simultáneos. El siguiente paso fue establecer como referente de los estados de traslación la unidad de duración. Con este referente los valores métricos de la regularidad adquirieron carácter unívoco, sustantivándose el adjetivo veloz como velocidad.

Esta identidad intrínseca sólo hace referencia a la geometría de los estados de traslación, que fue en parte conocida por los escolásticos. A Newton corresponde pasar de esta identidad al inicio de la identidad completa de los estados de traslación con su definición de “Cantidad de Movimiento”.

4. Conclusiones

1) El presente trabajo pone de manifiesto algunas de las circunstancias históricas de las que se acostumbra a rodear el texto de Newton y que no

son ciertas. Esto no favorece su enseñanza, al contrario, crea una falsa expectativa de lo que debe considerarse Ciencia.

2) Igualmente, se destacan algunos aspectos positivos del enunciado newtoniano y otros negativos como son el animismo, la falta de rigor, etc. Pensamos que esto puede ayudar a programar su enseñanza más acorde con el progreso mental de los discentes y de ahí su relevancia de cara a la formación del profesorado.

3) Se establece que el enunciado newtoniano de la Primera Ley sólo es descriptivo y que el complemento es precisamente su definición de "Cantidad de Movimiento". Conviene observar que la enseñanza insiste en el enunciado descriptivo pero la exigencia del aprendizaje se basa en la utilización de la magnitud "Cantidad de Movimiento".

4) Se recomienda utilizar enunciados de la Primera Ley que no sean animistas, que no introduzcan cambios de estado y que sean una puerta abierta a la identidad intrínseca o la incluyan.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la DGICYT como parte del proyecto SEJ2006-15309 del Programa de Promoción General del Conocimiento.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARMICHAEL, P. y OTROS (1990). *Research on students' conceptions in science: a bibliography.* Chidren's learning in Science: University of Leeds.

CHIN-CHUNG, T. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education,* 27(1), pp. 3-14.

CONFREY, J. (1990). *A Review of the Research on Student Conceptions in Mathematics, Science and Programming*, pp. 3-56, en Cazden, C. (eds.). American Education Research Association. Michigan State University. Review of Educational Research.

DUHEM, P. (1989). *Le Système du Monde. Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon à Copernic.* París : Hermann, éditeurs de sciences et des arts.

FERNÁNDEZ DURÁN, E., JIMÉNEZ GÓMEZ, E. y SOLANO MARTÍNEZ, I. (2001). Nueva consideración del contenido de la Primera Ley de Newton, en Franco, V. y otros (eds.). *XXVIII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física y 11º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física. Resúmenes de las Comunicaciones. Volumen II* (pp. 307-308). Sevilla: Real Sociedad Española de Física.

FERNÁNDEZ DURÁN, E., JIMÉNEZ GÓMEZ, E. y SOLANO MARTÍNEZ, I. (2002). La primera Ley de la Dinámica, en Elórtegui, N. y otros (eds.). *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Relación Secundaria Universidad*, pp. 615-623. La Laguna: Universidad de La Laguna.

GALILI, I. y TSEITLIN, M. (2003). Newton's First Law: Text, Translations, Interpretations and Physics Education. *Science & Education,* 12(1), pp.45-73.

HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1989). *La ciencia de los alumnos.* Barcelona: Laia/MEC.

NEWTON, I. (1987). *Principios matemáticos de la Filosofía Natural.I. Introducción y libro I.* Madrid, Alianza Editorial.

PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE MAGISTERIO DURANTE EL PRÁCTICUM SOBRE LAS CLASES REALES DE CIENCIAS DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

Teresa Escobar Benavides Y José Eduardo Vílchez López

PALABRAS CLAVE: Recursos didácticos, Educación Primaria, Metodologías didácticas, Prácticum de magisterio.

RESUMEN: Este trabajo forma parte de una investigación consistente en emplear la percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum, para estudiar las clases reales de ciencias en la etapa de primaria. En esta fase del proyecto nos centramos en el uso de determinados recursos materiales, así como sobre metodologías didácticas y organización del aprendizaje. Los resultados presentados completan otros obtenidos previamente sobre el uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a granjas-escuela o centros de naturaleza.

TITLE: Primary school teacher trainees' perceptions about real science classes in primary education during practice teaching.

KEYWORDS: Didactic resources; Didactic methodologies; Primary education; Practice teaching.

ABSTRACT: This work is part of a research study consisting of using primary teacher trainees' perceptions during practice teaching in order to analyse the type of real science classes in primary education. In this phase of the project we focus on particular resources, together with didactic methodologies and learning organization. The results presented complete others previously obtained on the use of laboratory, school garden and visits to farm schools or nature centres.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El importante desarrollo de la didáctica de las ciencias como disciplina académica en las últimas décadas, está suscitando cierta preocupación por un distanciamiento progresivo entre la investigación, y la práctica profesional en el aula (Oliva, 2005; Oñorbe, 2005). Tanto es así, que puede decirse que la conexión entre la investigación y la acción, constituye un auténtico reto para la enseñanza de las ciencias (Unidad de Didáctica de las Ciencias-UAB, 2002).

Uno de los avances importantes de la investigación en didáctica de las ciencias ha sido el desarrollo de metodologías que incorporan los trabajos prácticos como generadores de conocimiento escolar. Aunque las actividades prácticas pueden responder a distintas funciones (Caamaño, 2004), incluso a modelos tradicionales (como complemento a clases teóricas), actualmente se consideran una herramienta fundamental, capaz

de potenciar la "significatividad y funcionalidad de los aprendizajes" (Cañal, 2006). También en este aspecto se han detectado diferencias entre las propuestas derivadas de la investigación, y la enseñanza real en las aulas (Nieda, 1994; del Carmen, 2000; García y Martínez, 2001; Cano y Cañal, 2006).

En términos generales, puede decirse que los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, basados en sistemas expositivo-receptivos, tienden a perpetuarse, persistiendo junto a las corrientes innovadoras en distintas épocas (Bernal, 2002). No obstante, hay que tener en cuenta algunos factores de incidencia reciente:

a) Continuamente se describen propuestas innovadoras para algún aspecto de la enseñanza de las ciencias, fruto entre otros factores del avance del enfoque ciencia-tecnología-sociedad.

b) El interés creciente de las administraciones por mejorar los resultados de las evaluaciones externas internacionales.

c) En el caso de educación primaria, se incorporan promociones de profesores que se han formado (al menos teóricamente), en las nuevas tendencias fruto de la investigación en didáctica de las ciencias.

Por todo ello, se hacen necesarios nuevos estudios sobre la situación de los trabajos prácticos (Cañal, 2006; Nieda, 2006), así como de otros descriptores metodológicos en relación a la enseñanza real de las ciencias.

En este contexto, nos parece muy interesante la opinión de los estudiantes de Magisterio durante la realización del prácticum, ya que pueden comparar directamente los referentes proporcionados por su formación académica y la situación en los centros.

En fases precedentes de esta investigación se han analizado recursos como el laboratorio escolar, huerto escolar, y las visitas a granjas-escuela o centros de naturaleza (Escobar y Vílchez, 2006-2007). En estos trabajos se encontró que los estudiantes de magisterio durante el prácticum percibían un escaso uso del laboratorio y el huerto escolar en primaria y en cambio una alta incidencia de visitas a granjas-escuela. En general el empleo de estos recursos respondía a metodologías de componente tradicional, como apoyo a contenidos trabajados en el aula.

En esta comunicación, abordamos la percepción de los estudiantes sobre otros recursos materiales, así como sobre estrategias relacionadas con metodologías didácticas y organización del aprendizaje. Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos:

● Continuar la investigación sobre las clases reales de ciencias en la etapa de primaria.

● Utilizar la percepción de los estudiantes de magisterio durante la realización de su prácticum, para estudiar el uso de determinados recursos y estrategias en las aulas.

2. METODOLOGÍA

La presente investigación se ha realizado en el Centro de Enseñanza Superior Cardenal Spínola (adscrito a la Universidad de Sevilla), y ha implicado a 284 estudiantes de Magisterio que realizaron el prácticum generalista en centros de la provincia de Sevilla. Se dispone de datos correspondientes al periodo 2005-08. Para objetivar las impresiones de los estudiantes, se ha diseñado un sencillo cuestionario (ver anexo) destinado a valorar la incidencia de algunos recursos, estrategias didácticas, y formas de organizar el aprendizaje. Los items incluyen opciones múltiples, no excluyentes entre sí. En su redacción, se ha obviado citar nombres concretos de metodologías, prefiriéndose hacer referencia a características o situaciones fácilmente interpretables por los estudiantes-observadores.

Los alumnos que contestaron el cuestionario, habían completado 6 semanas de actuación en el prácticum generalista de educación primaria. Los resultados presentados aunque complementan a otros obtenidos previamente sobre el uso del laboratorio, huerto escolar, y visitas a granjas-escuela, pueden considerarse preliminares, destinados entre otros aspectos, a optimizar el cuestionario y la muestra.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos (N = 284) se han analizado de dos formas complementarias. En primer lugar se han calculado los porcentajes de respuestas de las distintas opciones para cada ítem (diagramas de barras). En segundo lugar, dado que en caso de señalar más de una opción, al estudiante-observador se le pide que indique un orden de prioridad (ver anexo), se han obtenido los porcentajes de los distintos órdenes de prioridad en cada opción de cada ítem (diagramas de burbujas). De esta forma, las respuestas de las distintas opciones quedan distribuidas según sus órdenes de prioridad (1 a 8 en el caso del ítem 1, y 1 a 6 en los ítems 2 y 3).

A continuación se comentan los resultados obtenidos para cada ítem:

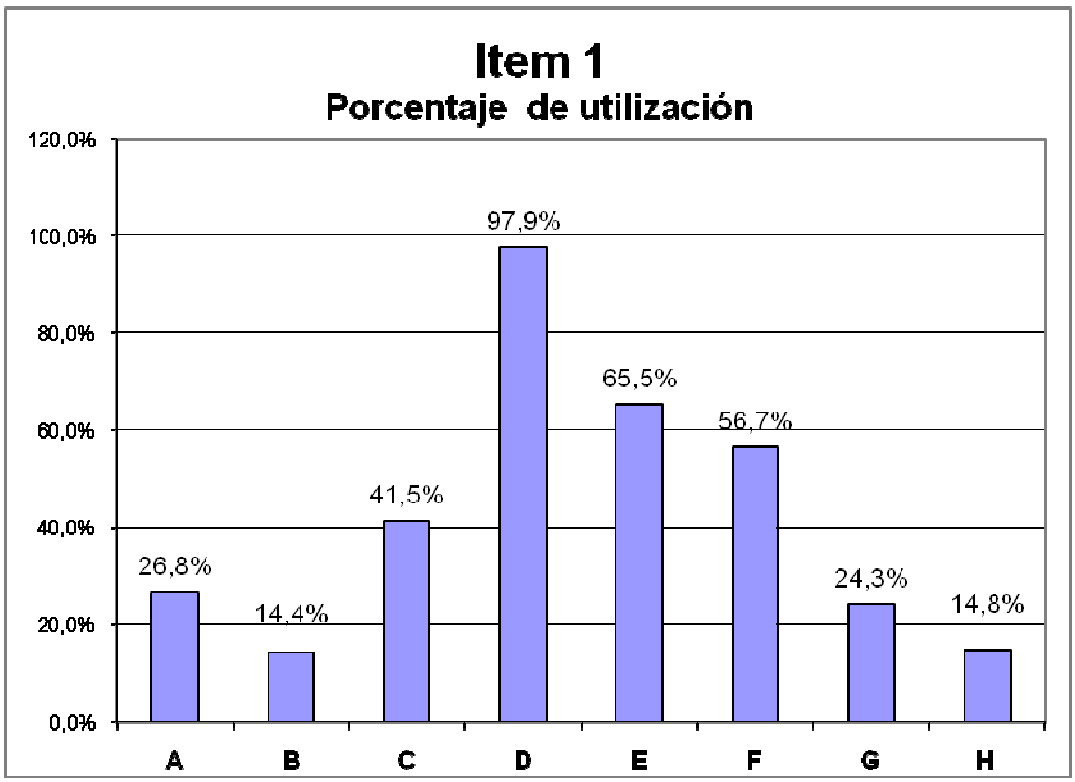
Ítem 1. (Figura 1)

En este ítem, el estudiante-observador debe contestar sobre el uso de determinados recursos (ver anexo). El recurso más utilizado con incidencia casi absoluta (97,9%) resulta ser el *libro de texto* (opción D). Otros recursos también obtienen porcentajes considerables, como *mapas, murales, diagramas* (opción E, 65,5%), *material asociado a excursiones*

(opción F, 56,7%) o *audiovisuales* (opción C, 41,5%). El resto de opciones, incluyendo sorprendentemente *material de laboratorio* o *informático* (opciones B y G) obtienen porcentajes inferiores (diagrama de barras).

Si analizamos el diagrama de burbujas, vemos que este dominio del *libro de texto* es todavía más exclusivo ya que en el 91,5% de los casos es mencionado como prioritario, mientras que el resto de recursos no supera el 15%. También resulta destacable el uso de mapas y diagramas (Opción E) mayoritariamente observado en segunda opción (37,7%).

La permanencia del libro de texto como recurso clave en la enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, ha sido constatado hace algunos años en un estudio sobre las preferencias del profesorado (García y Martínez, 2001).



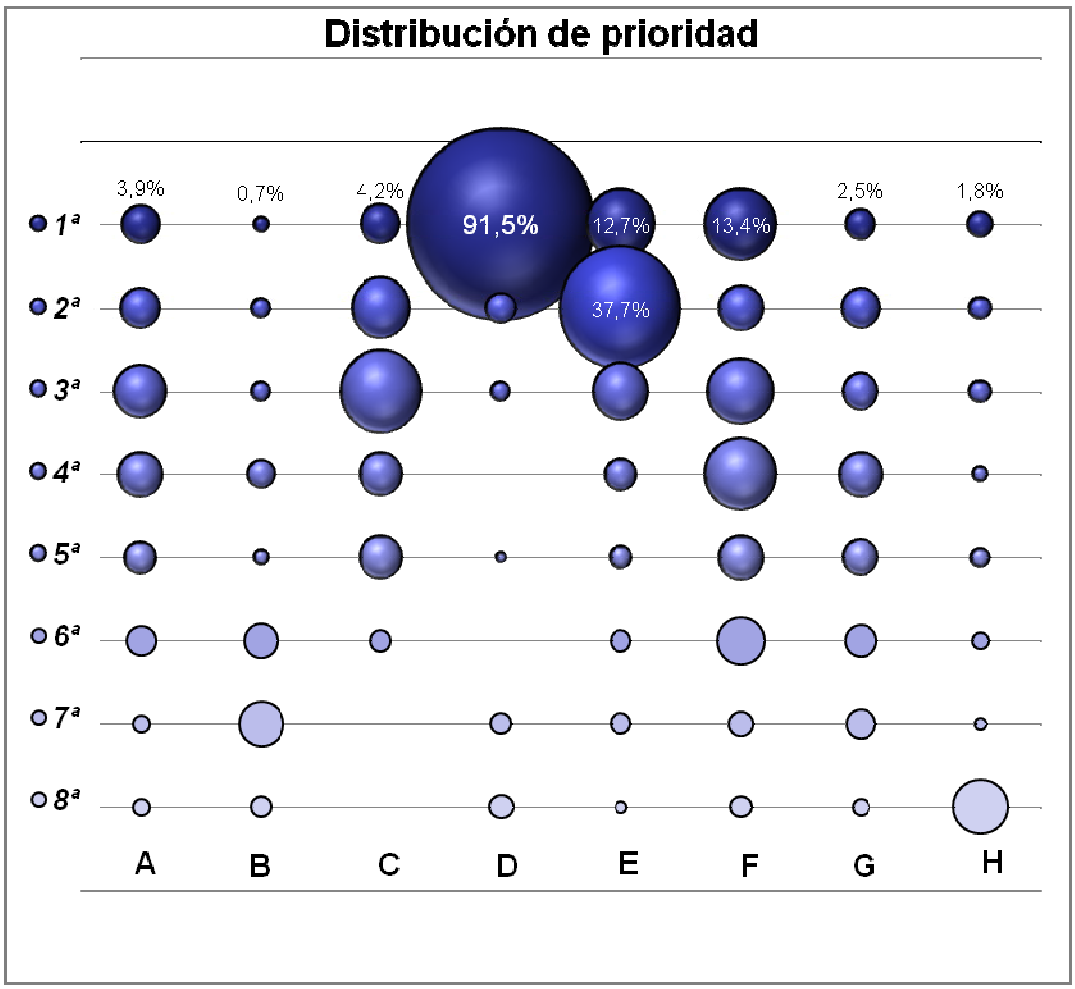
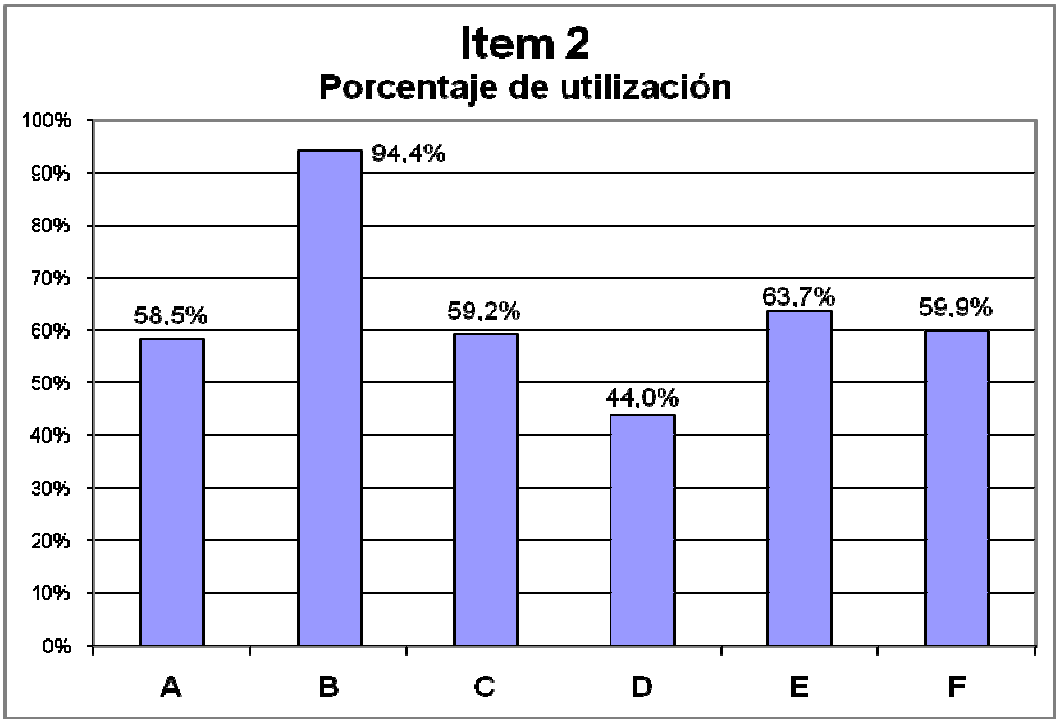

Distribución de prioridad
1ª
2ª
3ª
4ª
5ª
6ª
7ª
8ª
3,9%
0,7%
4,2%
91,5%
12,7%
37,7%
13,4%
2,5%
1,8%
A
B
C
D
E
F
G
H

Figura 1


Item 2
Porcentaje de utilización
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
58,5%
94,4%
59,2%
44,0%
63,7%
59,9%
A
B
C
D
E
F

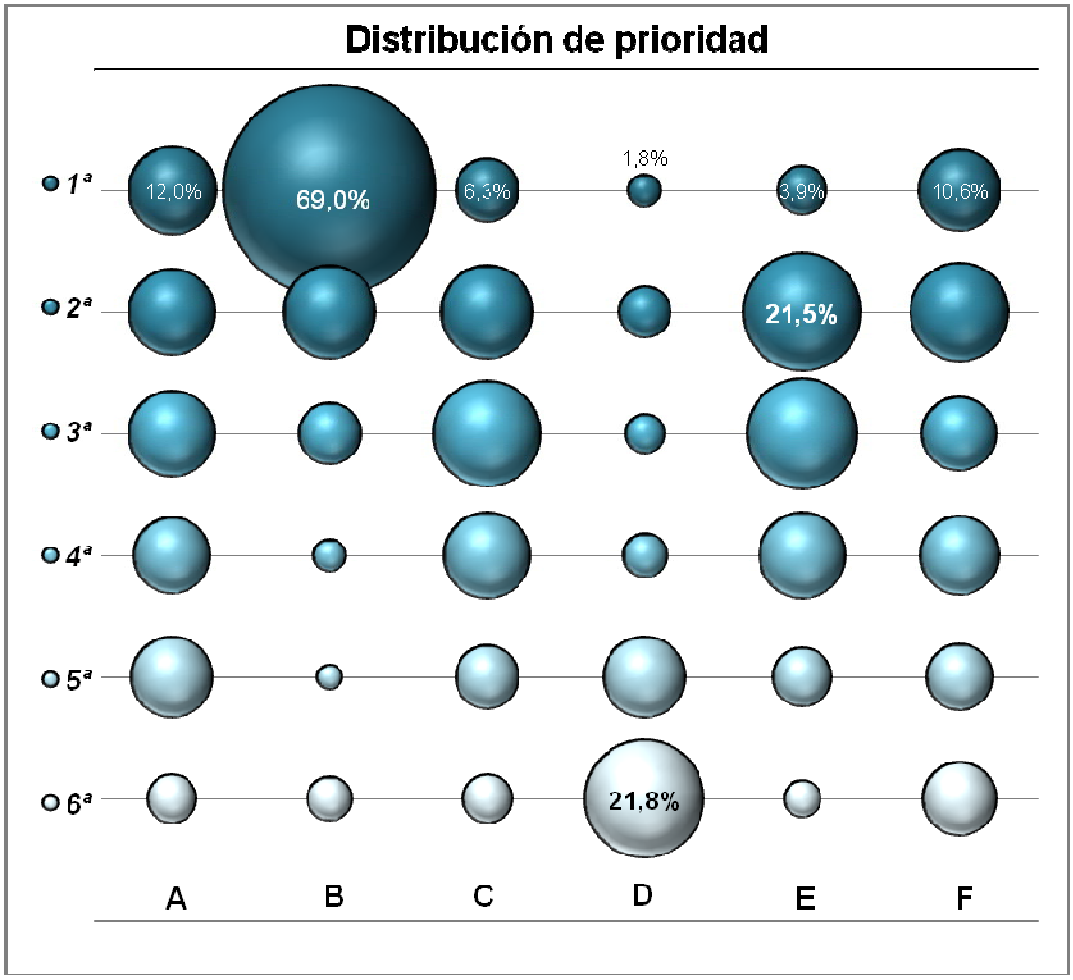
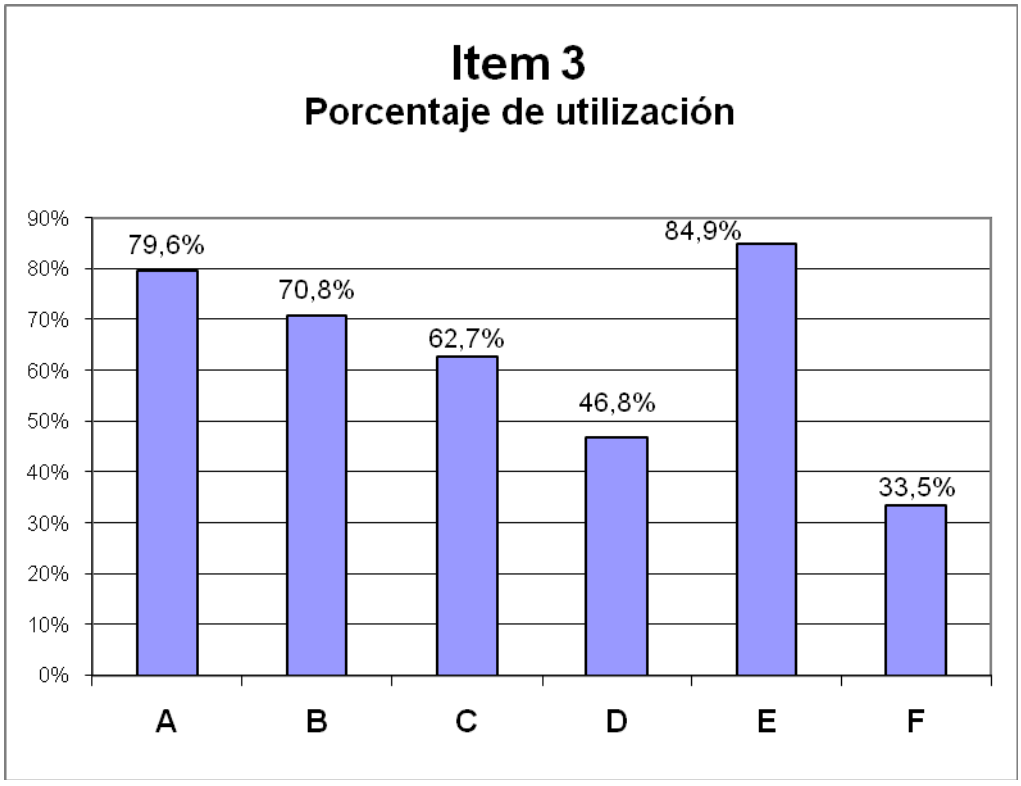

Distribución de prioridad
1ª
2ª
3ª
4ª
5ª
6ª
12,0%
69,0%
6,3%
1,8%
3,9%
10,6%
21,5%
21,8%
A
B
C
D
E
F

Figura 2


Item 3
Porcentaje de utilización
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
79,6%
70,8%
62,7%
46,8%
84,9%
33,5%
A
B
C
D
E
F

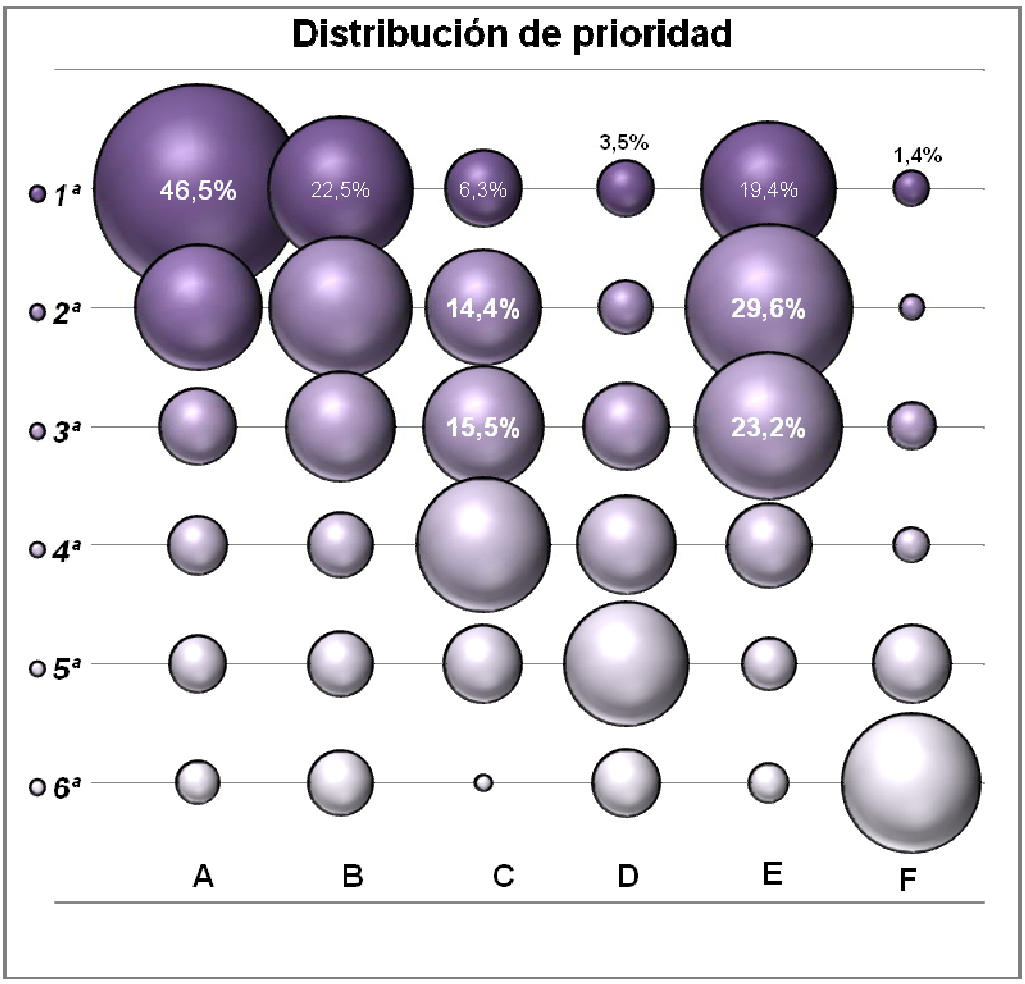


Figura 3

Ítem 2. (Figura 2)

En este ítem se valora el uso de determinadas estrategias didácticas (ver anexo). La opción ampliamente mayoritaria ha sido las *explicaciones del profesor* (opción B, 94,4%). Cuatro de las opciones obtienen frecuencias en torno al 60%. Se hacen referencia en ellas a un variado tipo de metodologías didácticas, como el cuento o relato de acción (A), metodología investigativa (C), resolución de problemas (E), o asistencia por ordenador (F). La opción minoritaria (D, 44%) hace referencia al uso de la historia de la ciencia (diagrama de barras).

Al analizar la distribución de estas respuestas según la prioridad asignada (diagrama de burbujas de la Figura 2), queda claro que la opción dominante es la B (69% con prioridad 1), es decir el principal canal de aprendizaje en cuanto a frecuencia de uso sigue siendo la exposición del profesor. El resto de estrategias no supera, en primer orden de prioridad, en ningún caso el 12%. Entre estas, la que predomina ligeramente en segundo orden de prioridad es la resolución de problemas (opción E, 21,5%). Se confirma que la opción menos valorada es la D, ya que resulta predominante en sexta y última prioridad.

Ítem 3. (Figura 3)

En este item se han reunido algunas estrategias (ver anexo), relacionadas con distintas formas de organización del aprendizaje (en cuanto al curriculum, a los alumnos…) no excluyentes entre sí. Los resultados indican una incidencia igualada (84,9%-62,7%), con excepción de la organización de *proyectos* (opción D, 46,8%). Sorprende incluso la alta valoración asignada a un sistema ya superado como el basado en *lecciones* (opción B, 70,8%) (diagrama de barras).

El análisis aportado por el diagrama de burbujas muestra, en este caso, una mayor incidencia de la organización en torno a *unidades didácticas* (opción A, 46,5% con prioridad 1), seguido de la organización en lecciones (opción B, 22,5% con prioridad 1). También se detecta un predominio del trabajo individual del alumno (opción E) frente al grupal (opción C), no sólo en primer orden de prioridad (19,4 % frente a 6,3%), sino en el conjunto de los tres primeros órdenes. Se confirma el trabajo por proyectos como la opción menos valorada (D, 3,5% con prioridad 1), que además obtiene su frecuencia máxima en quinto orden de prioridad.

4. CONCLUSIONES

El estudiante de Magisterio, durante la realización de su prácticum percibe un uso dominante del libro de texto como material didáctico de referencia (prioritario en un 91,5% de los casos). Otros materiales (incluido el de laboratorio), presentan una incidencia mucho menor (no llegando, en ningún caso al 15% como prioritarios).

Aunque su formación académica, le permite identificar puntualmente un variado tipo de estrategias didácticas, reconoce como prioritaria en los centros de primaria, la metodología expositiva por parte del profesor (69,0%). El resto de estrategias resultan bastante igualadas, excepto el uso de la historia de la ciencia, que destaca como claramente minoritaria (1,8% como prioritario, y máximo en última prioridad).

Asimismo, señala la coexistencia de un variado tipo de formas de organización, en las que predomina el sistema de unidades didácticas (46,5% como prioridad 1), así como el trabajo individual del alumno respecto al grupal (19,4% frente a 6,3%). Es decir, parece que los centros han asumido mejor la adaptación a aspectos formales de organización curricular, que a aquellos cambios que realmente afectan a la generación de conocimiento de forma distinta a la tradicional.

Estos resultados son coherentes, en líneas generales, con los encontrados en fases anteriores de este estudio en las que se analizaron el uso de recursos como el laboratorio, huerto escolar, y visitas a granjas-escuela.

En cuanto a esta investigación, queda por integrar los resultados de las distintas fases en una única matriz representativa, así como estudiar las posibles relaciones entre variables, para valorar la influencia del nivel educativo (ciclo de primaria), el tipo de centro, o los rasgos del profesorado, entre otros aspectos.

5. BIBLIOGRAFÍA

BERNAL, J.M. (2002). Innovación y tradición en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 9-16.

CAAMAÑO, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39, 8-19 y referencias allí citadas.

CANO, M. y CAÑAL P. (2006). Las actividades prácticas en la práctica: ¿Qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22.

CAÑAL, P. (2006). Presentación de la monografía: los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento biológico y geológico. *Alambique*, 47, 5-7.

CARMEN, L. DEL (2000). Los trabajos prácticos en Perales, F. J. Y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 267-287). Alcoy: Marfil.

ESCOBAR, T. y VÍLCHEZ J.E. (2006). Uso del laboratorio escolar en educación primaria: la visión de los estudiantes de magisterio durante el prácticum. En *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad. Zaragoza, 13-16 de Septiembre*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. [CD-rom].

ESCOBAR, T. y VÍLCHEZ J.E. (2007). Uso de huerto escolar y granja escuela en Educación Primaria. En *IV Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Madrid, 21-23 de Noviembre*. Madrid: CSIC y FECYT. [CD-rom].

GARCÍA, S. y MARTÍNEZ, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), 433-452.

NIEDA, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria. *Alambique*, 2, 15-20.

NIEDA, J. (2006). Los trabajos prácticos diez años más tarde. *Alambique*, 48, 25-31.

OLIVA, J. (2005). Sobre el estado actual de la revista enseñanza de las ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las ciencias*, 23 (1), 123-132, y referencias allí citadas.

OÑORBE, A. (2005). Presentación de la monografía: intercambio de experiencias. *Alambique*, 45, 5-7.

ANEXO

- Centro educativo en el que has desarrollado las Prácticas:

.....

- Nivel educativo:

Primaria □ Nivel..... Otros □ especificar.....

1. Indica, de entre el siguiente material, el que has observado/usado en clase de ciencias naturales (conocimiento del medio). En caso de señalar varios, priorízalos según la frecuencia de su utilización (numerando de 1 a 8):
   - □ A) Modelos, maquetas, materiales desmontables
   - □ B) Material de laboratorio
   - □ C) Material audiovisual
   - □ D) Libro de texto, fichas
   - □ E) Mapas, murales, diagramas
   - □ F) Material asociado a excursiones
   - □ G) Material informático (CD-ROM, Internet, etc.)
   - □ H) Otros: especificar.....
2. De entre las siguientes estrategias didácticas, indica cuales (priorizando de 1 a 6) se han desarrollado en la clase de ciencias naturales (conocimiento del medio):
   - □ A) Se presentan los contenidos mediante cuentos o relatos con personajes.
   - □ B) Explicaciones por parte del profesor.
   - □ C) Los alumnos investigan y llegan a sus propias conclusiones.
   - □ D) Se recrea la vida de un científico o una época.
   - □ E) Los alumnos aprenden al intentar resolver un reto o cuestión planteado por el profesor
   - □ F) Se usa un texto o material informático como guía de trabajo.
3. De entre las siguientes formas de organización del aprendizaje, indica cuales (priorizando de 1 a 6) se han desarrollado en la clase de ciencias naturales (conocimiento del medio):
   - □ A) Unidades didácticas.
   - □ B) Lecciones.
   - □ C) Grupos de trabajo
   - □ D) Organización por proyectos.
   - □ E) Trabajo individual del alumno
   - □ F) Combinación de varias formas de organización. Especificar.....

ANÁLISIS DEL CONTRASTE EN UN CONTEXTO MULTICULTURAL Y DE FORMACIÓN DE MAESTROS EN EDUCACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD.

M. Mercè Guilera, Mariona Espinet i Rosa M Pujol.

PALABRAS CLAVE: educación para la sostenibilidad, competencias, formación profesorado, multiculturalidad, trabajo en red.

RESUMEN: La creación del Espacio Europeo de Educación Superior implica cambios en la formación inicial y permanente del profesorado, sobre todo relacionados en el trabajo en contextos multiculturales y en red. En la comunicación se presenta la competencia de contrastar como clave para trabajar en estos contextos, así como se describe una investigación que analiza los elementos que favorecen y potencian el contraste, en la formación de maestros.

ABSTRACT: The reform of European High Education implies changes in teacher education, above all in topics related in multicultural contexts and network. In this frame, a thematic workshop was carried out in Barcelona in which one have participated European and Catalan teachers. In this thematic workshop, an investigation centered in identifies the contrast between the participants was developed. Understanding contrast as a way to build a common framework without losing the own identity.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la Universidad tiene la vocación de formar profesionales que no sean, solamente, expertos en su disciplina, sinó que sean capaces afrontar los nuevos retos emergentes de nuestra sociedad. Profesionales dinámicos que se adapten a los cambios, aunque sepan identificar lo permanente. Abiertos a la diversidad, que interpreten lo diferente como una oportunidad de aprender puntos de vista nuevos, y que, a la vez sepan ver aquello que les une o que es común. Todo ello, con la finalidad de encontrar soluciones nuevas y creativas a los problemas actuales y a los futuros que se puedan presentar.

La creación de contextos de formación multiculturales, así como el trabajo en red, son una oportunidad para que la Universidad ayude a desarrollar estas competencias. El encuentro y el trabajo de profesionales de diferentes culturas, no debe ser solamente un espacio donde se expongan diferentes puntos de vista, sino que se debe promover el **contraste** entre los participantes. Entendiendo contrastar como identificar aquello común y aquello diferente con otras personas, para construir un marco colectivo sin perder las características propias de cada uno. No es tan sólo comparar o compartir experiencias, sino que es ir más allá y buscar aquellos aspectos que pueden hacer de puente entre lo que se comparte y lo más particular. En este proceso se fomenta una visión positiva y creativa de la diversidad

cultural. Así como, se promueve un trabajo en red constructivo y enriquecedor para todos los participantes, porque nadie tiene que renunciar a la propia identidad. De este modo, se fomenta la diversidad dentro de la red o dentro del grupo de trabajo pero sin descohesionarse. (Martinho; 2004).

En la presente comunicación se describe un trabajo de investigación desarrollado con la finalidad de analizar en contraste en un contexto multicultural y de formación permanente de profesorado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el abril de 2004 se organizó en Barcelona el Workshop Temático: "School Development in the light of education for sustainable development – challenge for teacher education and school" para maestros de diferentes países que participaban en redes de Educación Ambiental (EA) y Educación para la Sostenibilidad (ES) promovidas por SEED (School Development through Environmental Education), proyecto desarrollado por la organización internacional Environmental and School Initiatives (ENSI).

Este Workshop Temático pretendía por una parte, que los maestros pudiesen profundizar en las temáticas de la red, o sea la educación para la sosteniblidad y la investigación – acción (IA) como motores por el desarrollo escolar (Espinet; et.al; 2004). Y por otra parte, fomentar el contraste entre los participantes como competencia necesaria para trabajar en red.

En este contexto, se desarrolló una investigación que tenía como **finalidad** analizar los contenidos y dinámicas de los workshops, para identificar aquellos elementos que promovieron el contraste entre los participantes y que facilitaron la creación de un marco común de ES y IA. Más concretamente, identificar sobre qué se contrastó, como ha sido el contraste y que lo ha promovido.

En la investigación se recogieron datos de los 22 maestros de diferentes países que participaron en el workshop. Los **instrumentos** utilizados fueron: las representaciones desarrolladas durante el trabajo en grupo y unos cuestionarios abiertos individuales contestados después de cada sesión. Para facilitar al máximo la respuesta y la participación de los maestros, los cuestionarios se contestaron en la propia lengua. Las **estrategias de análisis** de los datos obtenidos se concretaron en cinco niveles. El primer nivel consistió en la trascripción, traducción y codificación de los datos obtenidos de los cuestionarios y las representaciones. En el segundo, se creó una red sistémica (Bliss; et.al; 1983) para organizar las categorías obtenidas en el primero análisis. El tercer nivel, consistió en elaborar una tabla de identificación de individuos

y respuestas respeto los ámbitos y las categorías de la red. A continuación, en el cuarto nivel se determinaron las frecuencias de las categorías para establecer comparaciones. Finalmente, en el quinto nivel se elaboraron gráficos de cruce para determinar la relación entre categorías. Este gráfico es una representación que permitió identificar las respuestas que relacionan categorías de diferentes ámbitos. A partir de aquí tener una visión general de cómo ha sido la vinculación entre los ámbitos y las categorías. Se puede hacer una doble interpretación: cualitativa y cuantitativa (Bonil; et.al; 2004).

ALGUNOS RESULTADOS

A continuación se comentarán brevemente algunos de los resultados obtenidos del workshop "*Contrasting eco-shools Quality Criteria in our Comenius project group".* Este workshop tenía como finalidad que los participantes fuesen conscientes de los criterios de calidad implícitos y explícitos de su centro educativo para contrastarlos (Mogensen, F; et. al.; 2007). Para lograrlo, se organizaron grupos de trabajo formados por profesorado español y de otros países europeos. Cada grupo de trabajo tenía que reflexionar sobre un aspecto relacionado con su actividad docente o su centro educativo (por ejemplo: participación de la comunidad educativa, perspectivas de futuro, gestión del centro, etc.). La dinámica de trabajo consistió en realizar un póster donde los criterios comunes se explicitan en el centro dentro de un dibujo representativo del aspecto trabajado. Los criterios o aspectos discrepantes o divergentes se exponían alrededor del dibujo.

A partir de la información recogida de los pósteres y de los cuestionarios se analizó qué se había contrastado y que elementos facilitaron este contraste. El gráfico 1 es la representación gráfica del cruce entre los ámbitos de contraste y el de criterios de calidad. En el ámbito de contraste se identifican aquellos aspectos que el maestro valora y que le permiten establecer relaciones entre la propia realidad con la de los otros componentes del grupo de trabajo. Se categorizaron dos niveles: la identificación del contraste, que se basaba en explicitar las semejanzas y las diferencias; y la valoración del contraste, que implicaba una reflexión más profunda como por ejemplo cuando se tienen en cuenta los aspectos culturales o a mejorar, las dificultades, etc. El otro ámbito es el de Criterios de Calidad, este es el que hacía referencia al contenido principal de la sesión y su dinámica.

El gráfico que se presenta es de los más importantes de la investigación porque permite ver la relación entre los dos ámbitos más significativos e interesantes. A simple vista, se puede ver que hay relación entre estos, pues las respuestas que están en la intersección de categorías de los dos ámbitos son abundantes. Se pueden hacer interpretaciones a partir de

categorías solas, de grupos de categorías, etc. A continuación, a modo de ejemplo, se comentará el cruce entre las categorías de "política y organización escolar" con las diferentes categorías de contraste (en el gráfico 1 marcado con un círculo). Se puede afirmar que en todas las respuestas que hacen referencia a la gestión del centro también se contrasta, tanto a nivel de valorar la reflexión como de identificar semejanzas y diferencias. Un ejemplo destacable es el de XAM: *"Me ha parecido muy interesante oír sus opiniones y criterios, teniendo en cuenta que la organización escolar de Austria es bastante diferente a la de aquí".* Otra respuesta donde también se valoran aspectos culturales como interesantes es la de IT3: *"Muchos hechos interesantes sobre Catalunya y su lengua i su sistema educativo. También de su gobierno local y general".* Estas respuestas muestran que no hubo tan sólo un intercambio de ideas, sinó que se llegó a un nivel de comprensión que permitió una valoración de los temas compartidos.

CONCLUSIÓN: ¿CÓMO SE PUEDE FOMENTAR EL CONTRASTE?

A partir del análisis e interpretación de la información obtenida de los workshops, se dedujo que el contenido de éstos no es claramente determinante a la hora de contrastar, el qué sí que lo puede ser es la dinámica concreta que se desarrolla.

De este modo, se identificó como necesaria una introducción de contenidos nuevos o la explicitación de unos conceptos básicos comunes, para que la reflexión y la exposición de puntos de vista partieran del mismo nivel y facilitaran el proceso de abstracción. También fue importante una dinámica concreta que permitiera explicitar lo que se comparte y lo particular, y una representación colectiva del resultado. Sin este proceso, es difícil que se consiga una visión positiva de las diferencias y la construcción de un marco común. Finalmente, teniendo en cuenta que es un trabajo en un contexto multicultural, donde participan maestros de diferentes países y lenguas, fue interesante potenciar el uso de diferentes lenguajes y trabajar en grupos reducidos, para facilitar la comunicación y el entendimiento entre los participantes.

BIBLIOGRAFÍA

Bliss, J; Monk, M; Ogborn, J (1983). "Qualitative data analysis for Educational Research. A guide to uses of systema networks.". Canberra: Croom Helm. Angleterra.

Bonil, J; Guilera, MM; Tarín, RM; Fonolleda, M; Pujol, RM (2004). "Evaluar el grado de incorporación de la complejidad en las producciones del alumnado: propuesta de indicadores" dentro de Investigación en la Escuela, núm. 53. Díada Editora, SL. España.

Espinet, M; Rauch, F; Tschapka, J; Scheuch, M; Mayer, M (2004) Promoure l'educació ambiental a l'escola a través de la recerca-acció: una experiencia europea de formació permanenent de professorat dentro de De la teoria… a l'aula. Dep. Didàctica de la Literatura i de les Ciències Socials. Barcelona.

Martinho, C. (2004) Redes. Uma Introdução às dinâmicas da conectividade e da auto-organização. WWF-Brasil. Brasil.

Mogensen, F; Mayer, M; Breiting, S; Varga, A. (2007). "Educació per al desenvolupament sostenible". Ed. Graó. Barcelona.

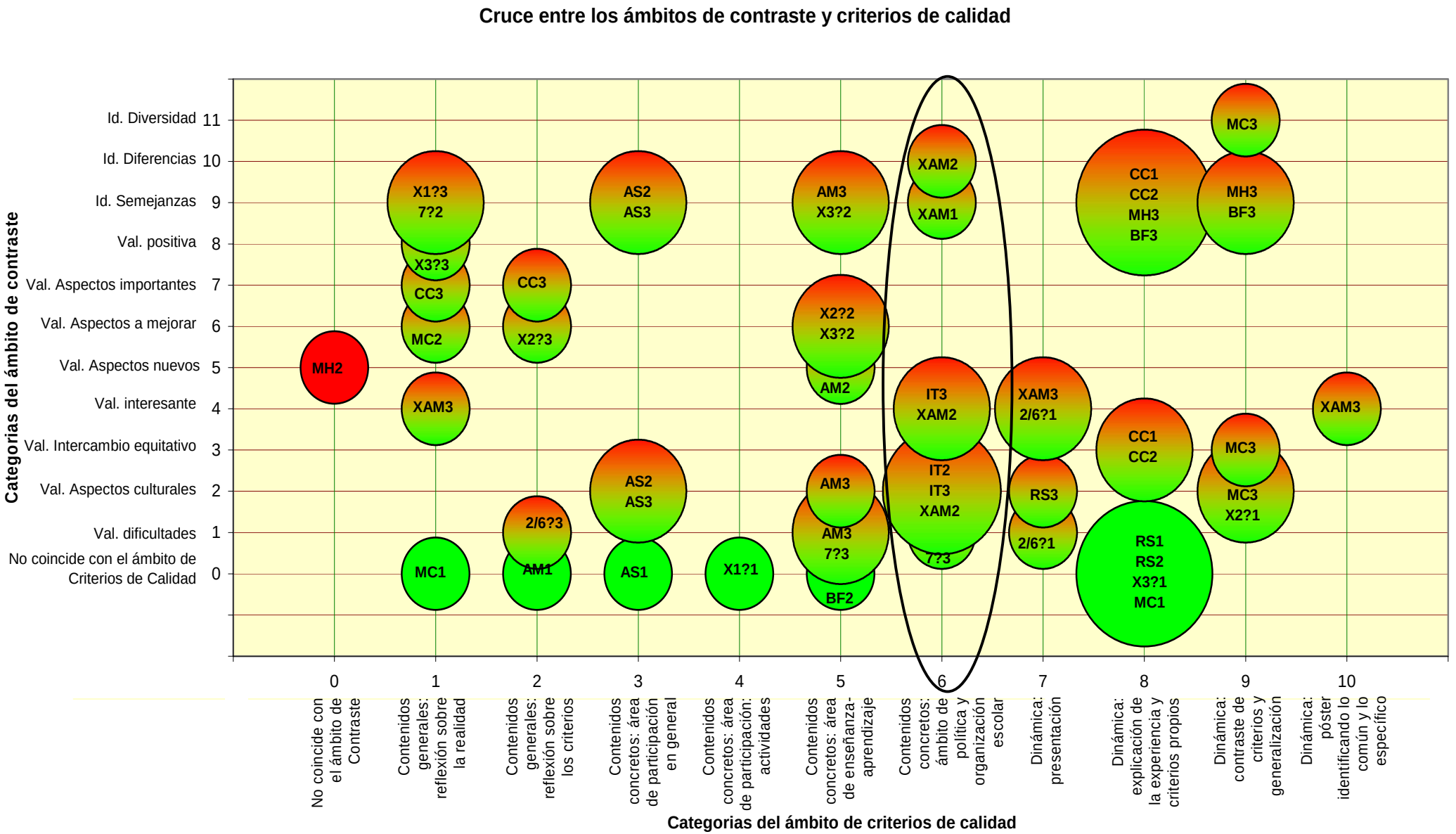


Figura 1: Representación gráfica del cruce entre los ámbitos de contraste y criterios de calidad.

¿ES EL PROYECTO DIDÁCTICO DE ÁREA, EL DOCUMENTO DE REFERENCIA PARA LA PROGRAMACIÓN DE AULA DEL PROFESORADO DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA?

Concepción González Rodríguez, Cristina Martínez Losada y Susana García Barros.

Facultade de Ciencias da educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. concepción.gonzalez@edu.xunta.es, susg@udc.es y cmarcl@udc.es

RESUMEN: En este trabajo se analiza la importancia que los proyectos curriculares de área, tienen en la "acción de aula" del profesorado de ciencias. Se utiliza una muestra de profesores que en la actualidad imparten el área de ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria obligatoria.

El análisis de los resultados nos indica que el profesorado mantiene una idea de "documento de mínimos", poco útil para la realidad del aula, que no consideran como "propio".

PALABRAS CLAVE: Pensamiento Docente, Formación, Secundaria, Acción Educativa.

ABSTRACT

This essay analyses the importance that curriculum area projects have in the Natural Science teachers` "classroom action". It has been used a sample of teachers who are now teaching Natural Science area in the secondary compulsory education. The analysis shows us that the teachers keep an idea of "minimum document" not very useful for the classroom reality, which they don`t consider as "their own".

KEYWORDS

Thought Teaching, Education, Secondary Education, Educational Action.

1. INTRODUCCIÓN

Las reformas educativas llevadas a cabo en nuestro país desde los años noventa, han optado por un modelo de currículo *abierto*, otorgando una importante capacidad de decisión a las comunidades autónomas, a los propios centros educativos y al profesorado, como último responsable del currículo que se imparte en las aulas. Ello implica que los docentes son los encargados de interpretar las recomendaciones oficiales y de adaptarlas a las características y a la realidad educativa de cada centro, recogiendo sus decisiones en diferentes documentos (proyecto educativo de centro, programaciones docentes, aula, etc).

Por otra parte, si bien la actual Ley Educativa prescribe una distribución por cursos de los Contenidos y Criterios de Evaluación de cada área/materia (Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre), eso no disminuye la responsabilidad del profesorado. Las actuales programaciones docentes que sustituyen a los proyectos didácticos (PCAs), deben de ser concretados en cada centro por los

grupos de profesores de las distintas áreas/materias, siguiendo la legislación vigente, en Galicia (D.O.G, 13 de julio de 2007), dando lugar a un documento conjunto que ha de ser respetado por todos los docentes que impartan el área en ese Centro educativo. En él deben de contemplarse, además de los elementos básicos del currículo (contribución de la materia a las Competencias Básicas, Objetivos, Contenidos, Criterios de Evaluación), todos aquellos elementos necesarios para su desarrollo (metodología, procedimientos e instrumentos de evaluación, mínimos exigibles para la obtención de una evaluación positiva, medidas de atención a la diversidad, programas de refuerzo, actividades complementarias, etc.). Así, se pretende que "el documento" coordine la enseñanza del conjunto de profesores del área. Concretamente la ESO es una etapa educativa, cuyo proceso de aprendizaje para el área de ciencia se va a desarrollar en tres o cuatro cursos, en los que van a participar varios profesores y una falta de coordinación y discusión previa entre los profesores implicados, puede significar, para el alumnado la consecución o no de la adquisición de las competencias básicas de la etapa.

De acuerdo con lo anteriormente indicado, el profesor ha dejado de ser un mero ejecutor de las directrices elaboradas por *"expertos"*, alcanzando mayor autonomía y protagonismo en la planificación de la docencia, determinando, en definitiva, el éxito o fracaso de la puesta en práctica de las propuestas que se propugnan (Gil, Furió, & Gavidia, 1998). No debemos olvidar que en sus decisiones ejercen una notable influencia las ideas y concepciones que los profesores tienen sobre la enseñanza aprendizaje de las Ciencias (Campanario & Otero 2000; Porlán, Rivero & Martín del Pozo, 1998; Porlán y Rivero, 1998). Por ello, su labor demanda una formación docente específica, así como una implicación profesional colegiada, si se pretende que los documentos resulten útiles y posean un carácter diferenciador, adaptado a las características concretas de cada centro.

Todo ello, nos llevó a tratar de conocer de forma directa, como se lleva a cabo la elaboración de los PCAs en los Centros de Enseñanza de Secundaria y cual es la importancia "*efectiva y real*", de dichos documentos para el profesorado que imparte en la actualidad el área de Ciencias de la Naturaleza en ese nivel educativo.

METODOLOGÍA

Se han seleccionado un total de 10 profesores de Centros Públicos de Secundaria de Galicia, tanto del ámbito rural como urbano y con distinto grado de experiencia, como muestra representativa del profesorado. Todos ellos imparten por lo menos un curso en la etapa de secundaria obligatoria. En todo momento se ha garantizado la absoluta confidencialidad de los datos aportados, de ahí que no se haya establecido ninguna distinción entre los profesores participantes, refiriéndonos a todos ellos con el apelativo "profesor/ docente" o P1, P.2,...

Para la obtención de información, se elaboró un protocolo combinado "encuesta – entrevista" que nos permite el contraste de los datos obtenidos a través de ambos instrumentos (Sánchez Blanco & Valcarcel, 2000).

La encuesta consta de dos preguntas abiertas sobre los proyectos didácticos: ¿quién los elabora?, ¿qué grado de seguimiento y validez real tienen? Éstas aportan una primera información sobre el tema de estudio.

En cuanto a la entrevista, se utiliza el modelo semi-estructurado, tomando como referente las respuestas obtenidas en el cuestionario previo (Melo, 1999), lo que permite que el entrevistado reflexione y profundice sobre estos temas. La entrevista se estructura entorno a cinco cuestiones clave (tabla 1). Las dos primeras se refieren a quienes son los protagonistas de la elaboración de los PCas, ya que después de la lectura y análisis de la encuesta previa, nos parece que son documentos con los que el profesorado se siente escasamente implicado. La tercera, trata de conocer cual es el material que se utiliza para su elaboración, y en concreto saber si se realiza sólo con la documentación oficial o también con otros materiales que los profesores emplean en el aula. En cuarto lugar, se pretende averiguar si existe fragmentación entre los Departamentos que programan las materias que abarca el área (Física/Química y Biología/Geología) o si por el contrario, existe una programación conjunta. Por último, se estudia el grado de seguimiento de dichos proyectos, es decir, si estos se utilizan como marco para la programación de aula o ésta se realiza de forma totalmente independiente. Una vez finalizada la entrevista se transcriben las respuestas dadas por los participantes.

Respecto a la elaboración de los PCAs

1. ¿Cual es el nivel de implicación en su elaboración?

1.1. Ya estaba hecho.

1.2. Se implica directamente.

2. ¿Cómo se hizo?

2.1. Directrices consensuadas en el claustro.

2.2. Cada seminario fue autónomo.

2.3. Lo hizo el equipo directivo.

2.4. Cada profesor hace los cursos que imparte.

2.5. Otras.

3. ¿Cual es el material de referencia usado?

3.1. DCB.

3.2. Material de la Consellería.

3.3. Editoriales.

3.4. Otro.

4. ¿Existe separación de Física / Química y Biología / Geología?

4.1. Se programan de forma coordinada.

4.2. Cada departamento programa sus partes.

4.3. Otra opción (especifica cual).

Respecto al seguimiento/validez de los PCAs

5. ¿Cuál es el grado de seguimiento del Proyecto Didáctico del Departamento en el aula?

5.1. Siempre.

5.2. Algunas veces hago modificaciones personales en algunos cursos o/ y temas. ¿Son modificaciones importantes?, ¿en que tema/ s?, ¿en que curso/ s?

5.3. Sólo lo sigo en algunos casos, en general utilizo mi programación personal.

5.4. Otra opción (especifica cual).

Tabla. 1. Entrevista a los profesores

RESULTADOS

Los docentes reconocen deficiencias en la elaboración de los PCAs (tabla 2). En la mayoría de los casos (6 profesores), dicha elaboración recae sobre el jefe del departamento, y la función de los demás componentes (cuando se produce), se limita a su supervisión y firma. Sólo 4 profesores (P.4, P.6, P.8, P.9) señalan que en su departamento se hace en equipo, aunque tres de ellos añaden que no participaron, pues "*ya estaba hecho cuando llegaron*". Por lo tanto, tan sólo un profesor (P.6), ha participado de forma colegiada en la elaboración del proyecto didáctico que se utiliza en este momento en su centro. Cabe destacar que las respuestas en la entrevista coinciden con las efectuadas en la encuesta previa, en todos los casos.

PROFESORES		**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**	**P.5**	**P.6**	**P.7**	**P.8**	**P.9**	**P.10**
Quien lo elabora	El jefe del departamento	+ *		+							+ *
	El jefe del departamento y lo supervisa y aprueba el departamento		+ *	*		+		+ *			
	Los miembros del departamento				+ *		+ *		+	+ *	
	Ya estaba hecho	*			*	*			*	*	*
Materiales utilizado	Real Decreto de Mínimos							*			
	DCB de Galicia	*	*	*		*	*	*		*	
	Libro de texto	*	*	*				*			
	Proyecto didáctico propuesto por editorial					*		*		*	
	Criterio personal						*				
	N S /N C				*				*		*
Materias que abarca	En el 1er ciclo toda el área	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	En el 2º ciclo toda el área										
	En el 2º ciclo sólo Biología y Geología	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Coordinación	Falta de coordinación con Física/ Química	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Falta de coordinación 1er ciclo /2º ciclo	*	*		*	*	*				*
	Reconoce su necesidad				*		*				

(+) respuestas a la encuesta previa

(*) respuestas a la entrevista

Tabla 2. Aportaciones de los profesores al proyecto didáctico (PCA)

En cuanto a los materiales utilizados en la elaboración del proyecto didáctico, todos los profesores que responden a esta cuestión, nombran el DCB de Galicia y uno de ellos (P7), también cita el Real decreto de Enseñanzas Mínimas. Además según estos profesores suele tenerse en cuenta la programación del libro de texto (P1, P2, P3, P7) o el proyecto didáctico elaborado por la editorial (P5, P7, P9). La elaboración del proyecto con criterios personales, que favorezca su adaptación a la realidad del aula, es reconocida por un solo profesor (P.6). Los profesores (P.4, P.8, P.10) que manifestaron que el proyecto didáctico ya estaba hecho desconocían el material utilizado para su elaboración, y no hicieron comentarios al respecto. Por otra parte, todos los profesores afirman que existe una programación conjunta del

área de Ciencias de la Naturaleza sólo en el primer ciclo. En el segundo ciclo se programa Biología/Geología separada de Física/Química, reconociéndose la inexistencia de coordinación entre ambas. Así mismo, la mitad del profesorado (P.1, P.2, P.4, P.5, P.6 y P.10), destaca la falta de coordinación entre el 1º y 2º ciclo.

Mínimo o inexistente	• *"El seguimiento es mínimo. Cada profesor hace lo que considera oportuno… Cambia las partes que no se le ajustan"* (**P.1**) • *"Lo veo como un documento burocrático, y hasta ahora ha sido así..."* (**P.3**) • *"Lo veo como un documento burocrático, sin ningún tipo de validez pedagógica...."* (**P.5**) • *""Voy por libre. Sólo lo firmé, no tuve más contacto con él."* (**P.10**)
Solo la secuenciación de los temas	• *"Cada profesor en septiembre le echa un vistazo a las programaciones de los cursos que le toca dar ese año..."*(**P.7**) • *"Trabajamos más bien al margen, yo lo que tengo en cuenta es la secuenciación de los temas, pero la metodología y lo que entra en cada evaluación, lo hago a mi manera..."* (**P.8**) • *"Sobre todo los contenidos mínimos que tenemos programados. Luego cada profesor da lo que puede..."* (**P.9**)
Se reconoce un seguimiento	• *"Es bueno, a veces hay alguna modificación de algún profesor, porque da por primera vez en un curso, pero mínimas y en general los profesores no se alejan…"*(**P.2**) • *"Procuro ajustar al máximo lo dado en el aula a lo que figura en el proyecto, aunque a veces tengo que variar algún contenido…"* (**P.4**) • *"Alto y se revisa periódicamente…"*(**P.6**)

Tabla 3. Aportaciones de los profesores al grado de seguimiento de los PCAs

En la tabla 3 se recoge con más detalle (utilizando frases textuales) el uso que el profesorado hace de los PCAs, cuatro profesores (P.1, P.3, P.5, P.10) declaran que no lo siguen, tres (P.7, P.8, P.9) utilizan solo la secuenciación de temas y los demás reconocen su seguimiento. En todos los casos existe una coincidencia encuesta/entrevista, excepto P.9, que en la encuesta indicaba que seguía el proyecto didáctico, pero en la entrevista puntualizó que con ello se refería sólo la secuenciación de los temas. Por otra parte, el seguimiento de los PCAs está muy relacionado con los responsables de su elaboración (tabla 2). Así, cuando ésta es colegiada, se manifiesta un mayor seguimiento de dichos proyectos, que si éstos los elabora exclusivamente el jefe de departamento.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

En este trabajo se pone de manifiesto que en la elaboración de los proyectos didácticos (PCAs) no suele participar el profesorado, considerando éste que dichos documentos son poco flexibles, que se elaboran *"una vez"* por necesidades burocráticas, sin ser objeto de remodelaciones posteriores. Por otra

parte, el material básico de referencia empleado para su elaboración es el DCB y el libro de texto seleccionado en el centro, no utilizándose otros materiales que los docentes pueden emplear en el aula, lo que contribuiría a dotar a estos documentos de un valor efectivo y personalizado para ese centro. Además reconocen la falta de seguimiento del PCA en sus programaciones, e incluso admiten el desconocimiento de los contenidos que se imparten en otros cursos de la etapa.

También se aprecia coherencia entre las opiniones del profesorado sobre la utilidad de los proyectos didácticos y las características de los mismos (González Rodríguez, García Barros, & Martínez Losada, 2002). En general, éstos suelen reproducir los aspectos prescriptivos del DCB, obviando la especificación de aspectos metodológicos, actividades, adapataciones…, lo cual les resta utilidad. De esta forma, los docentes seguirán realizando una programación particular e individualista, impidiendo así, la existencia de una uniformidad de criterios respecto a la programación del área de ciencias de la naturaleza.

La necesidad de realizar unas programaciones docentes más realistas y próximas al entorno concreto demandan un cambio en la tradición docente, demasiado apegada a reproducir acríticamente directrices oficiales, carente de libertad para tomar decisiones educativas y caracterizada por una formación del profesorado centrada en el conocimiento científico/ tecnológico y en la práctica individualista y autónoma. Para ello sería imprescindible ofrecer al profesorado de secundaria, además de la formación inicial, una formación permanente capaz de dar respuesta a los problemas que verdaderamente demandan las aulas actuales (Martínez et al., 2001; Mellado, 1998). Lo indicado requiere la promoción de iniciativas formativas en las que el profesorado se muestre más activo y llegue a comprometerse en su propio proceso formativo, potenciando la elaboración y evaluación de los proyectos/programaciones, amplios, útiles y especificados, que demanda la actual profesión docente. Paralelamente será preciso incentivar, a aquellos grupos de profesores que realmente estén interesados en mejorar su actividad a través de la elaboración de planteamientos teóricamente fundamentados y desde la perspectiva de la investigación-acción.

Queremos concluir señalando que, para poder valorar con un mayor grado de profundidad hasta que punto los PCAs contemplan aspectos específicos para cada Centro Educativo, sería necesario continuar esta investigación estudiando aspectos más cercanos al aula (objetivos específicos, actividades, materiales, recursos didácticos, tratamiento de la diversidad, etc.), realizando el seguimiento de algún tópico concreto de relevancia en esta área, como puede ser la nutrición vegetal, dada su continuidad a lo largo del curriculo de esta etapa.

BIBLIOGRAFÍA

Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. In F. J. Perales & P. Cañal (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 323-338). Alcoy: Marfil.

D.O.G. (13 de julio de 2007). DCB de la ESO: Decreto 133/2007, del 5 de julio.

Gil, D., Furió, C., & Gavidia, V. (1998). El profesorado y la reforma educativa en España. *Investigación en la Escuela, 36*, 49-64.

González Rodríguez, C., García Barros, S., & Martínez Losada, C. (2002). *Análisis de los proyectos curriculares del área de ciencias de la naturaleza correspondientes a la ESO* (Universidad de La Laguna ed. Vol. 2). La Laguna: Universidad de La Laguna.

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

Melo, I. (1999). *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias: concepciones y prácticas de profesores con y sin experiencia en la docencia.* Tesis doctoral. Huelva.

Mellado, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. In E. y. d. P. Banet, A. (Ed.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (Vol. I, pp. 272- 283). Lleida: DM.

Porlán, R., Rivero, A., & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemológía de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias, 16*(2), 271-288.

Sánchez Blanco, G., & Valcarcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias, 18*(3), 423-437.

DISEÑO DE UN CURSO INTRODUCTORIO DE DIDÁCTICA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES PARA PROFESORES DE DISTINTOS NIVELES EDUCATIVOS

Delgado Herrera Teresa, Alonso Viveros Guadalupe, Flores Almazán Susana y Trejo Candelas Luis Miguel

Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM Edificio B (102), Circuito Escolar C.U. México, D.F. 04510, México

RESUMEN: En este artículo se presenta el diseño y puesta en práctica de un curso introductorio de didáctica de las ciencias experimentales basado en el constructivismo, dirigido a profesores de los niveles medio, medio superior y superior.

PALABRAS CLAVE: Formación de profesores, líneas de investigación educativa.

ABSTRACT: In this paper we present the introductory course of science experimental for teachers of secondary and superior level.

OBJETIVOS

Presentar un curso introductorio dirigido a profesores de los niveles medio, medio superior y superior, basado en el constructivismo, con la finalidad de reflexionar acerca de su práctica docente y motivarlos hacía el trabajo en equipo cooperativo en el futuro, que involucre el estudio de la didáctica de las ciencias, las diferentes líneas de investigación, el uso de secuencias de actividades y estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Particularmente, el curso tuvo como objetivos:

i) Dar a conocer someramente las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias,

ii) Revisar superficialmente las líneas de investigación educativa actuales,

iii) Transferir el uso de diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje-evaluación, mediante la experiencia en la cual los profesores participantes, desde su rol de alumnos del curso, tuvieran la oportunidad de experimentar la propuesta, para después implementarla en su práctica docente (Cárdenas, 2001).

iv) Intentar conseguir, como mínimo, un cambio actitudinal en el profesorado hacia la didáctica de las ciencias (Furió, 2002).

v) Motivar a los profesores para trabajar en el futuro en academias, es decir, el desarrollo del trabajo en equipo donde los profesores reflexionen acerca de su práctica docente, estudien las dificultades del aprendizaje, las líneas de investigación de la didáctica de las ciencias, implementen secuencias de actividades utilizando diferentes estrategias de enseñanza en sus cursos, discutan sus resultados, todo lo anterior, con la finalidad de mejorar su práctica docente y lograr un aprendizaje significativo de los contenidos.

MARCO TEÓRICO

La formación de profesores es uno de los campos de investigación educativa, existe consenso de muchos autores en la opinión de que ésta es una de las formas eficientes de alcanzar mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Copello, 2001). Para lograr lo anterior, es imprescindible la implicación activa, conciente e interesada de los profesores para elaborar un proyecto en equipo con representaciones compartidas (Perrenoud, 2007), corresponsables de su funcionamiento.

Suponemos que los conocimientos aprendidos acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación los apliquen en su práctica docente, los comenten y reflexionen, para finalmente mejorar las actividades planteadas. Por lo anterior, diseñamos este curso introductorio en el que creemos que algunos profesores se motivarán e involucrarán para el trabajo futuro.

DESARROLLO DEL TEMA

Se revisan los avances en la enseñanza de las ciencias en general para diseñar un curso introductoroa de didáctica de las ciencias experimentales basado en el constructivismo, dirigido a profesores de los niveles medio, medio superior que se pone a la práctica, para ser analizada y compartida (para mayor detalle ver anexo 1).

CONCLUSIONES

Los profesores participantes mostraron interés por el curso, varios desconocían las dificultades que se presentan en el aprendizaje de los conocimientos científicos, como es bien conocido, su manera de enseñar corresponde a la manera como ellos aprendieron por lo que difícilmente han utilizado las estrategias que se presentaron en estas

insuficientes horas de curso, sin embargo, de acuerdo al diario de clase que elaboraron al finalizar el curso-taller (Sanmartí, 2007), pudimos percibir que aunque no es correcto el lenguaje que utilizan (ya que no distinguen entre técnica y estrategia, ideas previas y conocimientos previos, etc.), mostraron una actitud positiva hacía la didáctica de las ciencias, e incluso algunos pidieron que el trabajo en equipo se extendiera con la finalidad de mejorar su práctica docente (ver anexo 2. “DIARIO DE CLASE”).

Lo que fue notable es que los profesores participantes consideraron que el curso les brindó varias estrategias tanto de enseñanza como de evaluación por lo que comentaron que las integrarán a sus actividades en el aula.

Bibliografía

CÁRDENAS, M. y RAGOUT DE LOZANO, S. (2001). Estudio de un diseño didáctico en un curso destinado a la formación de profesores de física básica. Enseñanza de las ciencias, 19 (1), p.p. 171-179.

FURIÓ, C. y CARNICER, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. Enseñanza de las ciencias, 2002, 20 (1).

COPELLO, L. y SANMARTÍ, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. Enseñanza de las ciencias, 19 (2), 269-283.

PERRENOUD, P. (2007). Diez nuevas competencias para enseñar. México: Graó/Colofón.

SANMARTÍ, NEUS. (2007). 10 ideas clave. Evaluar para aprender. España, Graó.

ANEXO 1. LA PROPUESTA

CURSO-TALLER “LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y LAS ESTRATEGIAS PARA LOGRAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONTENIDOS”.

El presente curso está dirigido a los profesores de los niveles educativos medio, medio superior y superior con una duración de ocho horas, el 29 de febrero de 12:30 a 16:30 y 1º. De marzo de 9:00 a 13:00.

OBJETIVO GENERAL

Tomar conciencia de nuestro papel docente, reflexionar acerca de las dificultades en el aprendizaje de contenidos curriculares, conocer de manera breve las diferentes líneas de investigación de la didáctica moderna; todo lo anterior utilizando diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje-evaluación para contribuir a mejorar el aprendizaje significativo de los temas.

La finalidad de esta presentación es motivar a los profesores para iniciar una serie de cursos y talleres que contribuyan en la formación continua de los profesores de la Universidad Dorados y por ende en elevar el nivel educativo de los estudiantes.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Reflexionar acerca del rol del profesor en la práctica docente y su influencia en el aprendizaje de los estudiantes.
- Proponer elementos para que el profesor organice y sea un mediador en el encuentro de los estudiantes con el conocimiento.
- Reconocer que los contenidos en sí, presentan dificultades para ser aprendidos de manera significativa.
- Presentar brevemente las diferentes líneas de investigación de la Didáctica Moderna para que sean discutidas y tomadas en cuenta en el diseño de unidades didácticas.
- Definir el aprendizaje Significativo y las condiciones que permiten su logro.
- Conocer las diferentes estrategias de enseñanza y sus aplicaciones en los diferentes momentos de la enseñanza.

JUSTIFICACIÓN

Es bien sabido que en las Instituciones latinoamericanas de educación media y media superior con frecuencia los profesores son profesionales que provienen de diversos campos disciplinarios y el quehacer docente es una opción laboral que se les presenta (Díaz Barriga, 2002), sin embargo, no siempre se tiene la formación adecuada para realizar ésta. *"No han sido enseñados a enseñar",* por lo que generalmente repiten los esquemas que vivieron como estudiantes, o algunas veces, se tiende a enseñar más como se aprendió en la escuela y en la universidad que aplicando las ideas «aprendidas» sobre cómo se debería enseñar (Coppello, 2001).

También es común escuchar los lamentos de los profesores: *"los estudiantes ya no tienen interés por aprender", "ya no llegan motivados por aprender", "no puedo lograr que atiendan", "si no va la amenaza por delante, los estudiantes de plano no hacen nada", "sólo les interesa el relajo", y "ahora con el Ipod y los celulares, sólo distraen a los demás".*

Además, los retos del presente siglo requieren estudiantes con habilidades, capacidades, destrezas y competencias técnicas y organizativas que tienen que desarrollar y/o potencializar para lograr una adecuada inserción en el trabajo productivo, y es en la escuela donde tienen que hacerlo, por eso los profesores tienen que recibir formación y actualización continua que contribuya a brindar una mejor calidad educativa.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario que los profesores conozcan nuevas formas de mirar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de utilizar estrategias basadas en las investigaciones educativas recientes y que han mostrado ser útiles para el logro de Aprendizajes Significativos.

Así como, hacer énfasis en la importancia que tiene la evaluación autorregulación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

CONTENIDO

I. PRIMERA SESIÓN

EL PAPEL DEL PROFESOR COMO MEDIADOR EN EL ENCUENTRO DEL ESTUDIANTE CON EL CONOCIMEINTO

- Reflexión colectiva del papel docente en proceso de enseñanza-aprendizaje.

LAS APORTACIONES DE LA DIDÁCTICA MODERNA

- Las líneas de investigación:

a. Ideas previas,

b. Historicidad de los conceptos,

c. Estrategias de enseñanza-aprendizaje,

d. Los expertos y novatos,

e. La evaluación-regulación,

f. La resolución de problemas en la vida cotidiana.

- Estudio de casos

g. Los modelos en la enseñanza.

h. Aprendizaje cooperativo,

i. Triángulo de Johnstone.

- El enfoque constructivista y sus postulados
- El Aprendizaje Significativo

II. SEGUNDA SESIÓN

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA

- Trabajo cooperativo
- Los objetivos
- Activación de conocimientos previos
- POE
- Preguntas insertadas
- Resúmenes
- Organizadores previos
- Analogías
- Mapas Conceptuales
- Uve de Gowin
- Rúbrica
- Uso de las TIC
- Actividad de autorregulación

REQUERIMIENTOS

- Cañón
- Computadora
- Pizarrón
- Plumones
- Papel bond por pliego o rotafolios (25)

PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Los asistentes al curso serán evaluados de manera continua, pues se pretende que su participación sea activa y retroalimente tanto a participantes como a la profesora en el aprendizaje. Se realizará de manera múltiple utilizando instrumentos como diarios de clase, mapas conceptuales, elaboración de materiales de apoyo como carteles, etc. Finalmente se realizará una actividad de autorregulación, que debe reflejar los logros alcanzados por los participantes.

ACTIVIDAD 1.1 **"Presentación de los participantes"**

OBJETIVO: Integración de los participantes para iniciar la construcción del grupo de trabajo.

Los profesores participantes trabajan por parejas durante 5 minutos, platican sobre su persona, familia, estudios, música favorita, amigos, actividades deportivas, artísticas, culturales etc. Después se forma un círculo y cada compañero presenta ante el grupo al otro compañero con la finalidad de que se conozca todo el grupo incluyendo a la persona que conduce al grupo.

TEMA 1

LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN DOCENTE EN LA FORMACIÓN DE HABILIDADES COGNITIVAS DE LOS ESTUDIANTES

ACTIVIDAD 1.2 **"Retos o desafíos que enfrentarán sus estudiantes en un futuro cercano"**

OBJETIVO: Reconocer la importancia del desarrollo pleno de los estudiantes para enfrentar los retos futuros.

1. Conteste la siguiente pregunta de forma individual: ¿Cuáles son los desafíos o retos que se le presentarán a sus estudiantes?

2. Debe considerar los problemas sociales, políticos, económicos, demográficos, culturales, familiares, ecológicos, religiosos, de salud

pública, educativos. Los temas se encontrarán anotados en la hoja del color del equipo.

3. Una vez que ha contestado la pregunta, forme un equipo de siete personas, mediante una lluvia de ideas compartan sus opiniones, reflexionen sobre el tema y anoten los acuerdos o conclusiones a las que llegaron, después elaborarán un material que represente los acuerdos a los que llegaron en su equipo. Este material será presentado ante el grupo (tiempo aproximado 1:30 minutos)

Actividad 1.2. Ahora que conoce los retos a los que se enfrentarán en un futuro cercano sus estudiantes le recomendamos que en su equipo mediante una lluvia de ideas respondan a la siguiente pregunta: ¿Qué necesitarán sus alumnos para enfrentar los retos planteados en la actividad anterior y por qué?. Se seguirán las mismas recomendaciones para el trabajo en equipo.

Actividad 1.3. Seleccionar del material presentado en la actividad anterior cinco conceptos importantes y escribirlos con letra grande en el fomi que se les entregó.

Actividad 1.4. Pegar de manera desordenada los conceptos en el pizarrón y la profesora facilitará la realización de un mapa conceptual de este tema, explicando al final de la elaboración su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación.

Actividad 1.5. Realizar la actividad de evaluación por autorregulación de “lo que aprendí hoy”. El diario de clase.

RECOMENDACIONES PARA EL TRABAJO EN EQUIPO:

- Los profesores se dividirán el trabajo de manera que todos deben participar (establecer roles).
- Habrá un **secretario** (que toma nota de todo).
- Habrá un **relator** (dirá qué procedimientos se llevaron a cabo para la elaboración del material a presentar).
- Habrá un **expositor** (expondrá el material elaborado a todo el grupo).
- Todos deben cuidar que participen y en algunos casos propiciar la participación mediante preguntas.
- Para la elaboración del material a presentar, deben aprovechar las habilidades de los compañeros (algunos serán hábiles con los dibujos, algunos con las letras, algunos con poemas, etc.)

ACTIVIDAD 2 **"Reflexión de nuestra práctica docente: *¿Por qué los estudiantes no aprenden lo que tanto nos esforzamos en enseñar?".***

OBJETIVO: De esta reflexión se pretende que los profesores tomen conciencia de su papel como mediadores entre el conocimiento y los estudiantes, considerando las dificultades que hay en la enseñanza de los contenidos de las diferentes asignaturas. Además, se mencionarán las diferentes líneas de investigación de la Didáctica Moderna.

Actividad 2.1. Pasan dos profesores al frente, se realiza una lluvia de ideas y los profesores las escriben en el pizarrón. Se presenta mediante el triángulo del aprendizaje. De ahí surgen las diferentes líneas de investigación de la Didáctica Moderna.

ACTIVIDAD 3 **"Presentación de diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje y secuencias de actividades para lograr un aprendizaje significativo de los contenidos*".***

OBJETIVO: Los profesores realizarán una analogía acerca del aprendizaje significativo para una comprensión clara de su significado. Después se presentará un organizador previo para la asignatura de microbiología de alimentos de la carrera LT, y para finalizar una secuencia de actividades experimentales que toma en cuenta varias de las líneas de investigación de la didáctica moderna para el tema específico de presión. Este es un ejemplo de organizador previo que dura sólo unos minutos y sirve para motivar a los estudiantes en el tema, los profesores de otras asignaturas lo pueden usar como ejemplo para realizar organizadores previos de los temas que imparten.

ACTIVIDAD 4 **"Revisión de diferentes tipos de evaluación".**

OBJETIVO:

Los profesores revisarán un ejemplo de rúbrica, valorando su utilidad, así como, realizarán una evaluación por autorregulación del curso-taller.

MATERIAL ADICIONAL

Activador de tácticas y estrategias.

La tarea de enseñar a aprender requiere un considerable esfuerzo por parte de los profesores para determinar qué hay que enseñar, cuándo se enseña a aprender y cómo debemos enseñarlo. Enseñar a aprender significa conseguir que nuestros estudiantes adquieran un dominio en ciertos procedimientos tácticos y estratégicos.

Derry y Murphy, 1986 (en Aparicio 1995), proponen un sistema en el que inicialmente tiene lugar un adiestramiento marginal de estrategias para posteriormente pasar a la enseñanza del contenido de la asignatura en el que se continúa el adiestramiento de estrategias, pero utilizando un método incorporado.

En este sentido propongo el uso de adiestramiento informado, que es aquel en el que se explica a los estudiantes la utilidad de la táctica o estrategia, la razón de su eficacia y cómo y cuándo debe ser utilizada. Y siguiendo la línea de Derry y Murphy, planteo que al inicio sea marginal, de tal manera que el día de clase que se utiliza, se les proporcione información de la estrategia de forma independiente de los contenidos de la asignatura.

En un inicio el profesor es quien controla la lección y el estudiante es consciente del uso de la estrategia, pero después el profesor va concediendo al estudiante el control, hasta que llega a automatizar la estrategia a través de la práctica.

Por lo anterior, propongo como activador de tácticas y estrategias el uso de Mapas conceptuales.

La siguiente información es la que se les proporciona a los estudiantes.

¿Qué son los mapas conceptuales?

En los últimos años, muchos investigadores se han dado a la tarea de comprender la forma en cómo aprendemos y han surgido múltiples teorías, en algunas de las cuales, el punto de partida es la actividad constructiva del alumno a partir de lo que ya conoce y se facilita gracias a la interacción con los otros. La disposición que tengas para aprender será un factor clave, ya que tu actitud influye considerablemente en tu aprendizaje.

Existen varias estrategias de enseñanza-aprendizaje-evaluación, el presente documento se refiere a los mapas conceptuales. Espero te sea útil y de tu agrado.

Los mapas conceptuales son sólo diagramas que indican relaciones entre conceptos, los conceptos pueden estar dentro de figuras geométricas o no, pero deben estar unidos mediante una línea que nos indica que existe una relación entre los conceptos; sobre la línea se ponen palabras clave para explicar la relación que hay entre los conceptos. Puedes poner flechas para indicar la dirección de las relaciones.

Los conceptos que coloques en tu mapa los puedes ordenar poniendo el más importante arriba, y los siguientes en la parte inferior, a esto se le llama modelo jerárquico. Pero si quieres lo puedes hacer de algún otro modo, sin embargo debe quedar claro en el mapa cuáles son los conceptos más importantes y cuáles los secundarios.

¿Para qué nos sirven?

Nos sirven para organizar los conocimientos que situamos en la memoria de largo plazo, se empieza de lo más simple y cada vez se van tornando más complejos a medida que se va avanzando. No te desesperes, al inicio será algo nuevo y diferente, pero los iremos haciendo juntos, se requiere de práctica y de un trabajo guiado, después notarás que será más fácil hacerlos, e incluso los podrás utilizar en otras asignaturas. El propósito de su realización es que aprendas una estrategia de enseñanza-aprendizaje-evaluación basada en investigaciones educativas que ha demostrado ser útil. Se requiere la toma de conciencia de que el responsable de tu aprendizaje eres tú, y es de esperarse que te involucres, realices un esfuerzo y verás que el beneficio será el de mejorar tu aprendizaje.

Los mapas conceptuales pueden ser utilizados para organizar una clase, para entender los conceptos durante la clase o como síntesis de la clase. O sea los podemos usar antes, durante o después de la clase.

¿Cómo construir un mapa conceptual?

1. Identifica los conceptos claves del contenido que vas a mapear y pónlos en una lista. Limita el número de conceptos entre 10 y 15.

2. Ordena los conceptos poniendo el (los) más general (es), más inclusivo(s), en el tope del mapa y gradualmente ve colocando los demás hasta completar el mapa según el modelo de la diferenciación progresiva. Algunas veces es difícil identificar los conceptos más generales, más inclusivos; en ese caso, es útil analizar el contexto en el cual los conceptos se están considerando o tener una idea de la situación en la que esos conceptos deben ser ordenados.

3. Si el mapa se refiere, por ejemplo, a un párrafo de un texto, el número de conceptos está limitado por el propio párrafo. Si el mapa se refiere a su conocimiento además del texto, pueden incorporarse al mapa conceptos más específicos.

4. Conecta los conceptos con líneas y rotula las líneas con una o más palabras claves que definan la relación entre los conceptos. Los conceptos y las palabras deben fomar una proposición explicitando el significado de la relación.

5. Evita palabras que sólo indican relaciones triviales entre los conceptos. Busca relaciones horizontales y cruzadas.

6. Ejemplos específicos pueden agregarse al mapa debajo de los conceptos correspondientes. En general, los ejemplos quedan en la parte inferior del mapa.

7. En general, el primer intento de mapa tiene una simetría pobre y algunos conceptos o grupos de ellos están mal ubicados respecto a otros que están más estrechamente relacionados. Reconstruir el mapa es útil en ese caso.

8. No existe una única manera de trazar un mapa conceptual. A medida que cambia la comprensión de las relaciones entre los conceptos, el mapa también cambia. Un mapa conceptual es dinámico, refleja la comprensión conceptual de quien hace el mapa en el momento en el que lo hace.

Comparte tu mapa conceptual con tus compañeros y examina los mapas de ellos, aclara significados, pregunta significados, el mapa conceptual es un buen instrumento para compartir, intercambiar y "negociar" significados (Moreira 1997).

BIBLIOGRAFÍA

APARICIO, J. (1995). Enseñar a aprender: el adiestramiento de tácticas y estrategias de aprendizaje. En Rodríguez Moneo (Ed.). El papel de la psicología del aprendizaje en la formación inicial del profesorado. Madrid, ediciones de la UAM.

CILIBERTI, N. Y GALAGOVSKY, L. (1999). Redes conceptuales como instrumento para evaluar el nivel de aprendizaje conceptual de los alumnos. Un ejemplo para el tema de Dinámica, Enseñanza de las Ciencias, Vol. 17(1), pp. 17-29.

DÍAZ BARRIGA, A., HERNÁNDEZ, G. (1998). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México, Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.

GALAGOVSKY, L., CILIBERTI, N. (1994). Redes conceptuales: su aplicación como instrumento didáctico en temas de Física, Enseñanza de las Ciencias, Vol. 12(3), pp.338-349.

MOREIRA, M. A. (1997). La teoría del Aprendizaje Significativo. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grand do Sul, Brasil. Texto de Apoyo n° 6.

NOVAK, J. D., (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender, Enseñanza de las Ciencias, Vol. 9(3), pp. 215-228.

ONTORIA, A., MOLINA, A., DE LUQUE, A., (1996). Los mapas conceptuales en el aula. Argentina. Colección respuestas educativas-Serie Aula EGB.

"EL DIARIO DE CLASE"

INSTRUMENTO QUE FAVORECE LA AUTOEVALUACIÓN

Se pide que respondan a tres tipos de preguntas, en una página como máximo:

1) ¿Qué he aprendido?. ¿Qué ideas he cambiado respecto a las que tenía al principio?.

2) ¿Cómo lo he aprendido?. ¿Entre las cosas que he hecho, cuál es la que me ha llevado más a "darme cuenta" del cambio de mis ideas?.

3) ¿Qué ideas, aspectos... aun no entiendo bien, no estoy demasiado de acuerdo con ellas, o no sabría explicar?.

Material elaborado por Neus Sanmartí

ANEXO 2. DIARIO DE CLASES

ALGUNAS IDEAS DE LOS PROFESORES QUE PARTICIPARON EN EL CURSO:

1. "Hoy aprendí como iniciar una clase a partir de técnicas como conocimientos previos, con la técnica de lluvia de ideas, la POE, me parece interesante la técnica de la línea del tiempo, considero que este taller llenó mis expectativas debido a que me permitió analizar aún más mi quehacer docente, sobre cómo se imparten las clases y la manera en como lograr que los alumnos adquieran un aprendizaje significativo, la importancia de la motivación constante, propiciar la integración de los alumnos para trabajar en equipos, una de sus estrategias que más me llamó la atención es la "V", con sus ejemplos me permitió ver como introducir al alumno al tema sin iniciar dando lo mismo".

2. “Lo que aprendí hoy: Educación integral implantada como técnica actual, línea de las ideas previas, estructurar el conocimiento con ideas centrales, claras, objetivas y analíticas con base en los conocimientos previos, tomar en cuenta al alumno situando las ideas a su nivel, tomar modelos, e identidades que mejoren la calidad de mi enseñanza, efectuar equipos didácticos”.

3. “Lo que aprendí el día de hoy fue la técnica del POE, pienso que va a ser de gran utilidad, puesto que se puede aplicar a diversos temas y actividades. Además de la estrategia del Mapa conceptual, junto con la línea del tiempo, aprendí que debo enfocarme en los contenidos para lograr que el alumno logre un aprendizaje, el aplicar dinámica de grupo para la convivencia, participación y socialización del alumno. Permitirle al alumno tocar o ser participe de su desarrollo educativo”.

4. “Aprendí una serie de ideas nuevas para la participación de los alumnos, los mapas conceptuales entendí que sirven para organizar los conocimientos y memorizar, se empieza de lo más simple y cada vez se van tornando más complejos, me gustó y estuvo muy interesante y bonito”.

5. “Que aprendí hoy: La importancia y relevancia de usar la estrategia correcta que motive y ayude a los estudiantes a adquirir un conocimiento provechoso y acertado que les permita aplicar en su formación académica total y no sólo n una materia específica. Así como la importancia de que un docente se percate de que existen muchas herramientas a utilizar que van con la tendencia moderna de evaluación y que nos aleje de las técnicas tradicionalistas o que se complementen con ellas”.

6. “La importancia del papel docente en cualquier nivel educativo, ya que quien debe empezar por la estrategia de enseñanza es el profesor, debemos aprender esta estrategia para poder trabajarla junto con los alumnos y finalmente elaborar todos como equipo una estrategia más enriquecida con mapas conceptuales y mentales”.

7. “Formas diferentes de presentar las clases, en cuyo objetivo es encontrar la inquietud de los jóvenes, todo fue nuevo o diferente”.

8. “Me llevo estrategias muy buenas para trabajar con los niños, aunque también algunas ya las conocía y las aplico en mi aula, lo más destacable en nunca perder el hilo de que para que exista un aprendizaje realmente significativo, debe haber total disposición por

parte del profesor para que los contenidos queden fortalecidos y aprendidos por el alumno".

9. "Aprendí que es muy importante conocer las estrategias de enseñanza-aprendizaje para poder emplear mejor en la didáctica y dejar a un lado el método tradicional de enseñanza-aprendizaje, donde el maestro es el centro de atención, y que es un método que tenemos desde la época feudal, donde el maestro se convierte en el único que dicta todo y el alumno permanece en forma pasiva. Y con el nuevo método de enseñanza aprendizaje el maestro se convierte en el guía, en un facilitador y el alumno es el centro de atención, al convertirse en un alumno activo que participa en la clase y deje a un lado esa actitud pasiva".

10. "Me pareció muy interesante, sobretodo se ha convertido en un reto personal de cómo aplicar estas nuevas estrategias a mi área, me encantó lo de la autoevaluación, lástima que esto sea sólo un principio y no podamos profundizar más, aunque creo que es labor de cada uno ahondar en el tema y buscar las maneras más adecuadas para nuestros alumnos. Tu calidad humana ha sido lo más importante que nos has aportado".

11. "Aprendí lo que es un aprendizaje cooperativo, significativo, conductista, constructivista, desarrollar más mis habilidades, evaluar en forma de POE, conocer las ideas previas".

12. "Aprendí que el interés que tengo hacía el aprendizaje de mis alumnos tiene nombre y se llama Mapa Conceptual y creo que no estaba en el error de mis clases didácticas".

13. "Valoré mi papel como maestro "Guía" en el proceso de aprendizaje de mi alumnos, así como la importancia que tiene en su desarrollo. De la misma manera, aprendí que mis clases debe tener más un sentido práctico para que el alumno obtenga un conocimiento significativo sobre los temas que pretendo que aprendan; para lo cual puedo aplicar varios métodos o estrategias como mapas conceptuales, el trabajo por pares o en equipo que son muy importantes, la línea del tiempo, la autoevaluación. También hay que tener en cuenta líneas de investigación como ideas previas, expertos y novatos, entre otras. Aprendí también a utilizar estrategias como POE (predice, observa, explica), lo que me pareció muy importante porque logras captar por completo la atención del alumno y al mismo tiempo logras en él un aprendizaje significativo".

14. “Aprendí hoy nuevas estrategias de enseñanza que me permitirán mejorar no sólo las clases, sino que también las actitudes de mis alumnos, gracias por su apoyo”.

15. “Me parecieron muy interesantes las muestras que hizo en clase y creo que los mapas conceptuales es una herramienta muy útil para un aprendizaje más sencillo”.

16. “Aprendí nuevas técnicas de enseñanza para trabajarlas en grupo, pero algo que recordé es que tengo que permitir que el alumno pueda predecir antes de observar y posteriormente explicar, aprendí que no es lo mismo técnica que estrategia, me parecieron muy buenas las estrategias, deseo que siga haciendo este tipo de cursos para enriquecernos de conocimiento como docentes y poderlo aplicar dentro del aula o fuera. Una de las formas de evaluar que me agrado es la KPSI, deseo conocer más formas de evaluación”.

17. “El día de hoy aprendí que el inicio de las sesiones en el aula la tienen que dar los alumnos a través de exponer el tema e invitarlos a que realicen comentarios para detectar sus ideas previas, así mismo, para ellos es más motivador que el profesor utilice estrategias como POE, también la línea del tiempo es más fácil utilizar papelógrafos en el salón, los mapas conceptuales y su utilización con los alumnos es de igual manera relevante pues permite a los alumnos organizar su propio aprendizaje. En lo personal me dejó herramientas que pueden ser útiles en la enseñanza-aprendizaje de mis alumnos como propio”.

18. “Lo que aprendí fue sobre los mapas conceptuales que sirven para organizar la información de manera explícita y clara, me parece muy buena técnica para dar la clase, los experimentos estuvieron muy interesantes, es una demostración de cómo dar nuestras clases, mi compromiso ahora es aplicar lo que aprendí como los mapas conceptuales, trabajo en equipo y mejorar cada día”.

19. “Yo aprendí que como profesores de cualquier materia tenemos muchas herramientas para poder transmitir un conocimiento significativo a nuestros alumnos. El importante buscarlos y hacer uso de ellos. Creo que hay que ponernos las pilas siempre para lograr un interés de parte de los alumnos hacía la materia”.

20. “Hoy aprendí que para dar o explicar un tema es necesario saber qué conocimientos traen consigo los alumnos, que podemos hacer un experimento sencillo para introducirlos al tema, que es más rico y satisfactorio para los alumnos trabajar en equipo. También, que al

finalizar un tema ellos hagan una autoevaluación y con eso nos damos cuenta qué es necesario reafirmar. Conocí diferentes estrategias para trabajar, como el mapa conceptual ya que está completo y les es más claro a los alumnos entender".

21. "aprendí a hacer más dinámica mi clase, lo mismo que hacer que los maestros se comprometan más a hacer planeaciones de clases y más dinámicas. Aprendí a cómo se puede desarrollar más el conocimiento en el alumno.

LA FORMACIÓN DOCENTE DE LOS PROFESORES UNIVERSITARIOS DE CIENCIAS. APORTES DESDE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Andrea Soledad Farré y María Gabriela Lorenzo

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica CIAEC. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

E-mail: ciaec@ffyb.uba.ar

RESUMEN. Presentamos una reflexión sobre la formación docente del profesorado universitario, a la vez que defendemos la investigación en didáctica de las ciencias como una estrategia de aproximación al problema. A modo ilustrativo incluimos algunas acciones concretas implementadas por nosotros, que muestran una articulación posible entre investigación y formación y viceversa.

PALABRAS CLAVE: Formación docente, universidad, didáctica específica, investigación didáctica de las ciencias.

ABSTRACT. We present a reflection about the educational formation for the university teaching staff. Simultaneously, we defend science education research as a strategic approach to the problem. Some concrete actions implemented by us were included in order to point out a possible joint between research and education, and vice versa.

KEY-WORDS: Teachers training, university, studies on pedagogical content knowledge, science education research.

1. INTRODUCCIÓN

Si de reconocimiento a la labor docente se trata, parece que los *profesores universitarios* son los que mayor prestigio social han recibido a pesar de que en la mayoría de los casos no hayan realizado estudios de formación pedagógica (Jackson, 2002). Esto ha llevado a la creencia generalizada entre muchos de los docentes que no se necesita más que una buena formación disciplinar para poder enseñar. Pero, este mito compartido ha empezado a resquebrajarse en los últimos años y los universitarios han emprendido el camino de la formación docente para convertirse en profesores. Algunos autores ya han reclamado la necesidad de la formación pedagógica de los docentes universitarios (Campanario, 2002, Zabalza, 2007).

En muchos países esta tendencia ha llevado a la implementación de dispositivos de capacitación con mayor o menor éxito, despertando seguidores y detractores. Entre los que reniegan de estos cursos aluden a que no aportan mejoras tangibles ni a la práctica, ni a su propia motivación, ni se refleja en el aprendizaje de sus alumnos.

Lamentablemente, hemos de reconocer que parte de razón llevan estos reclamos. Las investigaciones en didáctica de las ciencias en el nivel universitario son las menos y muchas muestran que la formación docente no es una variable que incida de manera tan importante, como por ejemplo, la antigüedad en el ejercicio de la enseñanza.

Otro punto es el lugar que ocupa o debería ocupar la investigación en didáctica de las ciencias. Tanto especialistas como profesores elevan sus quejas sobre el poco impacto de los resultados de la investigación sobre la práctica aúlica (Gil y Pessoa, 2000). Duit (2007) pregona una revisión de los fundamentos y de las metodologías de la investigación en didáctica. Plantea como necesario este ejercicio de reflexión para consolidar la investigación en didáctica de las ciencias (*science education*) como un campo con identidad propia; y para generar conocimiento útil tanto para el desarrollo del área como de la práctica docente.

La universidad constituye un recorte particular del objeto educativo, y en particular los contenidos aquí cobran una singular importancia. A diferencia de lo que ocurre en el nivel secundario, donde uno de los propósitos principales es conseguir una alfabetización científica para todos los estudiantes, en el nivel universitario se debería garantizar la idoneidad profesional de sus egresados. Esto implica, que los resultados de las investigaciones en cuestiones de didáctica de las ciencias experimentales en el nivel medio y aún en el de formación de profesores no pueden aplicarse en el nivel universitario si no media en el proceso una adecuada transposición de los mismos.

Nuestra percepción es que sabemos poco sobre cuáles son los problemas y las necesidades reales de formación docente para los profesores universitarios; mientras ellos demandan técnicas mágicas que solucionen sus asuntos, los problemas de fondo permanecen inexplorados.

En nuestro doble rol como formadoras de profesores universitarios[1] e investigadoras en didáctica de las ciencias, nos pareció oportuno aunar esfuerzos para que los problemas y las soluciones que surgieran de una parte, retroalimentaran y enriquecieran a los de la otra. Conocer lo que sucede en las aulas de ciencias, nos acerca a los problemas de los docentes y nos ayuda en la planificación de su capacitación. Así, encaramos investigaciones en contexto (de Jong, 1996) que nos permitan plantear estrategias de intervención pedagógica.

El obejtivo de este trabajo es mostrar algunas estrategias posibles para articular la investigación didáctica con la capacitación de profesores en actividad de una manera reflexiva. No se trata por tanto, de un informe de

[1]Carrera Docente: Didáctica de las Ciencias de la Salud y Curso de Capacitación y Formación Docente de Química Orgánica I

investigación, por lo que no se ha profundizado en aspectos metodológicos más allá de lo necesario para contextualizar el problema abordado. En particular, presentamos algunas acciones que abordaron la problemática de la enseñanza universitaria de las ciencias de un modo sistémico considerando las interrelaciones entre la formación docente del profesorado y la investigación en didáctica de las ciencias. Si bien nuestros resultados son necesariamente acotados al terreno investigado, creemos que son una manera fructífera de afrontar el tema.

2. METODOLOGÍA

Del amplio territorio de la educación universitaria, circunscribimos esta presentación a un primer curso de química orgánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Argentina[2]. Planteamos un enfoque multidimensional para dar cuenta de las características del profesorado, su contexto de actuación y sus relaciones con el estudiantado. Atravesamos nuestro objeto de estudio con distintas miradas para conseguir una visión holística de la problemática abordada. Dentro de las estrategias utilizadas para investigar lo que ocurre en el salón de clases, empleamos las siguientes:

Análisis del discurso en clase: Dada la importancia del discurso en la construcción de significados compartidos, analizamos registros conversacionales completos, enfocándonos en *lo que dicen* los profesores, con un doble propósito: a) Reconocer las estrategias comunicativas utilizadas en el aula al introducir nueva información (Lorenzo y Rossi, en prensa) analizando el uso de preguntas (Reverdito y Lorenzo, 2007). b) Como una nueva metodología para describir las concepciones de los profesores universitarios sobre la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje.

Aplicación de cuestionarios: Para evaluar creencias sobre imagen de la ciencia, teoría del aprendizaje y enseñanza, aplicamos el cuestionario INPECIP diseñado por Porlán (1989) y validado en estudios posteriores (Porlán, y col., 1997, 1998), adaptado por nosotras teniendo en cuenta nuestro contexto (Abasolo y col., 2007, Lorenzo y Rossi, 2008).

Análisis de libros de texto: Los textos son uno de los recursos que se utilizan y se han utilizado con mayor frecuencia por los profesores universitarios para ordenar su práctica áulica y moldear el curriculum de la asignatura. En particular, analizamos la evolución histórica del lenguaje y las representaciones para algunos conceptos relevantes de la química orgánica (Pozo y Lorenzo, en prensa, Farré y Lorenzo, 2007) y los modos en que la Historia, la Filosofía y la Epistemología de la ciencia aparecen o no en libros de texto.

[2]Para mayor información consultar URL http://www.ffyb.uba.ar

Investigación de los procesos y resultados de los aprendizajes de los estudiantes: Evaluamos las respuestas de alumnos a diferentes tareas escritas para evidenciar cómo diversos factores podrían afectar sus aprendizajes. Intentamos ver las posibles vinculaciones entre las explicaciones del profesor y el aprendizaje de sus alumnos (Lorenzo y col., 2007, en prensa) y las dificultades derivadas de los contenidos disciplinares vinculadas al lenguaje químico (Jacob, 2001, Johnstone, 2000, Farré y Lorenzo, 2008).

3. Resultados y Discusión

Nuestros resultados aportan elementos descriptivos, explicativos y prescriptivos útiles a la formación y capacitación de los profesores universitarios de ciencias experimentales.

- El instrumento de indagación condiciona los resultados. Por ejemplo, al investigar las concepciones de los docentes a partir del análisis de su discurso en clase, considerando en un extremo ideas empiristas/positivistas más representativas de un modelo educativo tradicional y concepciones relativistas sobre la ciencia, propias de un modelo más constructivista, se evidenció que las profesoras con mayor experiencia y formación docente respondieron más al primer modelo, mientras que las más noveles, más cerca del segundo. Así, parece haber una correlación entre las concepciones y la generación de pertenencia de las profesoras más que a su formación pedagógica.

- Cuando aplicamos el cuestionario INPECIP modificado, aunque conviven en un mismo docente creencias que responden a ambos modelos, predominaron las ideas de tipo constructivista, a diferencia de otros trabajos presentes en la literatura. Esto podría interpretarse considerando un origen diferente de las concepciones: Las ideas tradicionales, construidas a lo largo de la escolarización del profesor que carecen de la reflexión consciente y las ideas constructivistas producto de los cursos de actualización.

- En cambio, cuando utilizamos el análisis del discurso surgieron algunas ideas que subyacen a la práctica, sin las presiones de las respuestas prefabricadas, permitiendo un análisis más versátil y profundo.

- Otro aspecto es que la formación docente incide de manera variable en la práctica. La exposición densa en conceptos y nuevo vocabulario técnico, con pobre referencia a la historia de la química orgánica fue la estrategia mayormente utilizada para introducir nueva información. Los profesores con formación docente presentaron una macroestructura de clase organizada y coherente, recurriendo a preguntas de tipo retórico referidas al contenido. En cambio, aquellos con menor formación pedagógica, utilizaron una estructura más flexible fomentando la participación de sus

alumnos a través de preguntas de mayor demanda cognitiva, enfatizando en los procesos y procedimientos propios de la asignatura, y en el uso de verbos de pensamiento.

- El análisis de los libros de texto permite comprender muchas de las características mostradas por los profesores, como la densidad de conceptos. Además, muchas veces confundían a la representación gráfica con el concepto que representaba obstaculizando la comprensión de los estudiantes-lectores poco entrenados en la lectura de textos científicos. También, a pesar del enfoque histórico utilizado para presentar algunos de conceptos, por ejemplo el de aromaticidad, no se explicitaba cómo se pasó de una teoría a la otra. En los libros de la última década, la explicación se basaba únicamente en las teorías consensuadas por los científicos, presentándose la información como una verdad acabada, con palabras precisas, contando hechos acreditados y con un número menor de representaciones diagramáticas en comparación con ediciones anteriores. A la vez, se omitía al científico detrás de la idea, y con él, a un conjunto de elementos y situaciones que justifican el desarrollo y el predominio de ciertas teorías sobre otras.

- Por último, nuestros estudios sobre los procesos y resultados de los aprendizajes de los estudiantes indicaron que su capacidad para elaborar respuestas a tareas concretas está condicionada por la actuación del profesor. Independientemente del estilo docente, sus explicaciones contribuyen a mejorar tanto la cantidad como la calidad de las respuestas de sus alumnos. Este efecto perdura en el tiempo principalmente en el uso del lenguaje químico, y en el aprendizaje de procedimientos intelectuales (Lorenzo y col, 2001) como un mayor procesamiento de la información gráfica presente en las notaciones químicas.

4. Conclusiones y Reflexiones finales

La universidad debe asumir su responsabilidad social como agente capaz de generar espacios de reflexión didáctica y jerarquización para la formación de sus profesores. Para ello, no pensamos en políticas autoritarias, sino en generar estructuras democráticas de participación para que los docentes adquieran conocimientos y herramientas para desarrollarse profesionalmente.

El trabajo en escenarios concretos ofrece situaciones reales susceptibles de ser abordadas desde la investigación didáctica. Así, la investigación tradicional que busca la promoción general del conocimiento se enriquece con los aportes de la investigación aplicada (Bucat, 2004).

El abordaje de la problemática a través de metodologías complementarias permite conocer sus distintos aspectos para emplearlos como objeto de análisis con el fin de lograr un mayor desarrollo profesional que permita

integrar actividades complejas como la práctica áulica y la reflexividad (Vázquez y col., 2007). No planteamos aquí, utilizarlos para hacer una valoración de la práctica de los profesores ni para detectar errores que conduzcan al conflicto cognitivo, ya que esto ha resultado perjudicial y hasta contraproducente para la capacitación de profesores (Mellado, 2004). Muy por el contrario, atendemos a la detección de temas cruciales para describirlos, categorizarlos y finalmente poder reflexionar sobre ellos con los profesores.

El espacio de la didáctica de las ciencias resulta propicio para esto. Es el lugar indicado para repensar la enseñanza de las ciencias a la luz de los resultados de la investigación y también a través del análisis de la propia práctica. Por eso, la metacognición y el enseñar enseñando se muestran como herramientas insustituibles.

Poder transformar aquellos conocimientos construidos en el campo de la investigación científica, tanto del campo disciplinar como de las didácticas específicas, en propuestas que puedan concretarse en el aula, es un desafío que a la vez que jerarquiza a los profesores mejora el aprendizaje de la ciencia. Docentes, estudiantes e investigadores deberíamos encontrar nuevas y mejores formas de comunicarnos, para encarar el estudio de la ciencia a través del diálogo y el trabajo conjunto. Con ello, mejoraríamos la educación científica pero fundamentalmente, nuestra formación como ciudadanos comprometidos con el mundo donde vivimos.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos UBACYT B-051(2004-2007), PICT 2005 N° 31947 FONCyT-ANPCyT y SEJ2006-15639-C02-01/EDUC.

6. Referencias Bibliográficas

ABASOLO, I., BEKERMAN, D. y LORENZO, M.G. (2007) Tendencias epistemológicas en los profesores de ciencias. Un estudio empírico comparativo, *V Jornadas Internacionales para la Enseñanza Universitaria de la Química*, Chile, 13-16 noviembre.

BOLÍVAR, A. (2005) Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas, *Profesorado. Revista de Currículum y formación de profesorado*, 9 (2). http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART6.pdf (consultado por última vez, 20/09/07).

BUCAT, R. (2004) Pedagogical content knowledge as a way forward: Applied research in chemistry education, *CERP,* 5 (2), 215-228.

CAMPANARIO, J. (2002) Asalto al castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 315-325.

De JONG, O. (1996) La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: Nuevos enfoques, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 279-288.

DUIT, R. (2007) Science education research internationally: Conceptions, research methods, domains of research, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education,* 3 (1), 3-15.

FARRÉ, A.S. y LORENZO, M.G. (2007) Evolución histórica de la representación del concepto de aromaticidad en libros de texto universitarios: El caso del benceno, *V Jornadas Internacionales para la Enseñanza Universitaria de la Química,* Chile, 13-16 noviembre.

FARRÉ, A.S. y LORENZO, M.G. (2008) El análisis del discurso del profesor como una nueva metodología para la detección de concepciones sobre la ciencia, *IX Seminario Internacional de Epistemología, Cognición y Enseñanza de las Ciencias*, México, 26 junio.

GIL, D. y PESSOA, A.M. (2000) Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias, *Educación Química*, 11(2), 250-257.

JACKSON, P. W. (2002) *Práctica de la Enseñanza*. Avellaneda: Amorrurtu.

JACOB, C. (2001) Analysis and Synthesis. Interdependent Operations in Chemical Language and Practice, *HYLE*, 7(1), 31-50.

JOHNSTONE, A. H. (2000) Teaching of chemistry-logical or psychological? *CERP in Europe*, 1 (1), 9-15.

LORENZO, M.G., REVERDITO, A., PERILLO, I. y SALERNO, A. (2001) Los contenidos procedimentales en el laboratorio de química orgánica para la formación docente, *Journal of Science Education,* 2(2), 102-105.

LORENZO, M.G. y ROSSI, A.M. (2008) ¿Qué creen los profesores de ciencias naturales acerca de la ciencia y su aprendizaje?, *IX Seminario Internacional de Epistemología, Cognición y Enseñanza de las Ciencias*. México, 26 junio.

LORENZO, M.G. y ROSSI, A.M. (2008) Construcción de conocimieto en aulas universitarias: Un estudio desde el discurso en clases de química. En *Epistemología, Cognición y Enseñanza de las Ciencias.* México. (en prensa)

LORENZO, M.G., SALERNO, A. y BLANCO, M. (2007) La explicación en clases universitarias de química orgánica. Los compuestos aromáticos, *V Jornadas Internacionales para la Enseñanza Universitaria de la Química*, Chile, 13-16 noviembre.

LORENZO, M.G., SALERNO, A. y BLANCO M. (2009) ¿Puede aprenderse química orgánica en la universidad presenciando una clase expositiva?, *Educación Química.* (en prensa)

MELLADO, V. (2004) ¿Podemos los profesores de ciencias cambiar nuestras concepciones y prácticas docentes?, *I Congreso Internacional para la Enseñanza de la Biología*, Buenos Aires, 7-9 octubre.

PORLÁN, R. (1989) *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*, Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.

PORLÁN, R., RIVERO, G. y MARTÍN, R. (1997), Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, I: Teoría, métodos e instrumentos, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2) 155-171; (1998) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias , 16* (2), 271-288.

POZO, J.I., y LORENZO, M.G. (2008)Representing organic molecules: The use of chemical languages by university students. En E. Teubal, N. Schever, M. P. Perez Echeverría y C. Andresen (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knoledge.* Londres: Sence Publication. (en prensa)

REVERDITO A. y LORENZO M. G. (2007) La pregunta como herramienta del discurso del profesor en la enseñanza universitaria de la química, *V Jornadas Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química*. Santiago de Chile, 13-16 noviembre.

VÁZQUEZ, B., JIMÉNEZ, R. y MELLADO, V. (2007) El desarrollo profesional del profesorado como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad, *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 4 (3), 372-393.

ZABALZA, M. A. (2007) *Competencias docentes del profesorado universitario*, Madrid: Narcea.

PALABRAS DESDE EL CAMINO:

RECONSTRUCCIÓN DE UNA EXPERIENCIA DE INVESTIGACIÓN COLABORATIVA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

Enseño porque busco, porque indagué, porque indago y me indago…

Paulo Freire

Mengascini, A.; Cordero, S.; Marsiglia, M.; Herrero, G. y Dumrauf, A.

RESUMEN

Esta comunicación presenta la reconstrucción de una experiencia de investigación colaborativa en educación en ciencias naturales realizada entre docentes de diferentes niveles educativos. Se identifican las etapas recorridas y se reflexiona sobre los logros y las dificultades en cada una de ellas.

PALABRAS-CLAVE: investigación colaborativa, investigación-acción, sistematización de experiencias, formación docente

ABSTRACT

In this article we reconstruct a collaborative research project in science education. It was developed by teachers of different educative levels. We identified stages and reflect about difficulties and achievements in each of them.

¿Qué podemos cambiar de nuestras prácticas de enseñanza? ¿Cómo podríamos mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en distintos niveles educativos? La historia de las innovaciones educativas muestra diversos caminos en la búsqueda de mejoras en la escuela. Sancho *et al* (1998) dicen: *"las innovaciones siempre aparecen vinculadas a cuestiones ideológicas, sociales y económicas y (...) dependen, para ser consideradas como tales, de la coyuntura en la que emerjan, de quiénes sean sus promotores y de la incidencia y la extensión que adquieran"*.

El objetivo de esta comunicación es describir y reflexionar acerca del proceso desarrollado como equipo de investigación colaborativa, interesado en analizar y renovar nuestras prácticas de enseñanza de las ciencias naturales, en un contexto de sucesivas macro-reformas curriculares de la educación argentina. En contraposición a estas innovaciones impuestas *"de arriba hacia abajo"*, decidimos desarrollar un trabajo conjunto de reconstrucción de nuestras prácticas de enseñanza entre docentes-investigadoras de Educación Primaria, Secundaria y

Formación Superior Universitaria y no Universitaria. El vínculo colaborativo se inició en 2004, a través de instancias de actualización docente, y continúa hoy como proyecto de investigación.

Sin desconocer la influencia de las condiciones materiales de trabajo y la responsabilidad estatal en su sostenimiento, acordamos que *"el cambio en educación depende de lo que los profesores hagan y piensen. Es tan simple y complejo como esto"* (Fullan, 1982). En ese sentido reconocemos el papel fundamental de los y las docentes como promotores/as del cambio.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EXPERIENCIA

Reconocemos cuatro etapas en el proceso recorrido a lo largo de cuatro años:

1. Gestación del espacio
2. Conformación del equipo, desarrollo de instancias formativas y primeras producciones propias
3. Inicio de la sistematización y salida hacia el exterior del espacio del proyecto
4. Ampliación de la población docente involucrada y focalización del objeto de estudio hacia las prácticas de enseñanza con abordajes experimentales

A continuación describiremos cada una, los logros y las dificultades vivenciadas y presentaremos las reflexiones que, conjuntamente, elaboramos.

GESTACIÓN DEL ESPACIO

En 2004 comenzó el vínculo entre las docentes investigadoras de la Universidad Nacional de La Plata y las organizadoras del Postítulo de Actualización Académica "El desafío del área de ciencias naturales", del Instituto Superior de Formación Docente (ISFD) Nº 168 de Dolores[1]. Se apuntaba a ofrecer formación continua para docentes enfrentados a la dificultad de desarrollar espacios curriculares areales en el 3º Ciclo de la Educación General Básica[2] (para alumnos de 12 a 14 años, parte de la actual Educación Secundaria[3]). A partir de allí, comenzamos a gestar la idea de construir un espacio de reflexión y trabajo conjunto entre las

[1]Perteneciente a la Unidad Académica "Victoriano Montes", que abarca instituciones desde Preescolar hasta Formación Superior no universitaria. La ciudad de Dolores se ubica a 200 Km. de La Plata (Buenos Aires, Argentina).
[2] La Educación General Básica, de los 6 hasta los 15 años, se estableció como nivel obligatorio de escolaridad con la aprobación de la Ley Federal de Educación de 1994.
[3] Esta reestructuración se establece por la nueva Ley Nacional de Educación en 2007.

docentes investigadoras universitarias, las docentes organizadoras del posgrado y los cursantes.

En tal sentido, paralelamente al desarrollo del Postítulo en 2005, intentamos propiciar la constitución de un equipo de investigación-acción colaborativa. Vislumbrábamos a la investigación-acción como la perspectiva teórico-metodológica más adecuada a los fines que estábamos delineando, ya que considerábamos, como Suárez Pazos (2002) que, *"…cuando el profesor explora las prácticas educativas de las que es responsable, reflexiona sobre ellas, identifica problemas, establece y pone en marcha estrategias de acción, recoge evidencias y analiza los efectos del cambio, está provocando mejoras no sólo en las prácticas educativas sino también en su formación como docente"*.

Sin embargo, esta intención se vio frustrada ante las dificultades de las y los docentes para asumir nuevas responsabilidades sumadas a la culminación del Postítulo mencionado.

A pesar de este obstáculo inicial, estos dos años constituyeron un período de aprendizaje y reconocimiento. Todas proveníamos de diferentes trayectos formativos y teníamos experiencias de aula distintas. Compartíamos claramente la búsqueda del enriquecimiento mutuo, desde las ganas de hacer/pensar algo juntas, de generar un movimiento que alterase la rutina, rompiera los vallados, de un pensar colectivo de trabajo. Para las docentes universitarias fue una etapa de inmersión inicial en las lógicas, problemáticas, posibilidades y limitaciones de una institución escolar multinivel en un contexto geográfico diferente del propio; para las docentes del ISFD, una aproximación a nuevas miradas de la práctica docente desde un rol de investigación; la construcción de fuertes vínculos intra e interinstitucionales como motores de aprendizaje, y la vivencia de incertidumbres y contradicciones propias de una cultura escolar donde predomina la tarea de enseñar y no está instituido el desarrollo de capacidades investigativas.

Estos obstáculos parecen relacionarse con lo que Ezpeleta (1998) analiza como silenciamientos de orden colectivo, con carácter de convención implícita, en instituciones escolares. Uno de éstos es enunciado como *"La escuela como centro del cambio. Cómo poner el foco en el trabajo pedagógico de un colectivo docente"*. Implica revertir el encierro del docente en la enseñanza, en el ámbito del aula, para ubicarse como perspectiva y parte en el funcionamiento del grupo institucional. Otro silencio es *"Lo que no se dice de la racionalidad pedagógica, del trabajo en equipo y del trabajo individual en las escuelas"*, considerando aspectos del orden relacional. Ésta es una de las más cuidadas zonas de silencio en la tradición escolar: implica la necesidad de aprender a trascender el trabajo

individual para la constitución de equipos docentes y el intercambio de saberes como una situación significativa.

CONFORMACIÓN DEL EQUIPO, DESARROLLO DE INSTANCIAS FORMATIVAS Y PRIMERAS PRODUCCIONES PROPIAS

A fines de 2005 decidimos institucionalizar el proyecto como forma de superar el fracaso del año anterior. Y durante 2006 logramos concretar la conformación del equipo de investigación vinculándola a la realización de una nueva convocatoria, enmarcada en un Proyecto Institucional de Articulación entre los diversos niveles de la Unidad Académica.

El equipo se compuso de un grupo coordinador, constituido por las autoras de la presente ponencia, y un equipo de trabajo integrado inicialmente por cuatro maestras de primaria, ocho profesoras de secundaria y una profesora y dos estudiantes del ISFD.

El trabajo conjunto se encuadró también en un Proyecto universitario de Investigación Colaborativa.

El equipo coordinador trabajó semanalmente discutiendo líneas de acción, planificando y coordinando los encuentros con el equipo completo, organizando y evaluando las actividades formativas con especialistas invitados[4], elaborando materiales de trabajo y redactando proyectos para el financiamiento de la experiencia.

El equipo completo se reunió cinco veces en 2006. Trabajamos acerca de las expectativas sobre el proyecto, las temáticas a abordar en el aula; los subgrupos de trabajo; analizamos teóricamente la metodología de taller y pusimos uno en práctica; y realizamos un balance del trabajo del año y delineamos su proyección. Implementamos encuentros con los cuatro subgrupos de trabajo constituidos, que, a su vez, se reunían extra-escolar e independientemente para la elaboración de sus propuestas. Allí profundizamos en aspectos conceptuales, diseño de las planificaciones y formas de registro.

Como producto de este proceso se implementaron tres propuestas didácticas y se definió la sistematización de una propuesta existente ("Reproducción Humana", 1º año de ES). Las nuevas propuestas fueron:

- ✓ "Taller de reciclado de papel", implementado por maestras de la EP;
- ✓ "Taller sobre dilemas éticos vinculados al Proyecto Genoma Humano", desarrollado por profesoras del ISFD y una docente de la ES, con estudiantes de 2º a 4º años del ISFD; y por una docente de

[4] *El siglo ausente. Una perspectiva para pensar la enseñanza de la ciencia, c*onferencia de E. Wolowelski; *La historia ignorada, c*onferencia dictada por E. Wolowelski y D. Hurtado de Mendoza; *Alas de papel,* taller de reciclado de papel coordinado por E. González Andía.

ES y una estudiante del ISFD con estudiantes de 2º año de Polimodal[5];

- ✓ "Taller de ondas", desarrollado con estudiantes de 2º año del Polimodal.

Las propuestas contemplaron tres momentos: explicitación de ideas previas respecto al tema abordado; concreción de una tarea grupal con elaboración de un producto; y puesta en común del trabajo grupal y aporte teórico de las docentes.

Los resultados de la implementación de las propuestas fueron diversos, en relación con los procesos grupales de trabajo y con las temáticas abordadas. Aquellas innovaciones llevadas adelante por grupos conformados por docentes que ya tenían -al menos en parte- historia previa de trabajo conjunto, resultaron muy satisfactorias, incluso abordando temas difíciles y polémicos. En otro caso, en que no se logró un funcionamiento cooperativo del grupo, en cambio, la implementación de un tema disciplinar que ya involucraba cierta complejidad, fue considerada por la docente como dificultosa.

Al finalizar esta etapa reflexionamos acerca de las dificultades enfrentadas, fundamentalmente vinculadas a los inicios frustrados del trabajo conjunto y a la constitución del grupo. Sentíamos que era difícil compatibilizar los tiempos personales (para el logro de un autoanálisis y cuestionamiento de la propia práctica), institucionales (para la inserción de estas actividades en la cotidianeidad del trabajo docente) y los propios de un proyecto de investigación institucionalizado. Además, la falta de remuneración de la tarea de las docentes como investigadoras limitaba sus posibilidades de participación. Y finalmente, hacer investigación-acción requería el aprendizaje de un nuevo rol con exigencias propias. Pero eran ventajosos los marcos institucionales, que oficial y concretamente apoyaban el proyecto; el deseo de trabajar juntas; y la necesidad y búsqueda de formación de muchas docentes que se habían incorporado al equipo. Esta experiencia ha sido un espacio abierto que extendió el horizonte de expectativas, habilitando posibilidades con sentidos colectivos.

SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA Y COMUNICACIÓN

En nuestra investigación, adoptamos algunos elementos del marco teórico-metodológico de la sistematización de experiencias de educación popular, considerada como *"investigación cualitativo crítica* [en la cual] *se desarrollan simultáneamente los procesos de reconstrucción, interpretación y transformación de la experiencia, a la vez que se busca la*

[5] Con estudiantes de 16 años.

participación y formación de sus integrantes, así como la comunicación de los avances y resultados de la sistematización" (Torres Carrillo, 1996). La sistematización *"produce 'teorías locales' sumamente pertinentes para las comunidades interpretativas en que se producen y claves para reorientar la acción"* (Torres y Cendales, 2006). De acuerdo con Torres y Cendales (2006), la sistematización recupera *"los saberes y significados de la experiencia para potenciarla* [...] *produce, principalmente, nuevas lecturas, nuevos sentidos sobre la práctica. Si bien es cierto que se basa en la voz y la mirada de sus protagonistas, el resultado es una mirada más densa y profunda de la experiencia común de la cual puedan derivarse pistas para potenciarla o transformarla"*.

Desde fines de 2006 nos abocamos a esta tarea que incluyó la organización e inmersión en los datos, a partir de los diversos registros disponibles (notas de campo, grabaciones en audio y video, producciones de estudiantes).

Con relación a dichos registros, las acciones realizadas fueron:

- ✓ edición de un video de circulación interna, con escenas tomadas de los registros de encuentros y reuniones, para reconstruir el proceso de trabajo en 2006.
- ✓ lectura de notas de campo y registros en video y audio de encuentros de trabajo y clases;
- ✓ desgrabación de episodios seleccionados de registros;
- ✓ lectura de impresiones de las integrantes de los equipos de trabajo, posteriores a la implementación de las planificaciones;
- ✓ lectura de producciones y evaluaciones personales de los y las estudiantes.

El proceso de análisis ha implicado etapas de trabajo individual y colectivo en la realización de las acciones descritas. En las numerosas reuniones de trabajo conjunto, la permanente ida y vuelta entre la información empírica (nuestras propias producciones y reconstrucciones de procesos) y teórica (otras investigaciones colaborativas, el marco teórico de la investigación-acción, diversos esquemas de análisis de la comunicación y las interacciones sociales, entre otros) permitió revisar, discutir y redefinir el marco teórico y metodológico de la investigación. En este proceso, planteamos la inclusión de una fase no mencionada en la literatura del campo sobre investigaciones colaborativas: la conformación del equipo y apropiación del proyecto por las participantes. Por otro lado, comenzamos un análisis de los mecanismos puestos en juego durante el desarrollo de dicha fase (construyendo a partir de los datos las categorías de negociaciones y tensiones). Finalmente, visualizamos los procesos de

reflexión-práctica-reflexión desarrollados en el equipo como de asunción de *"nuevas implicancias o* […], *la consideración de un marco distinto de posibilidades de acción"* (Feldman, 2002): en vez de comenzar problematizando las prácticas y representaciones de las docentes como ejercicio crítico, propiciamos la elaboración de alternativas pedagógicas innovadoras respecto del contexto. Su puesta en práctica viabilizó la revisión de relaciones, roles, formas de organización y propuestas temáticas.

La comunicación de la experiencia implicó la elaboración de producciones en diversos formatos (video, posters, comunicaciones orales, informes) destinadas al propio equipo de trabajo, a la comunidad escolar dentro de la misma institución, y a otros ámbitos académicos (congresos). Como afirma Torres Carrillo (1996), *"una dimensión constitutiva de la sistematización es su interés por compartir con otras prácticas y sujetos los conocimientos producidos a través de ella*. […] *Tal comunicación no debe asumirse como un momento exclusivamente 'posterior' a la realización de la sistematización, sino que debe ser simultáneo a ella"*.

Las instancias de elaboración y discusión del contenido y la forma de las comunicaciones fueron situaciones de revisión de lo actuado, balance y proyección. Su adecuación a los diversos destinatarios y contextos también implicó un aprendizaje. Fue necesario el mutuo apoyo en la adaptación a los formatos y lenguajes que requieren el contexto escolar, el sistema educativo y los ámbitos de comunicación científica.

Así, preparamos y exhibimos en la Unidad Académica, tres posters respecto de las experiencias de aula implementadas; presentamos la sistematización del Taller sobre el PGH y una reflexión respecto de las primeras etapas del proceso y nuestra modalidad de trabajo en congresos de investigación educativa. Las autoridades de las instituciones involucradas recibieron informes sobre el avance y resultados del trabajo. Ello tuvo el sentido y efecto de reconocimiento institucional hacia las docentes y el logro de una mayor apropiación del proyecto por parte de los directivos.

Este proceso de sistematización y comunicación nos ha permitido transitar del *"hacer lo que se sabe"* al *"saber lo que se hace"* (Ghiso, 2004).

AMPLIACIÓN DE LA POBLACIÓN DOCENTE INVOLUCRADA Y FOCALIZACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO HACIA LAS PRÁCTICAS DE ENSEÑANZA CON ABORDAJES EXPERIMENTALES

A fines de 2007 ampliamos el Proyecto hacia el área de influencia del ISFD, apuntando al:

- Diagnóstico de factores relacionados con la utilización del trabajo experimental y la caracterización de prácticas de enseñanza.
- Análisis de las representaciones de docentes sobre el uso de estrategias de abordaje experimental.
- Análisis de problemas en las prácticas de enseñanza a través de reuniones periódicas de reflexión del equipo de trabajo y la realización de conferencias abiertas con especialistas en temáticas específicas de la práctica docente.
- Desarrollo de propuestas didácticas actualizadas para la enseñanza de las ciencias naturales específicamente vinculadas a actividades de abordaje experimental.

La decisión de ampliar la población vinculada al proyecto se basó en las frecuentes demandas de formación y actualización formuladas al equipo por docentes de otras instituciones. Respecto de nuestra propuesta, *"Acordamos con el principio, suscrito en varias de las investigaciones sobre la formación docente, de la potencialidad contenida en la reflexión acerca de la práctica: ésta es tanto una manera de investigar como una modalidad de enseñanza y aprendizaje y un camino para la revalorización social del trabajo docente"* (Messina, 1999).

La focalización en las prácticas de enseñanza que plantean abordajes experimentales fue guiada por la preocupación de atender a cuestiones como:

- La escasa motivación de los estudiantes respecto de las ciencias naturales frente a propuestas generalmente expositivas y rutinarias.
- El desaprovechamiento de recursos institucionales para la utilización de actividades experimentales.
- La necesidad de formación docente en lo atinente a tales abordajes y al desarrollo de propuestas de investigación educativa.
- La necesidad de adecuación de las prácticas de enseñanza a los nuevos diseños curriculares que enfatizan el uso de abordajes experimentales.

REFLEXIONES DESDE EL CAMINO

La reconstrucción de esta experiencia evidencia cuán difícil fue el camino recorrido. Los modos de hacer docencia e investigación que desarrollamos colisionan con las lógicas de funcionamiento de las instituciones escolares y científicas en las que trabajamos. La necesidad de superar las distancias geográficas y sostener un proyecto prolongado suma riesgos al desafío. Pero los vínculos afectivos y laborales establecidos han sido una fuente de satisfacción constante. Seguimos confiando en las potencialidades contenidas en esta forma de pensar, de aprender, de ser docentes y de

ser investigadoras. *"Atreverse a des-sujetarse"* de la cultura escolar nos lleva a pensar que *"estos docentes capaces de asumirse profesionalmente van haciéndose conscientes de su capacidad para tomar decisiones y reconocen y utilizan, perfectamente, los intersticios del sistema para desarrollarla"* (Zoppi, 2000).

Sostenemos la validez e importancia de esta manera de transitar la búsqueda de mejoramiento de las prácticas educativas porque: involucra a todos los participantes, dejando de lado la separación entre "especialistas asesores" y docentes en el cotidiano del aula; el trabajar sobre la práctica concreta, y reflexionar sobre ella, considera metas alcanzables, lo que permite ver resultados y realizar evaluaciones de las innovaciones; permite una formación en ejercicio, consolida vínculos, en palabras de las docentes: *"generó en nosotras una gran movilización desde todo punto de vista"*; *"es como compartir, colaborar todos"*.

Refirmamos, entonces, esta propuesta de trabajar de manera alternativa a la imposición "de arriba hacia abajo" mencionada anteriormente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOGGINO, N. y ROSEKRANS, K. (2004). *Investigación-Acción: reflexión crítica sobre la práctica educativa. Orientaciones prácticas y experiencias*. Rosario: Homo Sapiens.

ELLIOT, J. (1994). *La investigación–acción en educación*. Madrid: Morata.

EZPELETA, J. (1998). *La gestión pedagógica de la escuela frente a las nuevas tendencias de la política educativa en América Latina*. México: Departamento de Investigación Educativa del Centro de Investigación y Estudios Avanzados.

FELDMAN, D. (2002). Los estudios sobre "el pensamiento del profesor". El énfasis actual en la "reflexión". *Novedades Educativas*, 143, pp. 14-15.

FULLAN, M. (1982). *The meaning of educational change*. Onterio: OISE Press.

GHISO, A. (2004). Entre el hacer lo que se sabe y el saber lo que se hace. Una revisión sui generis de las bases epistemológicas y de las estrategias metodológicas. *Aportes*, 57, pp. 8-22.

MESSINA, G. (1999). Investigación en o investigación acerca de la formación docente: un estado del arte en los noventa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 19, pp. 145-207.

SANCHO, J.M.; HERNÁNDEZ, F.; CARBONELL, J.; TORT, T.; SIMÓ, N.; SANCHEZ CORTEZ, E. (1998) *Aprendiendo de las innovaciones en los centros*. Barcelona: Octaedro

SUÁREZ PAZOS, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (1).

TORRES CARRILLO, A. (1996). La sistematización como investigación interpretativa crítica: entre la teoría y la práctica. *Seminario Internacional sobre sistematización y producción de conocimiento para la acción*. Sgo Chile.

ZOPPI, A. (2000). La construcción social de la profesionalidad docente. *Propuesta Educativa*, 24, FLACSO.

DE LAS ACTIVIDADES CURRICULARES CIENTÍFICAS "TRADICIONALES" A LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS ESCOLARES "AUTÉNTICAS". APORTES PARA EL DEBATE DE UNA "NUEVA CLASE DE CIENCIAS"

Eduardo Ravanal Moreno* [1] **Mario R. Quintanilla Gatica** [2]

Grupo Grecia. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile www.puc.cl/sw_educ/educacion/grecia. 1. Facultad de Educación, Universidad Central, eravanalmoreno@gmail.com 2. Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. mquintag@uc.cl

RESUMEN: La enseñanza de las ciencias en la escuela obligatoria debe permitir a los estudiantes potenciar y desarrollar habilidades de pensamiento científico con el propósito de reconstruir el mundo en que viven. Se discute la formación de sujetos competentes a partir de las clases de ciencia (biología) capaces de construir hechos paradigmáticos, a partir, de las teorías científicas discutidas en la escuela. Surge entonces, el objetivo de discutir, relevar y revelar qué sucede en un ambiente intencionado de actividad escolar (AIAE) con las racionalidades epistemológicas de los profesores sobre la ciencia enseñada.

PALABRAS CLAVE: actividades curriculares científicas, actividad científica escolar, sujeto competente, profesores de ciencias.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ciencias naturales en Chile está centrada principalmente en el cumplimiento de los modelos curriculares propuestos por la administración de educación – Ministerio de Educación. Directivos y profesores ponen acento en lograr "aprendizaje" en sus estudiantes, aprendizaje que debe satisfacer a las mediciones nacionales como la prueba SIMCE o la de selección universitaria, PSU; En mediciones internacionales podemos decir que, en la prueba PISA 2000 (2001) Chile obtiene 415 puntos y se encuentra por debajo del promedio OCDE y por sobre el promedio de América Latina. Estos antecedentes sin duda, preocupan a la comunidad educativa. Sin embargo ¿Qué hacer? ¿Qué y cómo debemos abordar la enseñanza de la ciencia escolar para una nueva cultura docente y ciudadana? Para aproximarnos es interesante conocer las aportaciones de un trabajo de investigación en enseñanza de la biología, realizado en Argentina por Valeiras y Meinardi (2007) quienes plantean tres grandes dificultades en leste sentido: En relación a la enseñanza, los docentes abordan los contenidos alejados de la realidad de los estudiantes, esto desencadena falta de interés por los temas discutidos y el estudio. En cuanto a materiales curriculares, existe un incremento de dispositivos de laboratorio, recursos informáticos y textos escritos, sin embargo, falta personal idóneo para ocuparse del mantenimiento de estos recursos, falta flexibilidad entre asignaturas o se utilizan guías de trabajo bajo el formato del recetario tradicional; finalmente la formación docente inicial y continua, caracterizada por poca efectividad de los

* Tesista de doctorado del Proyecto Fondecyt 1070795. *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma* que dirige el segundo autor de esta comunicación

planes de formación docente en el aula, además de dos aspectos importantes: dificultad para acceder a capacitación continua y falta de estímulos para llevar a cabo innovaciones en el aula de ciencias.

En Chile, la situación es similar, dado que, los planes y programas de estudios son extensos con énfasis en la indagación, falta personal capacitado para mantención y uso adecuado de recursos y falta de compromiso por implementar en el aula las **innovaciones teórico – didácticas** discutidas en los cursos de capacitación continua. No obstante, considerando que muchos profesores hacen uso de la propuesta ministerial y otra fracción no despreciable usa el libro de texto como orientador de su quehacer en el aula, vemos que las **sugerencias de actividades** no promueven en el alumno la capacidad de construir conocimiento de forma activa a partir de *indagaciones*, experimentación, problematización de los contenidos científicos discutidos en la clase de ciencias. Sigue habiendo, a nuestro entender, una combinación perniciosa de coexistencia de nociones epistemológicas que no se condicen entre el discurso oficial declarado, los modelos de formación inicial y continua de profesores de ciencia y las verdaderas prácticas de aula.

1.1. NOCIÓN DE SUJETOS COMPETENTES EN CIENCIAS

Creemos que la enseñanza de los modelos curriculares en la escuela, debería estar ligada al desarrollo de **competencias de pensamiento científico (CPC)** que permitan la participación de las personas sobre las decisiones socio científicas propias de una sociedad en permanente cambio, junto con, saber afrontar desafíos, conflictos o problemas, es decir, una *ciencia para el ciudadano* tal y como lo hemos sostenido en otras investigaciones (Quintanilla, 2007). Para esto, el profesor de biología debe idear y generar **instancias de reflexión sistemática y permanente en el aula**, que favorezca la promoción de sujetos competentes en ciencias, cuya construcción de conceptos científicos o hechos paradigmáticos facilite la interacción entre saber erudito– profesor y alumno, considerando que las teorías científicas propuestas atienden a las necesidades, intereses y aspiraciones de los jóvenes ciudadanos de principios del siglo XXI (Justi, 2006). En este contexto, es urgente **discutir sobre los aspectos epistemológicos y didácticos que caracterizan las actividades curriculares científicas propuestas por los docentes**, con el propósito de promover adaptaciones fundamentadas en el diseño didáctico y su gestión en el aula, para la promoción de competencias de pensamiento científico, en profesores en formación como en activo, que permita a los estudiantes elaborar y usar modelos para reconstruir el mundo a través de una nueva forma de "mirarlo", interpretarlo, comprenderlo y transformarlo (Quintanilla, Rodríguez, Romero, 2008).

Una de las finalidades de la enseñanza de la ciencia escolar es favorecer la construcción de *modelos científicos escolares* que permitan a los estudiantes pensar, hablar y participar activamente de los fenómenos del mundo real. Por lo tanto, las exigencias y propósitos de la educación científica, debidamente fundamentada desde la didáctica de las ciencias naturales, se enmarcan en diseñar, planificar, ejecutar y evaluar permanentemente, las distintas actividades

de aprendizaje propuestas con el propósito de enseñar "una buena ciencia"[2], caracterizada por acciones positivas o favorables, tales como experiencias de laboratorio, uso de Internet, mp3 para la búsqueda de información, enseñanza cercana a sus vivencias, esfuerzos por dar buenas explicaciones o actividades con amplio rango para la toma de decisiones ciudadanas. Esta "buena enseñanza" se ve opacada por un modelo de enseñanza aún mecanicista y reproductiva, con pocas horas para ello y con incapacidad de lecturas y expresión de ideas estudiantiles. Esto último, es fundamental para **diseñar actividades** que favorezcan la re-estructuración y evolución de las ideas con el objeto de construir hechos paradigmáticos.

¿Qué hacer para promover una buena enseñanza de la biología en la educación secundaria? Primero, concebir la clase de ciencias (biología) como una **actividad social**, que reconoce la complejidad y diversidad de cada miembro en la construcción del conocimiento, desde una perspectiva humana. Segundo, promover **actividades científicas escolares auténticas** que orienten la discusión, debate, toma de decisiones instrumentales, personales y sociales, teóricamente argumentadas y, finalmente, favorecer la construcción de modelos científicos escolares como producto de una actividad científica escolar racional y razonable que permita generar en los estudiantes una nueva forma de mirar el mundo (Aliberas, 2005)

Habitualmente, los profesores de biología promueven una diversidad de actividades de aprendizaje con el fin de que los estudiantes se apropien de los modelos curriculares; junto con ello, se asume que adquieren una serie de habilidades cognitivas (habilidades científicas). Sin embargo, la noción de ***actividad de aprendizaje*** por el profesor, está enmarcada en una epistemología absolutista, que se manifiestas por ciertas concepciones, como por ejemplo, considerar que el método científico es el instrumento particular y propio para construir conocimiento científico o afirmar que podemos elaborar determinadas conclusiones ausentes de teoría científica[3]. Desde esta perspectiva es interesante discutir y reflexionar sobre las racionalidades epistemológicas de los profesores de biología sobre **actividad curriculares científica escolar** (ACCE) y analizar el transito hacia una **actividad científica escolar auténtica** (ACEa), desde los lineamientos del modelo cognitivo de ciencias de Giere (1992), incuestionablemente es de interés para nuestro grupo de investigación relevar en qué medida las ACEa promueven habilidades de pensamiento científico como la capacidad de que, **un hecho del mundo se convierta en modelo para el estudiante**.

2. TRÁNSITO EPISTEMOLÓGICO ENTRE ACTIVIDAD CURRICULAR CIENTÍFICA ESCOLAR (ACCE)[4] Y ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR AUTÉNTICA (ACEA)[5].

[2] Esta noción preliminar emerge del análisis de las narraciones docentes declaradas en los grupos de discusión. Fase II de la investigación del proyecto Fondecyt 1070795

[3] Estos antecedentes derivan de las narraciones docentes que surgen del análisis del cuestionario aplicado a 40 profesores en la etapa I de la investigación del proyecto FONDECYT 1070795

[4] La ACCE es aquella actividad declarada por el profesor, sea en la planificación léctiva o la manifestada en la sala de clase, como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia escolar.

[5] La ACEa es aquella actividad que considera valores, cultura y formas de hacer propias del modelo cognitivo de ciencia. Será auténtica cuando ocurran la deconstrucción epistemológica docente.

Toda ACCE surge con el propósito de abordar un contenido científico en particular. Estas actividades se caracteriza por una serie de atributos epistemológicos, como son, privilegio de una aprendizaje memorístico por sobre la evolución continua de las ideas en el estudiantado, pobres en situaciones problémicas reales, que promuevan divergencias intelectuales para enfrentarlas, centrada en la adquisición de entidades aisladas, sin preocuparse por consolidar, elaborar y usar un modelo científico escolar, que permita a los estudiantes pensar con ellos sobre los fenómenos científicos y sociales propios del mundo en que viven y del cual ellos son parte protagónica. En el extremo teórico se instala la noción de actividad científica escolar auténtica, esta noción surge del modelo cognitivo de ciencia, que considera no solo el "hacer" desde un plano instrumental, sino también rescata valores y cultura propios de una época, que entiende la construcción del conocimiento como una actividad profundamente humana. Esta perspectiva, valora el cambio gradual de las ideas, privilegia el enfrentamiento a los problemas como estrategia para el desarrollo del pensamiento, favorece la construcción y enlace de entidades para constituir un modelo científico escolar que permita a los estudiantes, pensar, hablar y participar del mundo como ciudadano comprometido y responsable de las decisiones tomadas en "su" época y vinculantes con el desarrollo, controversias y desafíos en la propia historia de la ciencia (Quintanilla,2007).

El tránsito entre una ACCE y la ACEa (ver fig. 1) es un momento e instancia potente para el levantamiento de nociones teóricas que permitan **relevar y revelar qué sucede en un ambiente intencionado de actividad escolar (AIAE) con las racionalidades epistemológicas de los profesores.** Por ello, creemos interesante e importante consignar textualidades docentes que permitan "ver" ese tránsito, de esa forma, generar espacios de reflexión teórico-didáctico sobre la existencias de nodos epistémicos y culturales que dificulten el transito de ACCE a ACEa.

2.2. Dificultades Epistemológicas Que Limitan El Tránsito Hacia Una Actividad Científica Escolar Auténtica

Se enseña y se aprende a través de actividades. Las actividades son las que posibilitan que el estudiante acceda a conocimientos que por sí mismo no podría llegar a representarse. Pero no es una actividad concreta la que posibilita aprender, sino el proceso diseñado, como un conjunto de actividades organizadas y secuenciadas intencionadamente, que posibilitan un flujo de interacciones, con y entre el alumnado y entre el alumnado y el profesorado. Para Sanmartí (2002) las actividades no tienen como finalidad promover un determinado conocimiento, sino proponer situaciones que propicien espacios de participación, reflexión que favorezca la evolución de las ideas. Estas nociones, en muchos casos, no representan las concepciones docentes actuales.

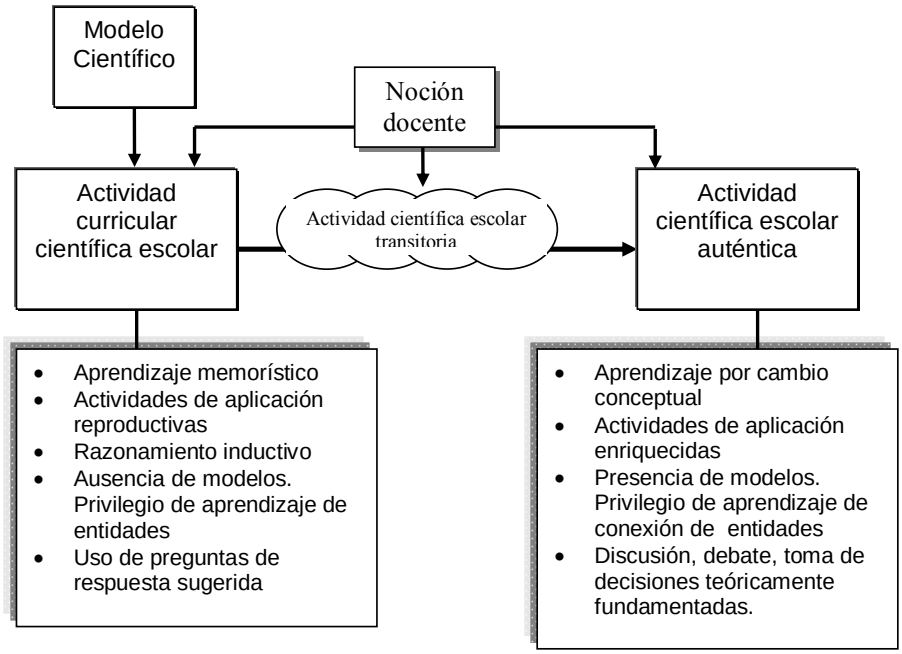


Fig. Evolución de la noción de actividad científica escolar en profesores de biología en activo y su incidencia en el desarrollo de competencias de pensamiento científico (Ravanal, 2008).

Un análisis preliminar sobre algunas producciones docentes[6] muestra una tendencia reproductiva de los contenidos científicos, enmarcados en planos de desarrollo instrumentales operativos (Labarrere y Quintanilla, 2002) que exige de los alumnos dominio de técnicas y procedimientos "de ciencia" y no sobre la construcción de la ciencia. Se aprecia ausencia de situaciones problémicas reales, más bien existe la noción de problema como "*algo para (por) resolver*" usando el conocimiento científico[7]. Estos atributos declarados en las producciones docentes analizadas nos permiten afirmar – de manera incipiente- que la noción sobre la enseñanza de las ciencias es de carácter absolutista. Estas nociones epistemológicas se ven fortalecidas por la existencia de fragmentos teóricos en los docentes que impiden o dificultan una postura coherente sobre la enseñanza que "piensan", que "declaran" y la que realmente llevan al aula. Estas representaciones docentes son una barrera que difícil de sortear. La formación inicial y continua, han generado y quizás, siguen ratificando la enseñanza de la ciencia escolar desde la visión dogmática. Por ello, nos parece interesante e importante trabajar con los docentes en formación inicial y continua, con el propósito de provocar cambios internos graduales que se traduzcan paso a paso en el diseño de actividades científicas escolares auténticas, teóricamente fundamentadas, que rescata valores y la cultura de una época y que busca la formación de un sujeto competente para una sociedad en permanente cambio. En el evento del que hacemos parte esta comunicación, esperamos compartir algunos hallazgos interesantes en este sentido, derivado de nuestro proyecto de investigación FONDECYT 1070795 *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma* que dirige el segundo autor de esta comunicación

3. DISEÑO METODOLÓGICO Y ETAPAS DE ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

Contexto de recogida de datos

Convocatorio a profesores curso de perfeccionamiento

En el marco del Proyecto FONDECYT 1070795

Aplicación de cuestionario tipo Likert centrado en la

Imagen de ciencia de los profesores

Primera etapa de análisis

Análisis descriptivo interpretativo de cuestionario tipo Likert.

- Selección profesores y licenciados en ciencia que dictan clase en EM
- Tabulación y análisis estadístico descriptivo de los datos del cuestionario
- Identificación y caracterización de la imagen de ciencia de los profesores de biología según 8 dimensiones de análisis.

[6] Las producciones docentes analizadas corresponden a una unidad didáctica desarrollada en un curso de perfeccionamiento en el marco del proyecto Fondecyt 1070795

[7] Esta afirmación surge de las textualidades docentes que surgen de los grupos de discusión. Fase II de la investigación del proyecto Fondecyt 1070795 que financia esta publicación científica

Segunda etapa de análisis

Racionalidad sobre ciencia y su finalidad

- Selección de profesores para grupo de discusión y entrevista en profundidad
- Análisis teórico de los profesores de biología
- Elaboración de matriz de análisis
- Explorar imagen sobre Ciencia, RRPP y CPC

Tercera etapa de análisis:

Representación sobre actividades curriculares científicas tradicionales

- Selección de profesores para Ingeniería didáctica.
- Selección de modelo teórico: El metabolismo
- Comprender la racionalidad de ACCT a partir de la enseñanza del modelo teórico de metabolismo desde una mirada etnográfica.

4. BIBLIOGRAFÍA

Aliberas, J. (2005). ¿Qué conociendo científico enseñar en al escuela secundaria? *Enseñanza de las ciencias*. Número extra VII Congreso.

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

Giere, R (1992). La explicación de la Ciencia. Un acercamiento cognoscitivo. Consejo Nacional de Ciencia y tecnología. México.

Labarrere, A. y Quintanilla, M (2002). Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje. Facultad de Educación, PUC. *Pensamiento Educativo* Vol.30, 121 – 138.

Sanmartí,N (2002) Necesidades de la formación del profesorado en función de las finalidades de la ciencia. *Pensamiento Educativo,* Vol 30 35-60. Publicaciones de la Facultad de Educación, PUC, Santiago, Chile

Valeiras, N y Meinardi, E. (2007). La enseñanza de la biología, las reformas educativas y la realidad del profesorado en Argentina. *Alambique,* Nº 51, pp. 58 – 65.

Quintanilla, M., Rodríguez, E., Romero, M. (2008) Las tecnociencias en un mundo globalizado. Algunas reflexiones para una nueva cultura docente y ciudadana de las finalidades de la ciencia (en prensa)

Quintanilla, M. (2007) *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado* (Vol I). Arrayán, Santiago de Chile.

3.1. Evolución y Redefinición De La Unidad De Análisis En El Desarrollo Metodológico

Etapas de análisis	Primera etapa de análisis	Segunda etapa de análisis	Tercera etapa de análisis
	Racionalidad sobre la imagen de ciencia	**Racionalidad sobre ciencia y su finalidad**	**Racionalidades sobre actividades curriculares científicas tradicionales**
Unidad de análisis	**Descripción** de imagen de ciencia según 8 dimensiones de análisis	**Transcripción** de videos y grabaciones de audio	• **Transcripción** de videos y grabaciones de audio • Producciones docentes: Interpretaciones sobre los entendimientos estudiantiles. Análisis epistemológico y Diseño y propuesta de secuencia didáctica
Propósitos	**Identificar** noción epistemológica de los profesores de biología sobre Imagen de Ciencia **Sensibilización teórica**	Identificar racionalidad sobre ciencia y su finalidad	• Identificar y caracterizar las racionalidades sobre ACCt • Identificar obstáculos epistemológicos hacia una actividad científica escolar.
Participantes	Profesores de biología	6 profesores de biología de EM	4 profesores de biología
Instrumentos de recolección de datos y análisis	Cuestionario tipo Likert	• Grupo de discusión • Entrevista en profundidad	Ingeniería didáctica
Criterios de selección	Profesores que dicten clase entre 1° y 4° año medio en los últimos cinco años y de colegios Municipalizados y Particular Subvencionado	• Años de servicio • Procedencia del establecimiento educacional • Imagen de ciencia (teórica).	Profesores que participan de la etapa 1 o 2 de la investigación
Procedimiento de análisis	Análisis descriptivo y construcción de narrativas		
Criterios de selección para el análisis	Significatividad de los enunciados según los profesores	Significatividad de los modelos expresados	
Decisiones tomadas	Se eligen 8 profesores para realizar un grupo de discusión	Se eligen 6 profesores para entrevista en profundidad	

INVESTIGACIÓN-ACCIÓN: UNA EXPERIENCIA DE DOCENTES DE PRIMARIA Y SECUNDARIA EN UNA ESCUELA ARGENTINA

Silvia Porro[2], **Viviana Beker**[1], **Mónica Incicco**[1] **y Karina Ponce**[1]
sporro@unq.edu.ar, vivianabeker@yahoo.com.ar, monicaincicco@yahoo.com

1. Escuela Primaria Básica Nº 60. Humboldt 2105, (8000) Bahía Blanca, (Buenos Aires), ARGENTINA

2. Universidad Nacional de Quilmes. Sáenz Peña 352. (B1876BXD) Bernal (Buenos Aires), ARGENTINA

RESUMEN

En el presente trabajo se han analizado prácticas áulicas en el área de ciencias, con el fin de visualizar las dificultades y transformar/mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el nivel primario. Esta investigación se llevó a cabo en una escuela primaria de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina), institución con alumnado de alto riesgo social. Se realizaron experimentos sencillos en el aula, en los cuales las/os alumnas/os tuvieron una participación activa.

PALABRAS CLAVES: Investigación-acción, Escuela primaria, Ciencia en el mundo actual

ABSTRACT

In the present work we analized classroom practices in science area, in order to detect the difficulties and to transform/improve teaching and learning science processes in primary school. This research was carried out in a primary school of Bahía Blanca (Province of Buenos Aires, Argentina), institution with pupils of high social risk. Simple experiments were done in the classrom, witn an active participation of pupils.

KEY WORDS: Action – research, Primary School, Real world science.

INTRODUCCIÓN

Ya desde sus inicios el objetivo de la investigación-acción fue resolver problemas prácticos y urgentes, adoptando los investigadores el papel de agentes de cambio, en colaboración directa con aquellas personas a quienes iban destinadas las propuestas de intervención (Suárez Pazos, 2002).

Uno de los problemas que enfrenta la enseñanza de las ciencias en la primaria y secundaria es cierto sentimiento de frustración en los colectivos

de profesores de ciencias e investigadores de didáctica de las ciencias experimentales ante su realidad profesional cotidiana (Oliva Martínez y Acevedo Díaz, 2005).

Las dificultades que enfrentamos a diario las/os docentes al abordar la enseñanza de las ciencias es lo que nos llevó a realizar este trabajo, para cuestionar y reflexionar sobre nuestras prácticas docentes. La relación existente entre docentes de la Escuela Secundaria Básica (ESB) y de la Escuela Primaria Básica (EPB), de una misma institución, nos permitió generar un vínculo, reafirmar nuestro compromiso con la tarea docente, compartir inquietudes y comenzar a analizar juntas las prácticas áulicas en el área de ciencias, con la intención de visualizar las dificultades y transformar/mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en el nivel primario.

Con tal fin, desarrollamos una experiencia que, nos impulsó a introducirnos en las aulas e interactuar con alumnas/os y docentes, con una metodología que resultó innovadora al generar una ruptura con las prácticas tradicionales habituales: aprender haciendo, con libertad de movimiento, incentivando la autonomía, las actitudes de cuidado para con ellas/os mismas/os y para con las/os otras/os y el intercambio de ideas, priorizando la observación, reflexión y confrontación de ideas en la construcción del conocimiento, superando la idea de docente como único poseedor de saber.

Acordamos en la necesidad de considerar al conocimiento como inacabado y en constante construcción, generando el espacio para que las ideas surjan y las experiencias de las/os involucradas/os sean tenidas en cuenta en dicho proceso, no como "conocimiento erróneo" sino, como sostiene R. Porlan (1999, p. 33), como bases o puntos de engarce sobre los que se irán construyendo los nuevos conocimientos.

Para llevar adelante este proyecto, nos sirvieron de base algunas experiencias previas:

- El Proyecto “hace” (Haciendo Ciencia en la Escuela), que está encuadrado en el “Programa para el fortalecimiento de la enseñanza de la Ciencia y de la Técnica” de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN, 2006).

- El Programa APQUA (Aprendizaje de los Productos Químicos, sus Usos y Aplicaciones), propiciado por la Fundación del Sur para el Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional del Sur.

- Experiencias metodológicas diversas (salida de campo, realización de una huerta, talleres, etc.) realizadas con distintos grupos de alumnos a lo largo de nuestra trayectoria docente.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN - ACCIÓN

1. DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

La experiencia se desarrolló en la escuela EPB N° 60, del barrio Villa Amaducci, Bahía Blanca (sur de la Provincia de Buenos Aires). Dadas las condiciones socio-económicas de esta comunidad educativa, la misma está enmarcada en lo que se denomina institución con alumnado de "alto riesgo social", entendiéndose como tal al empobrecimiento de la calidad de vida de las familias de esta población, que viven inmersas en una situación difícil y, en muchos casos, en la indigencia. Lamentablemente esta es una realidad acuciante con que nos enfrentamos los docentes que pretendemos enseñar ciencias para el mundo contemporáneo. Los cuatro cursos involucrados en este trabajo (5° A y B, y 6° A y B) no están ajenos a esta realidad. En uno de los grupos la totalidad de la matrícula tiene 12 años o más (excedidos en edad prevista o esperable). Las docentes participantes son cuatro de EPB 60 y dos de ESB 319.

2. EXPERIENCIA

La primer práctica fue integrando los cuatro cursos en un aula para realizar de manera conjunta la experiencia; la integración y el trabajo no representó dificultad y sí un amplio interés del conjunto. Cada uno de los grupos trabajó con experiencias vinculadas con el agua: evaporación, condensación, congelación, concentración, procesos de potabilización, permeabilidad y formación de acuíferos. La dinámica de trabajo fue similar en cada caso, todas/os contaban con un cuaderno de experiencias en el que figuraban los materiales, tomaban nota de lo observado, escribían la hipótesis y la conclusión a la que arribaban.

Las prácticas siguientes se realizaron en cada curso por separado. A modo de ejemplo, describimos a continuación el registro de una de las prácticas por parte de una docente-investigadora:

Tiempo: aproximadamente 2 hs

Alumnos: 20

Objetivos:

- Identificar los materiales presentados reconociendo y comparando propiedades.
- Preparar diferentes soluciones a partir de materiales sólidos y líquidos en un solvente líquido como el agua.
- Verificar experimentalmente las propiedades ácido-base que presentan algunos materiales en solución, usando un indicador.

Conceptos abordados:

- Propiedades de la materia. Estados de la materia. Ciclo del agua. Soluciones. Concentración. Medidas de seguridad. Ácidos y bases. Indicador. Reacciones químicas. Escala de pH.

Registro de la clase:

(Se presenta sólo parte de lo dicho por la docente-investigadora (D), ya que la longitud impide transcribir la totalidad y las respuestas de los alumnos).

Ingreso al salón, lo observo acomodado convenientemente, las mesas ubicadas en semicírculo, el escritorio en un extremo, con gran cantidad de libros abiertos en la página donde figuraba el contenido a tratar.

Los chicos con libros, trabajando sobre el tema.

Karina (docente EPB) se mantiene en uno de los lados del salón, detrás de los chicos, tomando nota. En ningún momento interviene para llamarles la atención, no es necesario.

Desde el primer momento me sentí parte del grupo. Estaban muy pendientes de lo que yo les diría y les traía.

Luego de presentarme les comenté que algunas cosas las haría sobre el escritorio pero que luego ellos podrían realizar algo en sus mesas.

Damos comienzo a la actividad:

Se presentan dos recipientes identificados con una letra, A y B, conteniendo sustancias incoloras.

D: *¿Qué será lo que contiene cada recipiente?*

Pedían que los moviera, veían burbujas y eso indicaba la diferencia entre los materiales.

D: *¿Cómo pueden diferenciarlos? ¿Hay otros materiales con otros colores?*

Se deja planteada la duda, sin decir cuál es el contenido de los recipientes.

D: *¿En qué estados encontramos la materia?*

Muestro otro recipiente conteniendo un líquido coloreado (limpiavidrios), éste, al moverlo hace más globitos, espumita.

D: *¿En qué estado está? ¿Moja?*

El no saber, los inquieta y los mantiene atentos.

Observan que los materiales presentados hasta el momento están en estado líquido.

D: *¿Qué pasa con los líquidos?*

Muestro otro recipiente con un material sólido blanco (azúcar).

Adivinan, les confirmo que es azúcar.

D: *¿Qué pasa con los sólidos?*

D: E*l azúcar es un sólido y se mueve dentro del frasco. Es un sólido con características distintas a esto*. (Refiriéndome al recipiente que contiene tizas sobre la mesa).

Eso permite otra aclaración:

D: P*ero no es líquido, no moja. En el caso del azúcar por ser un sólido que está formado por granitos pequeños, cuando lo vuelco, se forma una montaña como la arena*.

Muestro otro recipiente que aparentemente no contiene nada

D: *¿Y éste que tiene?*

D: *¿El aire en qué estado está?*

D: H*ay riesgos que corremos al ingerir o tomar contacto con productos peligros. Debemos tener en cuenta las indicaciones que figuran en las etiquetas de los productos de limpieza*.

Volvemos al tema del agua.

Ya que el agua está en todas partes y pensamos que lo que tenemos en los recipientes es agua, comentamos algo más.

D: *Con el agua se forman* ***soluciones***

D: *¿Saben qué es una solución?*

D: *Por ejemplo, cuando le agregan azúcar al café o al té eso es una solución. ¿Cómo les queda cuando agregan azúcar? ¿Qué pasa?*

D: *¿Si agregan menos?*

Aparecen varios comentarios sobre la cantidad de azúcar que le ponen, a algunos les queda en el fondo.

D: *Eso tiene que ver con la* ***concentración****, está más concentrado o menos concentrado. El té con agua, el café con agua forman soluciones, azúcar con agua. Hay soluciones que se forman entre dos líquidos y otras entre líquido y sólido. A y B pueden ser azúcar y agua o agua con vinagre.*

D: *En la solución se pueden separar las sustancias, ejemplo si mezclo agua y sal, luego puedo separarlas.*

D: *Por ejemplo si dejamos calentar mucho rato cada vez va quedando más sal y menos agua.*

D: *No, si es una determinada cantidad no se va abajo, eso pasa con la tierra, que no forma solución con el agua.*

Se prepararán dos soluciones:

Se colocan los recipientes sobre el escritorio: agua desmineralizada, una botella de vinagre y una caja con bicarbonato de sodio.

Se leen las etiquetas, se comenta la importancia de la información que presentan los envases con productos de uso común en la casa para la limpieza.

Formación de soluciones (se preparan en dos recipientes de vidrio)

1º Bicarbonato + agua desmineralizada

Observan que no queda disuelto del todo, a pesar de eso aclaro que lo que vemos como agua contiene bicarbonato

2º Vinagre de alcohol (acidez 5%)+ agua

D: *¿Cómo es el vinagre?*

D: *En el caso del vinagre el 5% nos está diciendo que tenemos poco vinagre y mucho agua. Depende de la cantidad de vinagre que tomemos, será la concentración de la solución que se forme.*

Una vez obtenidas las soluciones, repartimos recipientes pequeños para poner unas gotas de cada una.

Las dos soluciones se ven iguales, incoloras, aunque ellos saben que lo que tenemos son sustancias distintas.

Hablamos de la experiencia con repollo que realizaron en un trabajo práctico anterior.

Un alumno trata de explicar y otro mejora la explicación del procedimiento.

Se presenta un diálogo y discusión y finalmente un acuerdo entre ellos.

Ahora no teníamos repollo, usaríamos unas gotitas de color que cumplía la misma función que el repollo.

Aclaro que tanto el repollo como las gotitas producen un cambio de color en las sustancias que observamos incoloras, el cambio de color nos indica que se produce una *reacción química*, eso no ocurre cuando formamos soluciones.

Las gotitas que vamos a usar reciben el nombre de Indicador.

Cada uno de ellos cuenta con dos tapitas, en las que vamos colocando cada una de las soluciones, se les recomienda que no las mezclen ya que fallaría la experiencia.

Les cuento que lo que haríamos era poner una gotita del indicador y que prestaran atención a lo que pasaba.

Se observa un notable cambio de color, llegamos a la conclusión que el vinagre (ácido) se tornaba amarillo y el bicarbonato (base, alcalino o álcali) se tornaba fucsia.

Explico, utilizando el pizarrón, dibujo un cuadrado amarillo (izquierda) y rojo (derecha), la ubicación quiero respetarla para asociar ácidos y bases según se observan en una escala de pH que muestro en un libro.

Indico que es una escala que va desde el 1 al 14 y en el medio (7) es lo que se llama pH neutro, como el agua.

Del lado izquierdo con pH menores a 7 están los ácidos.

Comento sobre algunos ácidos

D: *¿Conocen ácidos muy fuertes?*

Un alumno responde que el de las baterías.

D: *Ese es un ácido muy fuerte y peligroso, de ninguna manera lo podemos tocar, también hay un ácido que se usa en construcción se compra en ferreterías (ácido muriático).* Lo anoto en el pizarrón.

D: P*ero también hay ácidos que no son tan fuertes, la naranja la comemos y tiene ácido.*

D: *¿Qué otros ácidos podrían encontrar?*

Se nos va terminando la hora y no terminamos, esto da para mucho y siguen saliendo temas.

Pasamos a las bases.

D: *Hay unas muy fuertes que se usan en la casa para limpieza, soda cáustica.*

El bicarbonato resultó ser una base, deberían seguir probando.

Nos quedamos sin tiempo, queremos seguir.

D: *¿Qué haríamos para saber qué tienen los frasquitos? ¿Podemos saber si es ácido o base?* (Debemos tener en cuenta que es un análisis cualitativo y esto no nos permite determinar cuáles son las sustancias, sólo saber si es base o ácido).

Saco una tableta de aspirinas.

D: *Es un ácido, ácido acetilsalicílico.*

Menciono antiácidos, los reconocen, les leo el sobre, dice antiácido.

Antes de terminar les dije que me hicieran acordar de mezclar las dos soluciones.

Alguno de ellos tomando gotitas con sus dedos había observado que la mezcla del bicarbonato y del vinagre hacía burbujas.

Mezclamos una cantidad mayor, fue más observable el desprendimiento de gas, les recordé que se producía una reacción química.

Pidieron que les pusiera indicador, el color resultó ser un amarillo muy tenue (no sabemos la cantidad de ácido y base de manera que no sabemos si se neutralizaron las sustancias que mezclamos).

Observaciones generales

Karina, excelente disposición, hizo un registro impecable de la clase.

Por mi parte, el no conocer a los chicos (nombres, rostros) es un condicionante que me impide interactuar con todos.

Traté de tomar en cuenta todas las observaciones, preguntas y respuestas, que de ellos surgían y sobre eso repreguntar, confirmar o aclarar sobre el tema.

Por parte de los chicos excelente disposición y fue sostenida la atención prácticamente de todos ellos por casi dos horas.

Se generaron diálogos entre ellos.

Se animaron a exponer términos que no conocen.

Es una clase donde no hay movimiento, sólo interacción verbal, a diferencia de otras donde se plantea una experiencia.

Escriben en su cuaderno, anotan lo del pizarrón.

Preguntan términos que no entendieron, lo que me lleva a escribirlos en el pizarrón.

Manifestaron curiosidad.

Terminada la hora, juntaron los materiales, acomodaron bancos, limpiaron mesas.

Destaco la capacidad que mostraron de:

Relacionar (con experiencias anteriores y con experiencias y conocimiento de la vida diaria)

Describir un proceso

Detallar un procedimiento

El trabajo en ciencias, con experiencias sencillas, no sólo representó un desafío para las/os alumnas/os, sino también para las docentes. En las/os alumnas/os la propuesta generó inquietud, ansiedad y esto fue observable en la predisposición a participar de las experiencias, traer materiales para la realización de las mismas, permitir el intercambio en un ambiente diferente y más distendido de trabajo, hacer comentarios sobre lo que cada una/o pensaba, sin que eso generara reacciones violentas o malos tratos.

Resultó llamativa la posibilidad de mantener un nivel de atención óptimo sin mayores dificultades. Observamos que las concepciones e ideas previas en ciencia obstaculizaban el abordaje del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de las docentes de EPB, y que quedó de manifiesto cierta inseguridad que las mismas adjudicaron a la insuficiente formación académica. Hay que tener en cuenta que generalmente no existe en la práctica capacitación en servicio y la investigación en el área de educación esta prácticamente vedada a quienes ejercemos la tarea docente, por carecer de estímulos, espacios, preparación y tiempos para tal efecto. Las docentes de EPB manifestaron: "la experiencia nos enfrentó a un desafío, teniendo en cuenta que diariamente las dificultades de convivencia, los insultos y el maltrato dentro del aula generan un clima poco propicio para el desarrollo de actividades curriculares o las propuestas pedagógicas quedan opacadas frente a los conflictos que se generan".

Las/os alumnas/os en general revelaron interés en la propuesta, que Ayelén (11 años) describió de esta manera: "Está bueno hacer las experiencias y compartir algo nuevo, no como otros años que lo teníamos que buscar en los libros, así también los chicos se portan un poco mejor que en las otras clases y pensamos que es divertido mezclar todos los materiales que traemos".

CONCLUSIONES

- Lo que podría llamarse **capacitación en servicio**- con la salvedad que también estaban en consideración y análisis nuestras propias prácticas- nos permitió ampliar **las perspectivas originales**.

- La realización de esta experiencia involucró la necesidad de nuestra parte de profundizar la mirada, mientras íbamos desarrollando el proyecto, al confrontar las prácticas habituales de las docentes y las propias, con una metodología que resultaba **innovadora** al generar una ruptura con las prácticas tradicionales habituales.

- Esta **investigación-acción**, la consideramos una forma de entender la práctica docente, buscando contextos y condicionantes de la misma. Las docentes de EPB involucradas evaluaron sus prácticas educativas junto a

nosotras, que también somos docentes y trabajamos conjuntamente con sus alumnas/os.

- Definiendo la "investigación como una indagación sistemática y autocrítica" Stenhouse (1987), realizamos investigación educativa desde posiciones metodológicas e ideológicas que creemos cuestionan los modelos naturalizados para hacer ciencia.

- Este trabajo es parte de un proceso, realizado por docentes de distintos niveles de la educación, en el cual problematizamos las prácticas docentes, para así poder reorientar el sentido de las mismas, ya que generalmente docentes y alumnas/os somos parte de un **sistema educativo** que no propicia el protagonismo de sus actores.

BIBLIOGRAFÍA

ANCEFN (2006). *Educación en ciencias en el nivel básico. Proyecto: "hace" Haciendo Ciencia en la Escuela.* Recuperado el 12 de marzo de 2008, de http://www.ancefn.org.ar/educacion_c/hace/Proyecto_hace.pdf

Oliva Martínez J. M. y Acevedo Díaz, 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.

Porlan, R. (1999). Hacia un modelo de enseñanza- aprendizaje de las ciencias por investigación. En: Kaufman, M. y Fumagalli, L. *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas.* Buenos Aires, Argentina: Paidos Educador.

Stenhouse, L. (1987). *La Investigación como base de la enseñanza*. Madrid, España: Morata.

Suárez Pazos, M. (2002). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaboradora en la educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 1 (1), Artículo 3. Recuperado el 12 de marzo de 2008, de http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art3.pdf

PROPUESTA DE UN CURSO SOBRE QUÍMICA Y CULTURA CIENTÍFICA PARA LA FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO

Soledad Esteban Santos y Javier Pérez-Esteban. Dpto. Química Orgánica y Bio-Orgánica - Facultad de Ciencias – UNED. c/ Senda del Rey, 9 - 28040 Madrid. e mail: sesteban@ccia.uned.es e mail: jpereze@ccia.uned.es

PALABRAS CLAVE: cultura científica; educación científica; formación continua; química.

RESUMEN: A menudo no somos capaces de valorar los avances sociales debidos al desarrollo científico-tecnológico, ni tampoco los graves problemas que asimismo origina. Para que los ciudadanos adquieran una conciencia crítica sobre esos aspectos y puedan tomar decisiones al respecto se requiere su alfabetización científica. En los procesos educativos habrá de tenerse, pues, en cuenta la cultura científica como factor importante en la formación de los alumnos. En este sentido, se propone un curso de formación permanente de profesorado en el que se desarrollan una serie de temas de carácter cultural y relacionados con la química, discutiendo estrategias didácticas a seguir en el aula para conseguir la formación científica de los alumnos en la dirección apuntada.

ABSTRACT

Very often we are not able to value the social advance due to the scientific-technological development, neither the problems that it also originates. The scientific alphabetisation of citizens becomes necessary in order they acquire a critical conscience of those aspects and could take decisions about it. Thus the scientific culture must be taken into account in the teaching process, as an important factor in the scientific education of students. In this way, we present here a teacher continuing training course that consists of several themes related with culture and chemistry, discussing teaching strategies for the classroom to reach the scientific education of students in that direction.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico ocurrido a partir de la segunda mitad del siglo XIX ha incidido en la vida de la humanidad e influido enormemente en las transformaciones sociales. Esto es fruto de la especial atención prestada en las últimas décadas a la enseñanza de las ciencias, lo cual marcó un punto de inflexión en la educación, tradicionalmente inclinada más bien hacia disciplinas del ámbito de

humanidades. Este hecho suele situarse hacia mediados del pasado siglo, en tiempos próximos al lanzamiento por los rusos del primer satélite artificial (1957), en plena época de la "guerra fría". En realidad este episodio tiene un valor más bien anecdótico y en lugar de causa puede ser un reflejo de la preocupación por la ciencia y la tecnología de las grandes potencias del momento. Pero lo cierto es que a partir de esas fechas, aproximadamente, la enseñanza científica tuvo un enorme impulso. De esta forma, se reafirmó la calidad de la formación científica y el número de científicos aumentó sensiblemente, así como el de programas de investigación. Todo lo cual ha conducido al enorme desarrollo científico-tecnológico de hoy en día.

LA CIENCIA EN LA SOCIEDAD ACTUAL

No obstante, generalmente no somos capaces de percibir los avances debidos a ese desarrollo, ni tampoco de reconocer los peligros e inconvenientes que frecuentemente conllevan. Y, mucho menos, de valorar unos y otros.

Para cubrir estos vacíos las políticas educativas muestran una tendencia por conseguir la *alfabetización científica y tecnológica* (Gil y Vilches, 2001), con el objetivo de que los ciudadanos sean capaces de participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la solución de problemas sociales relacionados con la ciencia y la tecnología. Se diseñan programas, se analizan estrategias y se llevan a cabo proyectos educativos que tiendan a fomentar el interés por la ciencia desde los primeros niveles de enseñanza. Se celebran a menudo semanas, olimpiadas y ferias de la ciencia, y se fomentan los clubs de ciencias con el fin de acercar la ciencia a los estudiantes y a toda la sociedad. Y a nivel institucional, se crean órganos gubernamentales dedicados expresamente a la ciencia y la tecnología.

Es la idea de *ciencia para todos*, cuyo logro requiere a su vez el cumplimiento de determinadas metas. Primera, facilitar en los alumnos el aprendizaje de los contenidos científicos. Segunda, incentivar su interés por la ciencia. Tercera, crearles una conciencia que les haga sensibles a los beneficios y problemas inherentes al desarrollo científico de nuestra sociedad y les forme como futuros ciudadanos responsables.

A fin de alcanzar esas metas y con ellas la alfabetización científica y tecnológica, es necesaria la *contextualización de la ciencia*, un enfoque de enseñanza con el que abordar temas científicos de relevancia social. Esto requiere la utilización de otras estrategias didácticas aparte de las tradicionales lecciones expositivas, tales como realización de experimentos de laboratorio, de demostraciones de aula y de pequeñas investigaciones, búsqueda de información, visionados de vídeos, lecturas científicas,

debates y conferencias o visitas a museos de la ciencia y a industrias. En definitiva, supone una colaboración entre formas de enseñanza formal y no formal.

ENSEÑANZA CIENTÍFICA, EDUCACIÓN CIENTÍFICA

La definición de educación, en un sentido más bien sociológico, se expresa como un enriquecimiento del intelecto con el cual el ser humano sería capaz de superar los obstáculos del mundo en el que se desenvuelve, produciéndose así una mejora en sus condiciones materiales. Pero la educación puede tener un sentido más intimista y personal, que conduciría también a una mejora de la condición espiritual del individuo. En este caso supondría un enriquecimiento ético y psicológico, de tal manera que redundase finalmente en el progreso de la humanidad. La educación así entendida tendría entre sus objetivos prioritarios la formación de buenos ciudadanos, conscientes de su responsabilidad y de sus deberes en pro de contribuir a la buena marcha de la sociedad.

En referencia más concreta a la ciencia, hay que resaltar que probablemente no siempre los descubrimientos, inventos y grandes adelantos en ese campo han ido acompañados de un progreso similar en la calidad de la "educación" científica. Entenderíamos como tal la educación de los individuos desde una perspectiva integral, según la cual los ciudadanos alcanzarían una formación suficiente para saber detectar tanto las aportaciones de la ciencia como también los problemas que produce, con lo que podrían tomar determinadas decisiones con criterio y sentido de responsabilidad cívica (Martins, 2006; Vázquez y Manassero, 2007

CULTURA CIENTÍFICA Y CULTURA TRADICIONAL

También la idea de cultura tiene básicamente dos acepciones. Una, de carácter individual, que hace referencia a todos los conocimientos que posee cada individuo y que le permiten desarrollar un sentido crítico y una afición a ejercitar sus facultades intelectuales. La otra posee una dimensión social o colectiva, en cuanto a la totalidad de manifestaciones de la vida espiritual de un pueblo o una colectividad, o bien de una época de la historia, que engloba tanto al conjunto de conocimientos como al de modos de pensamiento y de vida. En ambas acepciones los conocimientos a los que la idea tradicional de cultura hace referencia corresponderían a temas relativos a literatura, arte en sus distintas manifestaciones, historia, religión... Pero el saber científico no parece estar incluido en ninguna de ellas, tal vez porque se le considere demasiado específico, apto no para todo el mundo y reservado únicamente para aquellas mentes con más facilidad o tendencia hacia las "ciencias".

Por otra parte, cada vez se hace más necesario dominar unos conocimientos científicos básicos para entender muchos conceptos, términos y sobre todo fenómenos de nuestro entorno, pertenecientes al mundo natural o al mundo creado por el hombre. Ello incluye asimismo otros aspectos científicos que ya no percibimos tan directamente, pero que están subyacentes. Mediante ese conocimiento seremos capaces de valorar los fenómenos científicos, sus consecuencias, tanto positivas como negativas; tanto inmediatas, como a medio y largo plazo. De esta manera se podrá decidir como ciudadanos responsables y con una conciencia crítica, impregnada de valores éticos.

Todo esto muestra la exigencia de una verdadera cultura científica, no separada de esa otra cultura en sentido clásico, sino como parte integrante y esencial de ella. Y además de conocer, también hay que saber buscar y seleccionar la información, ya que nuestra sociedad es una sociedad de conocimiento y, asimismo, es una sociedad de información y comunicación. Pese a la preocupación de los medios políticos y sociales por fomentar una cultura científica, se está lejos de lograr el objetivo deseado.

Para contrarrestar esta situación se requieren esfuerzos por parte de las políticas educativas y de sus agentes para proporcionar a los alumnos una cultura científica que les permita comprender los conceptos, fenómenos y procedimientos fundamentales de la ciencia, y esto desde las edades más tempranas. Con este fin se han adoptado nuevos enfoques de enseñanza y se han modificado los programas.

En cuanto a nuevos enfoques, como ejemplo paradigmático hay que citar el de ciencia-tecnología-sociedad (CTS), que dentro del intento de enseñanza contextualizada de la ciencia es el de mayor fuerza y originalidad y en el que se han puesto más esperanzas. La educación en ciencias adquiere con este enfoque una dimensión más amplia al contemplarse en él las relaciones entre la ciencia y la tecnología y sus implicaciones sociales, así como la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia (Solomon, 1994; Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Membiela, 2002; etc..). En el aula se ha trabajado e investigado intensamente ese sentido, (SATIS, 1986; Salter, 1996, entre otros), aunque a la hora de transponer con ese enfoque los contenidos científicos a los libros de texto, de ponerlo en práctica en el aula y de introducir los aspectos contextualizadores de la ciencia, surgen grandes dificultades (Caamaño, 2001).

Respecto a la modificación de los programas, es un dato significativo la introducción con mayor o menor fortuna de nuevas asignaturas en el Bachillerato, como fue la de *Ciencia, Tecnología y Sociedad* o la de inmediata implantación, *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*

(Pedrinaci, 2006; Redondo y Gómez, 2006; Fernández-G., 2008). En la ESO, aunque los contenidos sigan siendo los tradicionales, la forma de tratarlos es más novedosa, con inclusión de actividades tipo CTS que potencian el aprendizaje activo del alumno.

Y EN CUANTO A LA QUÍMICA

Entre las disciplinas de ciencias de la naturaleza tal vez sea la química la más difícil de estudiar. Sus contenidos resultan generalmente duros, aburridos y alejados de la realidad. No suele ser una asignatura muy atractiva para los alumnos, para los cuales su aprendizaje consiste más en memorizar que en comprender. A este hecho puede achacarse el notable descenso de matriculación en los estudios universitarios de esta materia, a lo que contribuye también -entre otros factores- la oferta de otras titulaciones en cierta competencia con la de Química (Ingeniería Química, Ciencias Ambientales, etc.) de las que, por otra parte, puede existir más demanda en el mercado laboral.

Se han buscado algunas soluciones para este "desencanto" por la química, tal y como la mejora innegable de los textos de estudio, el incremento -si bien más como idea que como realidad- de enseñanza experimental, nuevos enfoques como el citado CTS o tendencias como la de química y vida diaria, etc.. Sin embargo, la consecución de los objetivos perseguidos con todo ello está aún lejana.

No obstante, podemos atribuir a la química un elevado peso en las mejoras del bienestar social. Contribuye a prolongar nuestra vida (fármacos, alimentos..), a mejorar su calidad (por ejemplo, en la lucha contra el dolor) o, simplemente, a hacer más fáciles y cómodas muchas de nuestras actividades cotidianas (detergentes, nuevos materiales..). Aunque también es muy cierto que la química está presente en muchos aspectos que han deteriorado nuestro entorno (contaminación ambiental, cambio climático, etc..). ¿Es el hombre consciente de los beneficios y de los perjuicios achacables a la química y está capacitado para ayudar a potenciar los primeros y minimizar los segundos? Muy probablemente, no.

PROPUESTA DE UN CURSO DE FORMACIÓN DE PROFESORADO BAJO LA MODALIDAD DE ESTUDIO A DISTANCIA

En consonancia con todas esas ideas y centrándose en la química, se ha propuesto el curso titulado *Química y Cultura Científica*, dentro de los programas de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) sobre formación continua de profesorado. Está dirigido al profesorado de ciencias de enseñanza secundaria, con los *objetivos* prioritarios de:

- Moverle a la reflexión sobre la necesidad de promover la cultura científica entre sus alumnos

- Concienciarle sobre la importancia de mostrar una ciencia dentro del contexto social donde se desarrolla
- Proporcionarle estrategias didácticas para alcanzar esas metas

Contenidos y programa del Curso

Se han seleccionado ciertos temas de carácter multidisciplinar, aunque con gran protagonismo de la química, cuyos contenidos científicos están estrechamente implicados en determinados fenómenos sociales (historia, economía, política..) y también en el medioambiente.

El *programa* consta de tres bloques temáticos, precedidos de un tema introductorio:

Tema 1. Cultura científica y educación científica

Bloque temático I. Química, historia y trabajos artesanales

Tema 2. Colorantes naturales y colorantes sintéticos

Tema 3. El arte de la joyería y la Química

Tema 4. La porcelana: orígenes y expansión en Europa

Bloque temático II. Química, industria y medioambiente

Tema 5. Carbonato de sodio: de los egipcios a Solvay

Tema 6. La atmósfera y sus problemas de contaminación

Bloque temático III. Química, alimentación y salud

Tema 6. Fertilizantes, un capítulo de la Química Agrícola

Tema 8. La Química de nuestro botiquín

No se han elegido temáticas que abarquen grandes problemáticas y situaciones de la sociedad actual, como sería el caso de la asignatura *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*. Por el contrario, son temas de carácter específico pero que tratados con una determinada estrategia didáctica pueden llevar a conclusiones de carácter superior. Se ha ido, pues, de lo concreto a lo más general. Tales son los estudios sobre colorantes, orfebrería o porcelana, con los que se pretende mostrar cómo la química -y la cultura científica- está presente en contenidos muchas veces tratados solamente por ese otro campo de la cultura clásica. En otros casos, se incluyen contenidos del área científico-tecnológica (procesos industriales del carbonato sódico, fertilizantes, medicamentos o contaminación atmosférica) para ilustrar diferentes facetas de la aplicación práctica de la química con inmediatas repercusiones en nuestro modo de vivir. Pero siempre tratando de presentar una trascendencia más amplia para llegar a una percepción de la naturaleza de la ciencia.

Cada tema se ha desarrollado en dos apartados. Primeramente, se contemplan los contenidos científicos generales dentro de su contexto histórico, señalando explícitamente sus implicaciones en la sociedad y en nuestra vida cotidiana, y dedicando apartados especiales a los aspectos más marcadamente científicos, químicos sobre todo en este caso. A modo de ejemplo, en el tema dedicado a los colorantes se lleva a cabo un recorrido de su evolución a lo largo de la historia, para analizarlos después desde una perspectiva científica. Comenzando por los colorantes naturales, se estudian sus aspectos técnicos más significativos (procedencia, formas de teñir, uso de mordientes..), incidiendo en sus rasgos históricos y culturales (empleo por las civilizaciones antiguas, posible simbología..). Se continúa con el gran salto a los colorantes sintéticos: su descubrimiento y desarrollo, así como el análisis de sus efectos económicos y sociales e impacto en el mercado y la industria mundial. Posteriormente se realiza un tratamiento desde un enfoque científico, estudiando el fenómeno del color: por qué ciertas sustancias tienen color; relación entre estructura química y color; por qué se tiñen las fibras; el color y nuestra visión; otras aplicaciones de los colorantes (indicadores químicos, tinción de tejidos en medicina, aditivo en alimentos..).

Como en todos los temas del programa, en un segundo apartado se propone al docente un planteamiento didáctico del tema, señalando a modo de sugerencias las estrategias a seguir en el aula para extraer un rendimiento didáctico óptimo: incidir en situaciones CTS, aspectos empíricos y sistemáticos en la investigación científica; síntesis de algún colorante; lecturas; debates... Se ha procurando barrer el mayor número de posibilidades y alternativas pedagógicas, condicionadas por otra parte al nivel y tipo de alumnado, para el que se han indicado una serie de actividades a fin de hacerle más participativo. En cualquier caso, se pretendería incentivar el interés de los alumnos y moverles a un aprendizaje más activo, fomentando así su adquisición de competencias.

Sistema de estudio

Consiste en la modalidad de estudio a distancia, lo cual supone una doble ventaja. Primera, la flexibilidad de tiempo, lugar y ritmo de estudio que los sistemas a distancia permiten. Segunda, ejercita a los profesores matriculados en el Curso en este tipo de enseñanza, prevista también por la LOE para la impartición de determinadas materias, cuando así fuera necesario.

De esta forma, se ha diseñado un *material didáctico*, consistente en: un texto base en el que se desarrolla el programa; un CD con presentaciones *power point* relativas a cada tema, y una guía didáctica en la que se señalan orientaciones y sugerencias para el estudio del temario, así como

bibliografía de ampliación del mismo. Por otra parte, se *tutoriza* a los profesores mediante correo electrónico u otras formas más tradicionales de comunicación (correo postal o teléfono).

En cuanto a la *evaluación*, se realiza mediante un pequeño proyecto educativo, diseñado por cada participante del Curso y en consonancia con los contenidos y objetivos del mismo.

CONCLUSIONES

Esperamos que la realización de este Curso contribuya a que los docentes de ciencias se ejerciten en la impartición de este nuevo tipo de asignaturas, ya que como profesores tenemos la obligación y también el derecho de "aprender para ayudar a aprender a nuestros alumnos".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A., Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34.

Caamaño, A. (2001). La introducció dels avenços de la física y la química en el currículo de secundària. *Escola Catalana*, 379, 30-38

Fernández-González, M. (2007). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5(2), 185-199. www.apac-eureka.org/revista

Gil, D. y Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, 43, 27-37.

Martins,I.P.(2006). Educaçao em Ciência, cultura e desenvolvimento. En Paixao, F. (coord.), *Educaçao em Ciência, Cultura e Cidadania*, pp. 9-29. Castelo Branco: Alma Azul

Membiela, P., Ed. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía.* Madrid: Narcea.

Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana?. *Alambique*, 49, pp. 9-19.

Redondo, M.F. y Gómez, E. (2006). La cultura científica y las ciencias para el mundo contemporáneo. *An. Quim*., 102(3), pp. 59-62.

Salter Science (1996). *The Salters´ Approach*. ASE, Association for Science Education. University of York. (R. Unido).

SATIS, Science and Technology in Society (1986). ASE, Association for Science Education. University of York. (R. Unido).

Solomon, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19.

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Palma: Universitat de les Illes Balears.

LA REFLEXIÓN E INVESTIGACIÓN SOBRE LA PRÁCTICA. UNA EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS DE SECUNDARIA

Enrique España* y Ángel Blanco**

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga

*** Bulevar Louis Pasteur, nº 30 (Edificio de la Biblioteca General) Campus de Teatinos s/n. 29071 - Málaga. Telf.: 952132948. Correo electrónico: enrienri@uma.es**

**** Correo electrónico: ablancol@uma.es**

PALABRAS CLAVE:

Formación inicial del profesorado de secundaria, Espacio Europeo de Educación Superior, Biología y Geología, Física y Química, Reflexión e investigación sobre la práctica.

RESUMEN:

Esta comunicación presenta una propuesta para fomentar competencias docentes relacionadas con la reflexión e investigación sobre la práctica de los futuros profesores/as de ciencias de secundaria. Se basa en la realización de un trabajo en grupo que parte de un foco de interés elegido por ellos tras sus primeros contactos con los estudiantes del instituto en el que realizan sus prácticas. La experiencia se está desarrollando desde el curso 2003-04, en todas las especialidades del CAP, en la Universidad de Málaga. Nos centraremos en cómo se ha concretado en las de Biología y Geología y Física y Química, respectivamente.

SUMMARY:

This communication presents an approach to encourage educational competencies related to the reflection and action-research of preservice secondary school science teachers. It is based on the accomplishment of a work on group that start from an area of interest chosen by them after their first contacts with the students of the secondary school in which they realize their practices. The experience is developing from the course year 2003-04, in all the specialities of the CAP, in the University of Malaga. We will concentrate on those of Biology and Geology and Physics and Chemistry, respectively.

1. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un momento especialmente importante, y muy esperado, con respecto a la formación inicial del profesorado de secundaria. El curso para la obtención del Certificado de Aptitud Pedagógica, conocido como CAP, tras una cuestionada y prolongada

existencia de más de treinta años parece que va a dar paso a unos Másters*, como titulaciones de postgrado, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (en adelante EEES).

En los meses que se avecinan los esfuerzos de las personas y las instituciones encargadas de la formación inicial del profesorado de secundaria se emplearán en realizar dicha transición, en la que la elaboración de los planes de estudio de los citados Másters adquirirá especial relevancia.

Existe la creencia de que es necesario "empezar de cero" en esta tarea debido, entre otros factores, a las reiteradas y generalizadas críticas al CAP. Sin dejar de reconocer las deficiencias de la estructura, del enfoque y de la duración de este curso, nos parece importante no olvidar, en estos momentos, que en su seno se han producido experiencias, innovaciones y esfuerzos que pueden servir como punto de partida para la nueva formación inicial de los futuros profesores/as de educación secundaria (González e Hijano, 2002).

Aunque los marcos, normativo (Máster) y educativo (EEES), sean muy diferentes, los futuros graduados que realicen estos estudios compartirán muchas características con los licenciados que han cursado y cursan el CAP. Fundamentalmente, haber recibido una formación académica eminentemente disciplinar y no poseer experiencia docente.

El CAP ha constituido, con algunas excepciones, la única formación inicial docente para miles de licenciados y licenciadas que hoy ejercen como profesores/as de educación secundaria. La experiencia acumulada con los estudiantes del CAP –sobre sus conocimientos previos, tanto docentes como disciplinares, sus actitudes, sus expectativas y sus dificultades para acceder al ejercicio profesional de la docencia- puede ser muy útil a la hora de organizar y de concretar, tanto los planes de estudio, como el desarrollo de los futuros Másters.

La literatura sobre formación del profesorado pone especial énfasis en la importancia de definir el modelo de profesor/a que se desea formar. Entre los modelos definidos, el del profesor reflexivo (Stenhouse, 1984 y Pérez-Gómez, 1992), al que nos acogemos, ha recibido mucha atención. Marcelo (1994) considera que este primer período de formación es muy fértil e importante para aprender el oficio de docente y, por ello, resalta la necesidad de plantear a los futuros profesores propuestas formativas dirigidas a potenciar su capacidad de reflexión y de autocrítica. Dichas

* REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, en BOE de 30/10/07. ORDEN ECI/3858/2007, 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 profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en BOE de 29/12/07.

propuestas deben formularse desde una concepción del docente como práctico reflexivo, capaz de construir conocimiento a partir de su implicación personal y profesional.

2. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA:

Desde esta perspectiva se planteó la experiencia que se está llevando a cabo, desde el curso 2003-04, en todas las especialidades del CAP, en la Universidad de Málaga. Nos centramos en esta comunicación en cómo se ha concretado en dos grupos de las especialidades de Biología y Geología y Física y Química, respectivamente.

El objetivo fundamental de esta experiencia es fomentar las competencias docentes relacionadas con la reflexión e investigación sobre la práctica en los futuros profesores/as de ciencias de secundaria. Se basa en la realización de un trabajo en grupo que parte de un foco de interés elegido por ellos tras sus primeros contactos con los estudiantes del instituto en el que realizan sus prácticas.

A partir de aquí los alumnos hacen una revisión bibliográfica sobre el tema elegido y tienen en cuenta las aportaciones que reciben de los módulos (tanto generales como específicos) del CAP. Después, planifican el trabajo y lo llevan a la práctica. Con relación al problema planteado, recogen información a través de diferentes métodos (observación, cuestionarios, entrevistas, documentos, etc.) e informantes (profesores, alumnos, etc.). A partir de los datos obtenidos se lleva a cabo su análisis y la posterior elaboración de conclusiones y propuestas de mejora que permitan revisar la práctica educativa.

Es el profesor/a del módulo de didáctica específica el que se encarga de dirigir los trabajos de los grupos de estudiantes y coordinarlos con los tutores de prácticas en los institutos. Aporta, de forma secuenciada, los recursos y herramientas necesarios para introducir a los alumnos en la investigación didáctica y facilitar su trabajo.

En todo este proceso también se recurre a la Plataforma del Campus Virtual de la Universidad de Málaga facilitando, por ejemplo, la utilización de wikis por parte de los grupos de estudiantes o elaborando una base común de fichas bibliográficas.

Esta experiencia requiere un alto grado de coordinación entre teoría y práctica. La coordinación con los tutores de prácticas se hace a través de, al menos, tres reuniones a lo largo del curso:

- La primera, realizada antes de empezar el curso, sirve para establecer el procedimiento de coordinación, posibles temas de los trabajos de investigación y la planificación del trabajo de cada grupo.

- La segunda, a mitad de curso, sirve para llevar a cabo un seguimiento de los trabajos en marcha y poder aclarar los problemas que surjan.
- La tercera, al final del curso, sirve para la evaluación de los estudiantes y sus trabajos y para sacar conclusiones y propuestas de mejora.

A los estudiantes se les contabilizan 30 horas, dentro del cómputo de las 180 horas del CAP, para realizar la memoria de prácticas de la que forma parte el trabajo de iniciación en la investigación didáctica, y la asistencia a tutorías con el profesor/a del módulo de didáctica específica.

3. Referencias bibliográficas:

GONZÁLEZ, F., HIJANO, M. (coord.) 2002. *La formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria. Relato de una experiencia.* Colección Innovación Educativa, nº 8. Málaga: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.

MARCELO, C. 1994. *Formación del profesorado para el cambio educativo.* Barcelona: PPU.

PÉREZ, A. 1992. *La función y formación del profesor/a en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas.* En Gimeno, J y Pérez, A. *Comprender y transformar la enseñanza.* Madrid: Morata.

STENHOUSE, L. 1984. *Investigación y desarrollo del currículum.* Madrid: Morata.

EDUCACIÓN QUÍMICA DESDE LA HISTORIA DE LA CIENCIA. PROPUESTAS PARA LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR[1]

Johanna Patricia Camacho González, Mario Quintanilla

Departamento de Didáctica. Pontificia Universidad Católica de Chile

PALABRAS CLAVE: Educación Química, Didáctica de las Ciencias, Historia de la Ciencia

RESUMEN: El objetivo de esta comunicación es evidenciar las contribuciones de la Historia de la Ciencia en la educación química. Al respecto, proponemos dos actividades a desarrollar en el contexto educativo, a fin de enriquecer los aspectos conceptual, contextual y procedimental de la química. Una actividad presenta la discusión del S. XVIII entre Lavoisier y Priestley sobre la descomposición del aire, con el propósito de promover competencias cognitivolingüísitcas y la otra, trata de la evolución conceptual de la ley periódica desde el modelo epistemológico de S. Toulmin

ABSTRACT: The objective of this Communication is to evidence the contributions of the history of chemistry in the school scientific activity from a naturalized pragmatic epistemology, which allows reconstructing science as a profoundly human activity and conceiving school scientific knowledge similar to scientists' theories in the fact that both realms integrate thought, language and action. In this line, review two school scientific activity's, one presented the discussion in chemistry between Lavoisier and Priestley in century XVIII and about the decomposition of air and the other, describes the application of the model from Stephen Toulmin to the study of the evolution of the concept of periodic law

INTRODUCCIÓN

A través de esta comunicación se pretenden señalar algunos aspectos interesantes de considerar en la actividad química escolar (Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003), sobre todo los que hacen referencia a la Historia de la Ciencia, la cual en los últimos años ha tenido una gran influencia en la Didáctica de la Ciencias, principalmente en relación a conceptos científicos, entre ellos la naturaleza del conocimiento; procedimientos e instrumentos y aspectos contextuales, sociales y culturales.

Los aportes teóricos y empíricos de la Historia de la Ciencia como área de conocimiento e investigación, sustentan la relación entre una enseñanza

[1] Esta comunicación es patrocinada por la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile CONICYT y hace parte del Proyecto FONDECYT 1070795 *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la Reforma*.

de las ciencias que permita *saber ciencia y sobre la ciencia* (Matthews, 1989), reconociendo la importancia de la seres humanos como sujetos históricos pertenecientes a determinados contextos sociales, políticos y culturales; la dinámica evolutiva y transformadora de la actividad científica (Toulmin, 1977), el progreso científico no como un progreso acumulativo sino como un proceso cultural donde los nuevos conocimientos implican reelaboraciones de los saberes previos y que además, como lo plantean Kragh (citado en Barona, 1994); Fernández (2000); Izquierdo (2000); Mathews, (1989,1994); Adúriz-Bravo (2001); Solbes y Traver (2001) y Orozco (2005), contribuye a una formación de una imagen crítica de la ciencia, concordante con las necesidades de una enseñanza que responda a la consolidación de una cultura científica de base en nuestro medio y a la valoración de la actividad científica en nuestros contextos particulares.

A continuación, describiremos los aspectos considerados en el momento de la elaboración de las propuestas y posteriormente, comentaremos brevemente los episodios históricos trabajados para la enseñanza de la química, el primero sobre la teoría de la combustión y el segundo, acerca de la ley periódica.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS CIENTÍFICAS DESDE LA HISTORIA DE LA CIENCIA PARA LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA ESCOLAR (SPCEHC)

A través de episodios y/o reconstrucciones históricas que sin haberse dado en el pasado, interpretaciones serias, rigurosas e intencionadas, que corresponden a situaciones que se desarrollaron en contextos científicos reales, con valor educativo y formativo, es posible diseñar actividades en la práctica escolar y formativa. Dichas *situaciones problemáticas científicas desde la Historia de la Ciencia para la actividad científica escolar* (SPCEHC), se deben caracterizarse entre otros, por los siguientes atributos: a) situaciones que *motiven al estudiante* a enfrentarlas y resolverlas; b) deben ser *significativas para los y las estudiantes* que aprenden; c) deben *constituir una dificultad cognoscitiva para el y la estudiante*, pero que sea factible de resolverse; d) que sean *auténticas y similares* a las que se desarrollan en los contextos científicos reales; e) *problemáticas en la disciplina científica* que se enseña y, f) que *promuevan los procesos reflexivos* (metacognición y autorregulación) y de *creatividad* del propio sujeto que aprende ciencias.

Las fuentes que se pueden emplear para la elaboración de *situaciones problemáticas científicas desde la Historia de la Ciencia para la actividad científica escolar* (SPCEHC) con los atributos anteriores, según Garret (1989) y Cortés (1989) son: a) *los procesos de resolución de problemas actuales*, situaciones que en este momento sean relevantes tanto para el ámbito científico como para el social; b) *los procesos pasados*: qué hicieron los científicos, en otros tiempos, cuáles fueron sus intereses y problemas, cómo trataron de resolverlos y por qué, tendiendo en cuenta las precisiones mencionadas previamente, a propósito de cómo

intencionar el episodio histórico y desde qué visión de Historia de la Ciencia y c) *los procesos históricos*: cómo han cambiado las ideas, preguntas y técnicas a lo largo de los años.

A través de estas SPCEHC se demuestra que la actividad científica, se desenvuelve en determinados ámbitos y que es posible, gracias a la participación colectiva de hombre y mujeres tal como lo ha evidenciado la propia Historia de la Ciencia.Mediante este proceso de construcción de conocimiento científico tanto en el ámbito de los científicos (químicos) como el de los que aprenden ciencia (escolares), se van identificando, caracterizando y promoviendo determinadas competencias cognitivolingüísticas como las de: *definición, explicación, argumentación y justificación*, entre otras. Estas competencias son posibles si se vinculan con la teoría científica que permiten articular el pensamiento, el lenguaje y la acción en los sujetos, para dar cuenta de los nuevos conocimientos científicos construidos paulatinamente por ellos. Consideramos que a partir del estudio de diferentes episodios históricos que han sido relevantes para la evolución de la química en el desarrollo de la humanidad con una intención didáctica específica, se puede promover el enfrentamiento a SCEP como actividades científicas escolares que permita la construcción del conocimiento y el aprendizaje de la química, de tal modo que los estudiantes se vayan apropiando de los lenguajes de las ciencias que constituyen la cultura científica, construidos a lo largo de los siglos […] aprender el lenguaje científico es pensar, hablar, escribir y leer (Sanmartí e Izquierdo, 1998)

LA BOMBA DE VACÍO ¿QUIÉN DIJO QUÉ, A PROPÓSITO DE QUÉ?[2]

Este episodio histórico describe la 'discusión química' entre Lavoisier y Pristley en el siglo XVIII acerca de la descomposición del aire. Mediante esta situación pretendimos trabajar algunos de los aspectos contextuales (las dinámicas de las comunidades científicas, los factores sociales y culturales de aquella época); conceptuales (Combustión) y procedimentales (la bomba de vacío) de la química. Esta propuesta se hizo con el objetivo de promover competencias cognitivo lingüísticas en la actividad química escolar a través de la resolución de una situación problemática, es decir, una situación que permita que los y las estudiantes aprendan a enfrentarse a un problema científico real, presentado como un *problema para aprender a aprender*, el cual podrá promover de manera significativa competencias cognitivolingüísticas para la construcción y reelaboración de conceptos y teorías científicas que permitan interpretar y transformar el mundo real.

La metodología propuesta para abordar el episodio de la bomba de vacío en el aula de química, se propuso según las tres directrices señalas por Quintanilla (2006):

[2] Camacho González, J. y Quintanilla, M. (En prensa).

1) *Identificación de problemas científicos y comunicación de significados*, En este sentido, lo que interesa es identificar un 'problema científico' (concepto-idea-pregunta problematizadora) en la historia de la ciencia; seleccionar la tipología o dimensión del problema incluido en el episodio histórico (conceptual, procedimental, actitudinal); identificar la teoría científica que subyace al problema seleccionado en la historia de la ciencia (¿Qué modelo teórico se quiere enseñar?); discriminar el nivel escolar en que se enseña ese contenido 'curricularmente' y transformarlo en una situación científica escolar problemática (SCEP) y contemplar la ideas previas (IP) de los alumnos/destinatarios. Finalmente identificar 'el plano de desarrollo' en que está formulado inicialmente el problema a los alumnos (instrumental, personal, comunicativo);

2) *Problematizar e Identificar tipologías de competencias científicas* En esta directriz se trata de vincular la SCEP con alguna competencia específica que se quiera desarrollar; comunicar a los alumnos (o consensuar con ellos) el tipo de competencia cognitivo lingüística y sugerencias para enfrentarse a la resolución del problema que se ha enunciado y que está basado en el episodio histórico; enseñar a los alumnos a identificar el plano de análisis por donde se puede 'movilizar la SCEP'; identificar y discutir inicialmente con los estudiantes el marco teórico del problema científico, el marco procedimental y los recursos que posibilitan enfrentarse a resolver el problema (algorítmicos y heurísticos)

3) *Evaluación de la experiencia con los estudiantes,* este proceso es continuo, se trata de potenciar la metacognición con los alumnos y alumnas con preguntas tales como ¿Qué reflexiones potenció el enfrentamiento al problema? ¿En qué planos del desarrollo lo situamos? ¿Por qué? ¿Cuáles fueron los criterios para evaluar el problema científico y cómo enfrentarlo inicialmente? ¿Cómo los identificamos? ¿Cuáles fueron las principales dificultades del análisis? ¿Cómo las identificamos y las superamos? ¿Qué competencias científicas desarrollamos o aprendimos? Es importante que el docente y los alumnos no pierdan de vista el modelo teórico que se ha seleccionado a partir del episodio histórico, ni tampoco la perspectiva de que hay 'buenas o malas' respuestas. Este es un momento privilegiado para 'mirar lo vivido' por el grupo de estudiantes y darse cuenta de cómo se está 'pensando teóricamente' con una finalidades humanas.

LA LEY PERIÓDICA DESDE EL MODELO EPISTEMOLÓGICO DE TOULMIN

Las *SPCEHC* se pueden considerar con bastante rigurosidad y coherencia teórica y epistemológica. Por ejemplo, la aplicación del modelo epistemológico de Toulmin (1977) a un concepto químico como la *ley periódica*, propuesto por Camacho *et al*, (2007), desde Döbereiner (1829) hasta Moseley (1913). Mediante la vía evolutiva se dio cuenta de cómo se desarrolló este concepto en la Historia de la Química del S. XIX y se presentaron algunos argumentos que sustentan dicha evolución como un proceso dual de innovación o variación conceptual y selección intelectual.

Con respecto a la variación conceptual, en el desarrollo de la ley periódica se iban verificando proposiciones en la medida que aparecían nuevos conceptos que permitieron dar cuenta del problema particular, el propósito no fue "verificar la verdad o la falsedad de una proposición empírica o medir las frecuencias requeridas como medidas de probabilidad" (Toulmin, 1977, p.213) sino que esta variación correspondió a la idea "cómo pueden ser reordenados nuestros conceptos para obtener un cuadro <<mejor>> - esto es, más exacto, más detallado y en general, más inteligible - de los objetos, sistemas y sucesos involucrados" (Toulmin 1977, p.213).

En cuanto a la evolución de la ley periódica como un proceso de selección intelectual, según establece Toulmin (1977), el cambio conceptual de la ley periódica se produjo como la actividad colectiva en búsqueda de la solución del problema de organización de los elementos químicos; los cambios relevantes que se expusieron para que pudiese emerger el concepto de ley periódica, fueron dados gracias a consideraciones intelectuales relevantes y esto, entre otros aspectos, permitió que la formulación de Mendeléiev fuera acogida por la comunidad de especialistas, en la medida que además de proporcionar aspectos explicativos, también sustentó su propuesta en aspectos predictivos, efectos colaterales que fueron "en pro de la innovación conceptual más poderosa que sus consecuencias previstas" (Toulmin, 1977, p. 233).

La aplicación del modelo de Toulmin al concepto de la Ley periódica, sólo se desarrollo desde el enfoque conceptual, abordando tanto la ley periódica como los aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia (comprender cómo se construye conocimiento científico).

REFLEXIONES FINALES

La propuesta descrita señala varios aspectos a considerar, el más importante es la posibilidad de cambiar la manera tradicional de enseñar química en el contexto educativo y hacerlo más activo y dinámico, de tal manera que se fomente en los estudiantes una visión más naturalizada de la ciencia, *saber ciencia* y *sobre la ciencia* (Matthews, 1989), reconociendo la importancia de la seres humanos como sujetos históricos pertenecientes a determinados contextos sociales, políticos y culturales; la dinámica evolutiva y transformadora de la actividad científica (Toulmin, 1977), el progreso científico no como un progreso acumulativo sino como un proceso cultural donde los nuevos conocimientos implican reelaboraciones de los saberes previos y que además, contribuye a una formación de una imagen crítica de la ciencia, concordante con las necesidades de una enseñanza que responda a la consolidación de una cultura científica de base en nuestro medio y a la valoración de la actividad científica en nuestros contextos particulares.

El estudio de algunos conceptos químicos a través de *situaciones problemáticas científicas desde la Historia de la Ciencia para la actividad científica escolar* (SPCEHC) proporcionan aspectos que pueden enriquecer

la enseñanza de la Química y favorecer la comprensión de actividades propias de la actividad científica en el sentido a) *conceptual*, siendo factible problematizar los contenidos y relacionarlos con la naturaleza del conocimiento científico, trabajando conceptos que hacen parte del estatuto epistemológico de la química, que son relevantes para la disciplina científica, que puedan favorecer a cambiar la imagen de ciencia tradicional y dogmática y promover una imagen de ciencia como la actividad de seres humanos pertenecientes a determinados contextos sociales y culturales; la ciencia como un proceso continuo, no acumulativo; b) *procedimental*, a través de los procesos y diseño de experimentos y de las propias dinámicas de las comunidades científicas y, c) *contextual*, citando la actividad química en relación con los aspectos individuales y colectivos donde los aspectos culturales hacen que existan reelaboraciones de los saberes previos, acompañados por las nuevas visiones frente al mundo.

El reto que se propone para una la actividad química escolar desde la historia de la química, tiene diferentes perspectivas y en este caso, se quiere enfocar más hacia la reflexión sobre cómo incorporar la historia de la ciencia para que efectivamente contribuya a enseñar química, como una actividad compleja, intencionada, contextual, social y cultural, además de enseñar los conceptos propios de esta disciplina científica. Un factor indiscutible es la formación de profesores inicial y continua en el campo de la Historia de la Química y la Epistemología de las Ciencias; otro es cuál debe ser el tratamiento que se le debe dar a estos materiales en las clases; cuáles contenidos curriculares son factibles de trabajar bajo estas perspectivas; a qué fuentes debe recurrir el profesorado en servicio para poder crear estas *situaciones problemáticas científicas desde la Historia de la Ciencia para la actividad científica escolar* (SPCEHC), según las características descritas anteriormente y de qué manera trabajarlas en el aula.

BIBLIOGRAFÍA

Adúriz-Bravo, A. (2001)**.** *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias***.** Tesis de Doctorado, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España.

Barona, J. (1994) *Ciencia e Historia. Debates y tendencias de la historiografía de la ciencia.* Valencia, España: Seminari d´estudis sobre la ciencia.

Camacho, J. y Quintanilla, M. (En prensa). Resolución de problemas científicos desde la Historia de la Ciencia. Retos y desafíos para promover competencias cognitivolingüísticas en la química escolar. *Revista Ciência y Educação*.

Camacho, J. *et al*. (2007). La ley periódica desde la propuesta de Toulmin. Aportes para la enseñanza de la Historia de la Química. En M. Quintanilla

(Ed.), *Historia de la Ciencia. Aportes para su divulgación y enseñanza.Vol II* Santiago de Chile, Chile: Editorial Arreyán.

Chevallard, Y. (1990). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado.* Buenos Aires, Argentina: Aique.

Cortés, L. (1989). The use of problem –solving in the history of chemistry course. *Journal of Chemical Education*. 69 (2), 1012-1013.

Fernández, M. (2000). Fundamentos históricos En Perales y Cañal (Ed.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias.* España: Alcoy-Marfil.

Garret, R. (1989) Resolución de problemas, creatividad y originalidad. Revista Chilena de Educación Química. 4 (1-2), 224-230.

Giere R. (1992) *La Explicación de la ciencia. Un acercamiento cognitivo*. Ciudad de México, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Estaña, J.L (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En Izquierdo, Caamaño y Quintanilla (Eds.) *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar.* España, Barcelona: Ediciones UAB.

Izquierdo, M., Vallverdú, J., Quintanilla, M. y Merino, C. (2006). Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias II. *Alambique* 48. 78-91.

Izquierdo, M. and Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science &Education* 12, 27 – 43.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales y Cañal (Ed.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias.* España: Alcoy-Marfil.

Joshua, S. y Dupin, J. (2004). *Introducción a la didáctica de las ciencias y las matemáticas.* Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue.

Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, España: Alianza.

Márquez, C. (2006) Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Revista Educación y Pedagogía* Vol. XVIII, nº 45, 61-72

Mathews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias* 12 (2), 255-277.

Matthews, M. (1989). A role for History and Philosophy in science teaching. *Interchange,* 20 (2), 3-15.

Orozco, J. (2005) Atajos y desviaciones. Los estudios histórico-críticos y la enseñanza de las ciencias. En Tecné Episteme Didaxis TEΔ. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología Número Extra. *2do Congreso sobre formación de profesores en ciencias* (70-79). Bogotá: Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico desde una imagen naturalizada de la ciencia. En. M.Quintanilla y A. Adúriz-Bravo, (Ed), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos.* (pp.18-42) Santiago de Chile, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Solbes, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de las ciencias en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias,* 19 (1), 151-162.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. Vol.1 El uso colectivo y la evolución de conceptos.* Madrid, España: Alianza Editorial.

LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN LA REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA PROFESIONAL DOCENTE. UN ESTUDIO COLECTIVO DE CASOS

Cuellar, L[*1]. y Quintanilla, M[2].

1. **Facultad de educación. Universidad Católica de la Santísima Concepción. lcuellar@ucsc.cl**

2. **Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. mquintag@uc.cl**

PALABRAS CLAVE: Historia de la química, formación docente, estudio de casos

RESUMEN: A partir de la investigación en la enseñanza de la química se ha propuesto, por parte de uno de los autores, como Proyecto de Investigación Doctoral, mediante un estudio colectivo de casos, la identificación y caracterización de aquellos componentes que se consideran irreductibles para la inclusión de la historia de la química en la enseñanza; lo mismo que sustentar teórica y metodológicamente la necesidad de la inclusión de la historia de la ciencia en la formación de profesores y además proponer acciones formativas, igualmente sustentadas, para fortalecer la formación histórico-epistemológica de los profesores de ciencias.

En la Investigación participan 7 Profesores de Química en ejercicio en diversas instituciones educativas en la ciudad de Concepción – Chile, en nivel medio de enseñanza, y se encuentra en la etapa de trabajo de campo, en su *fase b*, en espera de presentar los resultados preliminares en el marco del evento.

1. DESARROLLO

La enseñanza de las ciencias experimentales en las aulas permite la construcción de teorías y modelos científicos para interpretar el mundo desde una visión naturalizada de la ciencia (Giere, 1992; Quintanilla, 2005) en lo que se reconoce la participación protagónica de los estudiantes y los profesores. Es así como en el campo de la didáctica de las ciencias, se han iniciado, desde hace varios años, investigaciones referidas a los profesores de ciencias, sus concepciones y su desempeño profesional (Mellado, 1996).

En otras perspectivas de investigación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se han formulado incluso ya directrices para la inclusión de la historia, la epistemología, la naturaleza de la ciencia en la formación de

* El autor de la presente investigación agradece a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica CONICYT-Chile, la financiación de sus estudios doctorales en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Este es un trabajo de investigación inserto en el Proyecto FONDECYT 1070795, que dirige el Dr Mario Quintanilla Gatica.

profesores y en la enseñanza (Matthews, 1994; Quintanilla, 2005; Adúriz Bravo, 2002; Adúriz-Bravo; Izquierdo y Estany, 2002) a partir de los resultados obtenidos en la indagación sobre las concepciones de los profesores de ciencias, en lo que se ha encontrado que estas afectan de manera directa a las concepciones de los estudiantes e influyen en la conducta de los profesores en el aula y en el ambiente de clase.

A partir de las investigaciones referidas, y como es señalado por autores tales como Mellado (1996), Copello, M. y Sanmartí, (2001), Angulo, (2002), y otros, existe una aceptación generalizada por parte de la comunidad de especialistas en didáctica de las ciencias experimentales, de que hay deficiencias históricas en la formación de profesores de ciencias naturales en cuanto al abordaje de la naturaleza de la ciencia, su objeto y método de estudio, lo cual le permitirá a estos, reflexionar teóricamente sobre sus propias concepciones epistemológicas.

Así pues, en el presente proyecto de investigación, que es la Tesis Doctoral del primer autor, se plantea que ante esta necesidad de reflexión acerca de las prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias naturales es un tema fundamental e irreducible incorporar la Historia de las ciencias, como una disciplina metacientífica en la formación docente (Cuellar, L., Gallego, R. y Pérez, R., 2008), que no solo incorporaría elementos enriquecedores hacia la consolidación de las concepciones sobre la naturaleza y la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, sino que además permitiría al profesor evolucionar y consolidar sus marcos teóricos y metodológicos que son la base del contenido que enseña, al tiempo que trasformar, evolucionar y consolidar sus modelos de enseñanza, de tal forma que la presentación del conocimiento científico sea más comprensivo para los alumnos sobre la base de factores que condicionan y determinan la práctica escolar y que no comienzan ni terminan en la sala de clases.

Se considera pues, que los fines de la educación en ciencias en la escuela, pretenden que los y las estudiantes se formen como futuros ciudadanos de una sociedad, críticos y participativos frente a las decisiones relacionadas con el avance científico y tecnológico, para lo cual, el profesor de ciencias ha de permitir el abordaje del conocimiento científico, no como tradicionalmente se ha venido haciendo al transmitir de manera operativa los conceptos científicos, sino que, como señalan Gil, Carrascosa, Furió y Martínez-Torregrosa (1991), es necesario que se recuperen los aspectos históricos ligados al devenir del conocimiento, de interacciones, conflictos, aventuras y luchas apasionadas por la libertad del pensamiento propias del desarrollo científico, en lo que se permita romper con una tradición empeñada en convertir a la enseñanza de las

ciencias en pura transmisión dogmática de conocimientos (Quintanilla, 2005; 2006).

Siendo conscientes de las complicaciones que conlleva la inclusión de la Historia, la Filosofía y la Sociología de la Ciencia en la enseñanza, se presenta esta necesidad a fin de mejorar el interés por la ciencia, lo mismo que para despertar el espíritu crítico ante los hechos que comúnmente llamamos científicos.

Como es señalado por Moreno (2006), se han de buscar formas de incorporar la HPS en los currículos de formación de profesores, ya que esta puede ser una vía para superar las dificultades que se presentan al tratarles de dar un contenido cultural a las enseñanzas científicas, lo que a su vez aporta en la consecución de la multiculturalidad social y la transdisciplinariedad académica, algo tan recurrente en los discursos actuales sobre la enseñanza de las ciencias y la nueva sociedad del conocimiento.

La presente investigación se formula como un Programa de Formación Docente, con énfasis en el estudio de la evolución, tanto conceptual, como metodológica y actitudinal, acerca de la disciplina química y su enseñanza, al incorporar su dimensión histórica, dentro de la que se pretende *identificar y caracterizar en qué medida un proceso reflexivo, intencionado y permanente, sustentado en la historia de la química como marco de referencia teórico y metodológico, contribuye al mejoramiento de las prácticas de enseñanza de los profesores de ciencia en ejercicio*.

2. METODOLOGÍA

En lo metodológico, cabe resaltar que se adelanta dentro de la línea de investigación cualitativa, en el enfoque llamado *estudio de casos* enfatizando la adecuación y pertinencia de este al estudio de la realidad socioeducativa y cultural de los sujetos que participan en la investigación, los cuales son 7 profesores de química de enseñanza media, que participarán de forma paralela en un taller de formación en Historia de la ciencia y su relación con la enseñanza de la química. No obstante lo anterior, la Investigación se centrará en el análisis en profundidad de un solo caso, un profesor de química, participante del taller de formación, dentro del modelo de investigación protagónica.

Se tienen previstas *tres fases*, las cuales tiene que ver con:

a) una fase descriptiva inicial -5 etapas-, en la que se pretende e diagnóstico en terreno, institucional y docente, y la selección de los sujetos,

b) una fase metodológica de campo (I) -8 etapas- en la que se harán entrevistas semi-estructuradas, observación no participante, análisis de

las concepciones de los profesores, inicio del taller de formación, observación participante, y reflexión y evaluación del proceso de formación continua, para cada una de las sesiones (S1 a S*n*, según temática disciplinaria a abordar, ver anexo 1) y,

c) una fase metodológica de campo (II) – 8 etapas- en la que se sistematizará la información, se levantarán categorías de análisis, el levantamiento de los modelos interpretativos y la síntesis de la investigación adelantada.

3. Resultados preliminares

Es pertinente señalar que en este momento la investigación se encuentra en su *fase b* y se espera que en el Congreso se puedan socializar resultados preliminares de la *fase c*.

Sin perjuicio de lo anterior, vale decir que a partir de las concepciones sobre naturaleza de la ciencia e Historia de la Ciencia, recogidas a partir de un cuestionario preliminar; de las entrevistas semiestructuradas y de las observaciones registradas sobre la práctica profesional, se puede percibir el reconocimiento de una falta de fundamentación teórica en la Historia de la Química (HQ), disciplina base de los profesores participantes, lo mismo que un profundo desconocimiento de las diversas perspectivas bajo las cuales puede abordarse la HQ, y la forma en que ella puede articular la divulgación del conocimiento químico en el aula de clase. No obstante, se ha podido establecer que se reconocen los grandes aportes que la HQ podría ofrecer tanto a su discurso químico como a la forma de enseñar química en el aula, algo que evidencia la poca reflexión metateórica acerca de cómo hacerlo.

Las temáticas a abordar, desde la perspectiva histórica de la química, serán establecidas de común acuerdo con los profesores participantes de la investigación, según las programaciones previstas por cada uno de ellos durante este segundo semestre académico.

4. Referencias Bibliográficas

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Un modelo para introducir la naturaleza de la ciencia en la formación de los profesores de ciencias. *Revista Pensamiento Educativo*, 30(1): 315-330, 2002

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín, IZQUIERDO, Merce y ESTANY, Ana. Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 20(3): 465-476, 2002.

ANGULO, Fanny. Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de biología. Tesis (Doctorado en Ciencias Experimentales): Barcelona,

España, Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Educación, 2002.

CUELLAR, Luigi, GALLEGO, Rómulo y PÉREZ, Royman. El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 26(1): 43–52, 2008.

COPELLO, Maria Inés y SANMARTÍ, Neus. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 19(2): 269-283, 2001.

GIL, Daniel, CARRASCOSA, Jaime, FURIÓ, Carlos, y MARTÍNEZ-TORREGROSA. Cuadernos de Educación. La enseñaza de las ciencias en la educación secundaria. Universitat de Barcelona. Horsori:España, 1991.

GIERE, Ronald. La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo. Mexico: Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 1992

MATTHEWS, Michael. Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12(2): 25-277, 1994.

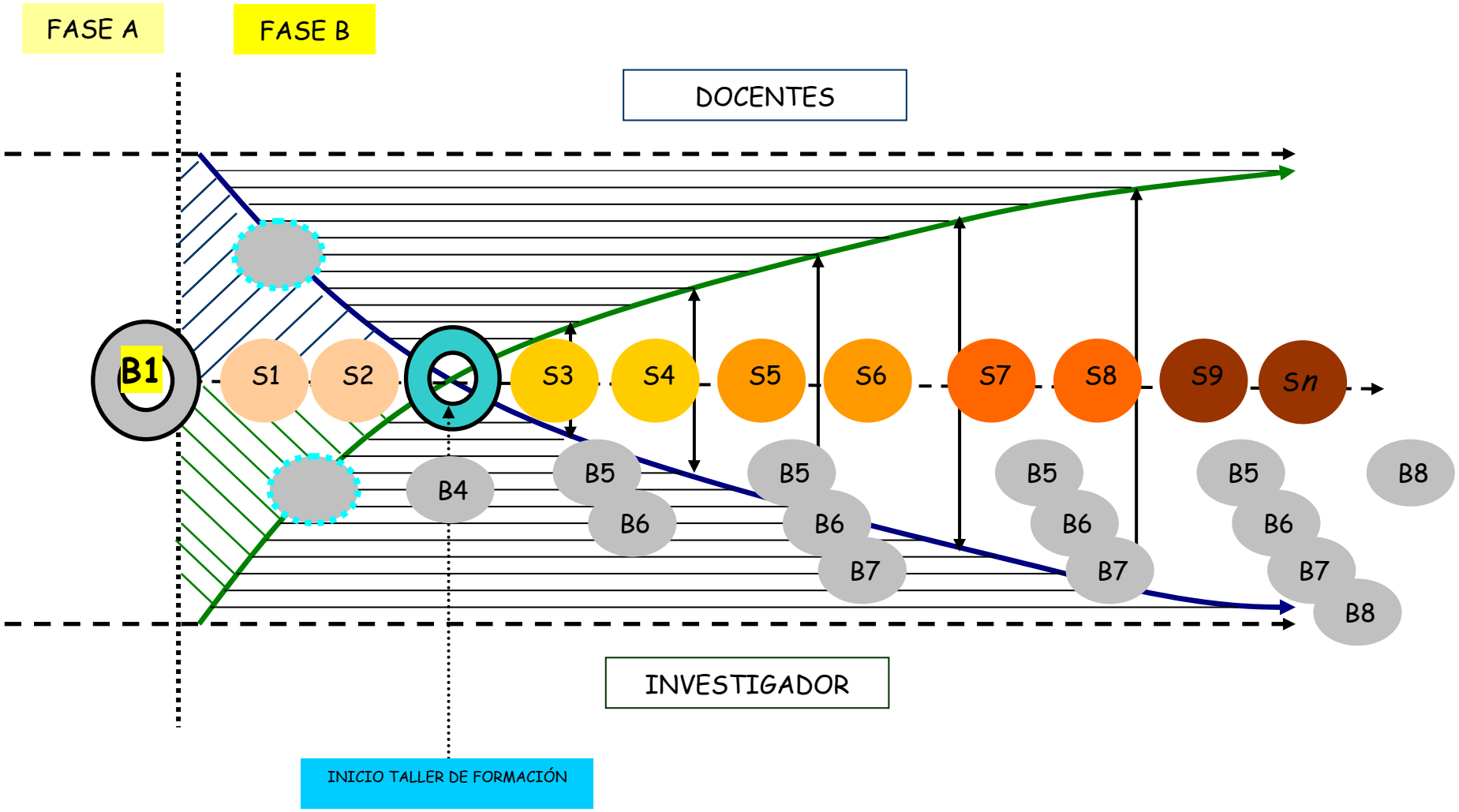
MELLADO, Vicente. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 14(3): 289-302, 1996.

MORENO, G. Atomismo versus Energetismo. *Enseñanza de las ciencias.* 24 (3): 411-428, 2006.

QUINTANILLA, Mario. Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista Tecné, episteme y didáxis*. Número extra: 34-43, 2005.

QUINTANILLA, Mario. Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia, En: QUINTANILLA, M y ADÚRIZ-BRAVO., eds. Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Santiago, 2006.

Anexo 1. Diagrama fase Metodológica de Campo I



EL CONCEPTO DE MOVIMIENTO DE LOS ESCOLÁSTICOS DEL SIGLO XIII

Fernández Durán, E.*, Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. ****

***Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada. e-mail: efedu@ugr.es**

****Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. e-mail: ejimenez@um.es , isolano@um.es**

PALABRAS CLAVE: Movimiento, definición, delimitación, identidad, estados.

RESUMEN: En este trabajo se pone de manifiesto la dificultad de los contenidos que se utilizan en la enseñanza generalizada, por ejemplo, el movimiento, donde aparecen problemas tanto en relación a su conceptuación como en el contenido que pueden asimilar los docentes. Para la mejora de su enseñanza, se han realizado una serie de trabajos acerca de su evolución histórica y su relación con la evolución mental de cada individuo. Se exponen los siete postulados que hicieron explícitos los escolásticos del siglo XIII y que llegan a obtener logros básicos sobre la conceptuación de Aristóteles, reduciendo los movimientos por él considerados sólo a los estados de traslación. Esta drástica reducción, les permite a los escolásticos eliminar las deformaciones en los cuerpos móviles siempre que cambian su estado de traslación, simplificar el movimiento de los puntos de dichos cuerpos en estado de traslación a simples y puros segmentos lineales de valoración fácil y obtener la primera determinación métrica de un movimiento. En las conclusiones se indica la importancia de estas cuestiones para la formación de profesores.

KEYWORDS: Motion, definition, delimitation, identity, states.

SUMMARY: In this study, the difficulty of the contents that are used in generalized education is shown. We take the case of motion as an example where appear problems in relation to both, its conceptualization and the content that teachers can assimilate. A series of works about both, its historical evolution and its relation to mental evolution have been made in order to improve its teaching. Seven postulates that scholastics of 13th century had stated, are shown. They get to obtain basic achievements starting from the conceptualization of Aristotle, since they reduce the movements that this one had considered only to the states of translation. This drastic reduction allows scholastics to eliminate deformations in relation to movible bodies whenever they change its states of translation, to simplify the motion of the points that make up the bodies that are in states of translation, to simple lineal segments of easy valuation and to obtain the first metrical determination of a motion. The importance of these questions for the teacher education is indicated in the conclusions.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza en Primaria es parte de la enseñanza generalizada y por lo tanto no debe considerarse selectiva. La enseñanza de hace varios decenios era selectiva y los discentes que no respondían a su exigencia eran rechazados al no alcanzar el aprendizaje requerido. El objetivo básico de la enseñanza generalizada debe ser la integración eficaz de todos los individuos en la sociedad a la que pertenecen. En la enseñanza Primaria, dicho objetivo debe contemplar como una de sus variables básicas el apoyo a la evolución mental del discente.

La consideración histórica de algunos conceptos de la física, como es el movimiento, proporciona información de sus evoluciones. Éstas pueden estar estrechamente relacionadas con las mentales de los discentes, lo que supondría disponer de información básica para la administración de la enseñanza en sus diferentes etapas.

Actualmente, la enseñanza del movimiento se basa en un modelo coordinado de conceptos, que suele ser interpretado en los niveles general, abstracto y métrico. Estos niveles superan con creces los mentales que corresponden a los discentes de tercer ciclo de Primaria, ESO y Bachillerato. Esto es lo que muestran los resultados de dicha enseñanza, pues estos discentes sólo logran memorizar aquellas partes del modelo que están próximas a los logros en su evolución mental, entre las que destacan las relacionadas con la operatividad matemática y simbólica.

Un examen de libros de texto muestra que sus definiciones de movimiento coinciden o están próximas a ésta: “un objeto se encuentra en movimiento con respecto a un sistema de referencia cuando su posición respecto a este sistema varía con el tiempo”. Esta definición, además de innecesaria, porque todo discente tiene idea del movimiento, y de contener elementos de distintos niveles conceptuales, como son objeto y posición, se basa en los conceptos, sistema de referencia, posición y tiempo, que debían haber sido introducidos con antelación y con el nivel adecuado.

Las primeras identidades o individualidades que logra establecer la mente son las de los cuerpos en quietud, que además poseen figura y tamaño constantes. Como complemento a estas identidades se establece la primera noción de movimiento, que permitirá la identidad de los cuerpos que cambian de figura. El reposo es el estado de traslación de valor nulo y sólo se puede conceptuar con posterioridad a que la conceptuación abstracta y métrica de los estados de traslación. Sin embargo, es usual que se enseñen como equivalentes reposo y quietud.

Lo anterior confirma el carácter caótico de los contenidos de la enseñanza generalizada tanto en ellos mismos como en relación a los contenidos que pueden asimilar los discentes.

Nuestro equipo trata de poner de manifiesto que la evolución histórica de de los conceptos de física guarda estrecha relación con la evolución mental de cada individuo. Con anterioridad y como justificación de dicha correlación se elaboraron estos trabajos:

Sobre el concepto de movimiento (Fernández, Jiménez y Solano, 2004), que trataba de la diversidad de conceptos del movimiento tanto en la época actual como en las distintas épocas de la cultura occidental, y de que en ninguna de sus definiciones se establece la delimitación necesaria para su métrica. También se indicaba que la evolución del concepto de movimiento depende de la evolución que se genere en la fenomenología de la estática, que en la actualidad está completamente eliminada de los contenidos de enseñanza.

Las conceptuaciones del movimiento (Fernández, Solano y Jiménez, 2005), que exponía un análisis de las primeras conceptuaciones del movimiento, de las que se tiene constancia histórica, que son las denominadas aporías, atribuidas a Zenón por Aristóteles (1995). Tales aporías son los resultados que se obtienen mediante lógica matemática que se basa en la divisibilidad hasta el infinito tanto del tiempo como del espacio, aunque los mismos están en contradicción evidente con lo que les ocurre a los cuerpos concretos.

Sobre el concepto de movimiento de Aristóteles (Fernández, Jiménez y Solano, 2006), que analiza la contradicción de la afirmación de Aristóteles (1995) de que el movimiento es un principio intrínseco y esencial a la materia, con la identidad que establece del movimiento cuando escribe "*no hay ninguna diferencia para nosotros entre decir movimiento y decir cambio*" (Aristóteles, 1995. pag. 268) o con las clases de movimiento que establece como sustanciales (generación y aniquilación), cuantitativas (aumento y disminución), de alteración y locales, o con la distinción que establece al escribir "*Ni la alteración ni el aumento ni la generación son uniformes, sólo lo es el cambio de lugar*" (Aristóteles, 1995. pag. 289). También se indicaba que la conceptuación aristotélica del movimiento no tiene carácter métrico y que asignaba operatividad infinitesimal a los conceptos abstractos de movimiento, de tiempo y de espacio, pero asignaba operatividad finita a los casos concretos de movimiento, de tiempo y de espacio.

En este trabajo se analizan los primeros logros de los escoláticos en la conceptuación del movimiento, porque suponen logros básicos sobre la conceptuación de Aristóteles. Es fundamental que el profesor conozca el

desarrollo histórico del movimiento como algo básico y fundamental en su formación, con el fin de realizar una enseñanza del movimiento desde la Física y no desde la lógica Matemática que se hace en la actualidad.

2. Postulados que asignan los Escolásticos del Siglo XIII al Movimiento

Según Duhem (1956, Tomo VII, capítulo V, pag. 465), en la Biblioteca Nacional Francesa, hay un escrito anónimo, que puede fecharse hacia el final del siglo XIII, donde se establecen siete postulados sobre el movimiento.

- Primer postulado: Quae magis removentur a centro, magis moventur, et quae minus, minus.

"Lo que más se mueve respecto del centro, más se mueve, y lo que menos, menos".

Este postulado plantea la necesidad de fijar un centro de referencia para poder valorar el movimiento. Por tanto, establece una delimitación neta entre el movimiento y el observador, pero el sistema de referencia aún carece de la otra propiedad fundamental que es la orientación. En consecuencia, afirma que cualquier cuerpo que más se mueve respecto del centro de referencia, es el que más se mueve, y el que menos, menos, con independencia del observador.

- Segundo postulado: Quando linea aequaliter, et uniformiter, at aequidistanter movetur, in omnibus partibus suis et in punctis ipsis aequaliter movetur.

"Cuando las líneas del movimiento son con igualdad, con uniformidad y con equidistancia, en todas sus partes y puntos, los movimientos son los mismos con igualdad".

Cuando un cuerpo rígido se mueve en línea recta y conservando constante la orientación de su figura, los segmentos rectos descritos por todos y cada uno de los puntos en que los que se quiera suponer dividido dicho cuerpo, serán iguales. La igualdad de estos segmentos lineales tiene que ser comprendida tanto en sus figuras como en sus longitudes. En su forma inversa, cuando las líneas de movimiento (de todos los puntos en que se quiera suponer dividido un cuerpo) sean iguales, uniformes y equidistantes, los movimientos de todos sus puntos y partes serán los mismos (de igual clase) y con igualdad (con el mismo valor).

Este postulado, al incluir la equidistancia entre dichas líneas de movimiento, queda restringido a los movimientos rectos, pues las líneas de movimiento de los puntos de un cuerpo que se mueve conservando la orientación de su figura, pero no en línea recta, serán segmentos lineales iguales en figura y longitud; pero no serán equidistantes.

La inclusión de la uniformidad junto a la igualdad indica una nueva restricción, pues dicha cualidad sólo puede estar referida a la regularidad del movimiento. Esto pone de manifiesto el extremo rigor del pensamiento escolástico, pues todos los cuerpos, cuando cambian de movimiento también cambian de figura, porque para generar, anular o cambiar el movimiento de un cuerpo, sólo se actúa sobre algunos de sus puntos; pero no sobre todos, e incluso dicha actuación es desigual, lo que origina cambios elásticos en su estructura.

- Tercer postulado: Quando medietates aequaliter et uniformiter moventur a de inviten, totum aequaliter moventum suae medietati.

"*Cuando se genera un movimiento igual y uniforme en la parte central, todo se mueve igual a su parte central*"

Este postulado vuelve a insistir en la delimitación de la rigidez del cuerpo móvil, pues establece la condición para que se genere el movimiento que se describe en el postulado anterior. Si se empuja un cuerpo para que adquiera un estado de traslación, que es el movimiento descrito en el postulado anterior, y no se deforma (la inercia de la parte opuesta a aquella en la que se empuja no logra deformar el cuerpo), todos los puntos del cuerpo, incluidos los de la parte central, adquieren movimientos iguales y regulares. Si el cuerpo se deforma al ser empujado, cuando cesa el empuje, la energía elástica de deformación tenderá a recuperar la estructura, originando una serie de oscilaciones y los movimientos de los puntos de dicho cuerpo no podrán ser segmentos lineales iguales ni regulares.

Los modelos dinámicos actuales asumen que todos los cuerpos móviles tienen trayectoria. Este supuesto es erróneo, pues sólo cuando los movimientos de todos los puntos, en que se quiera dividir un cuerpo, sean iguales, se podrá tomar uno de ellos como representante del conjunto y éste será la trayectoria. Los cuerpos que se deforman no tienen trayectoria y mucho menos los que tienen partes móviles como son los coches y los trenes. Es cierto que estos postulados son muy primarios respecto a los conceptos de trayectoria y velocidad actuales; pero sin su rigor nunca se hubiesen establecido ni dicha trayectoria ni dicha velocidad.

- Cuarto postulado: Inter lineas rectas aequales aequalibus temporibus motas, quae majus spatium transit et ad majores terminos, magis movetur, et quae minus [spatium] et ad minores terminos, illa minus movetur.

"*Para líneas rectas con regularidad movidas en tiempos iguales, la que mayor espacio transita y con mayores límites, mayor movimiento, y la que menos [espacio] y con menores límites, menos movimiento tiene*"

Este postulado describe la trayectoria, aunque aún no reciba tal denominación, y su uso como variable del movimiento. También establece el tamaño del cuerpo como variable del movimiento, pues no cabe duda que el movimiento de un camión es mayor que el un motorista que marche en paralelo con él. La comparación que se establece en este postulado elimina la simultaneidad (no dice en el mismo tiempo, sino en tiempos iguales), que era una condición restrictiva de épocas precedentes; pero aún está limitado a los movimientos rectos y regulares (estados de traslación).

- Quinto postulado: Quod nec majus spatium nec majores terminos, magis non movetur.

"*El que no tiene mayor espacio ni mayores límites, más no se mueve*".

Este postulado viene a reafirmar el anterior postulado, es decir reafirma que las variables del movimiento son la distancia del movimiento del punto y el tamaño del cuerpo.

En la actualidad el valor del movimiento se reduce a la distancia recorrida; pero esto es un simple convenio aceptado en los modelos físicos, que está muy alejado de lo que ocurre con los cuerpos concretos. Un conductor sabe que el movimiento de un camión no es el mismo que el de un coche, de una moto o de una persona, aunque todos ellos se muevan entre dos lugares dados de una misma carretera. El movimiento de un portaaviones es mayor que el de cualquiera de los buques que lo escoltan.

- Sexto postulado: Quod nec minus spatium nec minores terminos, minus non movetur.

"*El que no tiene menor espacio ni menores límites, menos no se mueve*".

Este postulado completa al anterior, estableciendo entre ambos la delimitación rigurosa que determina el valor del movimiento en función de la distancia (espacio) y del tamaño (términos), de modo exclusivo y unívoco.

- Séptimo postulado: Proportio motuum punctorum est tanquam linearum in eodem tempore descriptarum.

"*La proporción en los movimientos de los puntos es tal cual la de las líneas trazadas en el mismo tiempo*".

Este postulado destaca que el movimiento de puntos sólo posee como variable la longitud de los segmentos lineales que describen dichos puntos. Como se puede notar, la comparación se retrotrae a la simultaneidad (en el mismo tiempo) y no en tiempos iguales. Los escolásticos de épocas posteriores denominaron "geometría del movimiento" al conjunto de resultados y conclusiones, que obtenían al

prescindir en la consideración del movimiento de todas las variables excepto las correspondientes al segmento lineal que describían todos y cada uno de los puntos del cuerpo. Por lo tanto, dicha "geometría del movimiento" estaba limitada a los estados de traslación. De acuerdo con este postulado, dos cuerpos de igual tamaño, que se muevan en línea recta y uniformemente (con regularidad), la proporción entre sus movimientos será igual a la proporción entre las longitudes de los segmentos rectos descritos por los puntos de ambos cuerpos en sus movimientos simultáneos (en el mismo tiempo).

3. CONCLUSIONES

Los presentes postulados reducen los movimientos considerados por Aristóteles de manera drástica, pues eliminan todos los que para él eran de generación, de aniquilación, de aumento, de disminución, de alteración, e incluso en los de lugar, todos los que no son en línea recta y no son regulares, es decir, la reducción es tan drástica que sólo consideran los estados de traslación.

Esta drástica reducción les permite eliminar las deformaciones que se producen en los cuerpos móviles siempre que cambian su estado de traslación, pues para cambiar su estado de traslación todo cuerpo debe chocar o entrar en contacto con otro cuerpo y dicho choque no se da en todos los puntos del cuerpo ni es de la misma intensidad en todos los puntos de contacto con el otro cuerpo. También les permite simplificar el movimiento de los puntos de dichos cuerpos en estado de traslación, a simples y puros segmentos lineales de valoración fácil, mientras que en cualquier otro tipo de movimiento del cuerpo que suponga cambio de lugar, el movimiento de sus puntos será en general no lineal y aunque lo sea será de difícil valoración.

El movimiento del cuerpo será siempre la suma de los movimientos de sus puntos. Hay aún otro problema, en los estados de traslación no importa el número de puntos que se supongan en el cuerpo móvil, porque sus movimientos serán todos segmentos rectos de la misma longitud; pero en cualquier otro cambio de lugar del cuerpo, aunque conserve su figura, que es un supuesto en rigor imposible, habría que adoptar un criterio para establecer cuantos puntos se deben tomar en él, porque los movimientos de todos y cada uno de los puntos serán distintos e incluso no tienen por qué ser segmentos lineales.

Aunque no aparece de modo explícito, el movimiento de cuerpos descrito en estos postulados (estados de traslación) se determina, bien sumando los movimientos de todos y cada uno de sus puntos o bien multiplicando el movimiento de uno de ellos (el elegido como representante del conjunto) por la sección máxima del cuerpo que es perpendicular a la

dirección del movimiento y sumando a dicho resultado el volumen del cuerpo. Se puede afirmar, sin duda alguna, que el valor numérico que resulta de la operación anterior, es la primera determinación métrica de un movimiento.

En conclusión, los trabajos realizados por los escolásticos de finales del Siglo XIII permiten determinar numéricamente el movimiento y aportar grandes beneficios didácticos, pues permite adecuar de manera eficaz los contenidos de enseñanza del movimiento a la edad del discente y hacer un análisis del movimiento desde la Física y no desde la lógica matemática. De ahí, la relevancia de los estudios históricos del movimiento en la formación del profesorado.

A pesar del gran avance que estos postulados dan al concepto de movimiento, aún quedan muchas incógnitas para poder establecer la evolución desde este concepto de movimiento de los escolásticos de finales del siglo XIII hasta el actual, que irán siendo objeto de las correspondientes comunicaciones conforme este equipo las vaya encontrando.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la DGICYT como parte del proyecto SEJ2006-15309 del Programa de Promoción General del Conocimiento.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARISTOTELES (1995). *Física*. Madrid: Gredos.

DUHEM, P. (1989). *Le Système du Monde. Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon a Copernic.* Tome VII. París: Hermann, éditeurs de sciences et des arts.

FERNÁNDEZ, E., JIMÉNEZ, E. y SOLANO, I. (2004). Sobre el concepto de movimiento, en Díaz Palacio, P. y otros (eds*.). La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea* (pp. 515-520). San Sebastián: Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

FERNÁNDEZ, E., SOLANO, I. y JIMÉNEZ, E. (2005). Las conceptuaciones del movimiento. *Enseñanza de las Ciencias. VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. Granada (7 al 10 de Septiembre).

FERNÁNDEZ, E., JIMÉNEZ, E. Y SOLANO, I. (2006). Sobre el concepto de movimiento de Aristóteles. *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Zaragoza.

RESUMEN HISTÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA

Fernández Durán, E.*, Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. ****

***Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada. e-mail: efedu@ugr.es**

****Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. e-mail: ejimenez@um.es , isolano@um.es**

PALABRAS CLAVE: Enseñanza, Investigación constructiva, Piaget y la investigación de enseñanza, Cambio conceptual.

RESUMEN: Los distintos proyectos de enseñanza nacidos en la década de 1960 no lograron la eficacia buscada. La tendencia de estos proyectos basados en planteamientos lógicos, ha sido conocida con el nombre de conductismo. La falta de eficacia, tanto de las investigaciones en contenidos como en metodología de la enseñanza, obligaron a tomar en consideración las ideas de Piaget sobre los estadios de la evolución mental. Las investigaciones conductistas en base a dichos estadios, pusieron en evidencia que los discentes poseen contenidos conceptuales, que discrepan con los que se suponen comunes a docentes e investigadores. Esta condición originó la tendencia investigadora conocida como cambio conceptual. El desconocimiento del progreso evolutivo mental del niño, ha originado que la investigación del cambio conceptual haya ido evolucionando, desde la posición inicial, que pretendía eliminar toda la conceptuación del discente para ser sustituida por la "científica", hasta aceptar que ambas se den simultáneas en los discentes. En la actualidad, hay una cierta tendencia gestáltica, pues la filosofía de la ciencia, ha puesto de manifiesto, que el aprendizaje depende de elementos no lógicos presentes en la enseñanza. Se concluye con una serie de consideraciones sobre la futura investigación en enseñanza.

KEYWORDS: Teaching, constructivist research, Piaget and the education research, conceptual change.

SUMMARY: The different projects of teaching that were born during the 1960s didn't get the effectiveness that they looked for. The tendency of these projects based on logical approaches, has been well-known as behaviourism. The lack of effectiveness of both, researchs about contents and researchs about the methodology of teaching, forced researchers to take into account the Piaget's ideas about the stages of the mental evolution. The behaviourist researchs based on these stages, made clear that students possess conceptual contents that are different from that ones that, we can suppose, are common to both, teachers and researchers. This condition originated the well-known investigative tendency of the conceptual change. The ignorance of the child's mental

evolution process has originated that the research about conceptual change has gone evolving from the starting point, that tried to eliminate all the student's conceptuation and to replace it for the scientific conceptuation, to accepting that both occur simultaneous in the students. At the present time, there is a certain gestaltic tendency, since the philosophy of science has made clear that learning depends on non-logical elements that are present in the teaching. It is concluded with a series of considerations on the future research about teaching.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza general fue impulsada a partir de la segunda guerra mundial por gobiernos y organismos internacionales. Los pobres y dispares conocimientos de la mayor parte de los discentes de dicha enseñanza general pusieron en evidencia los contenidos y los procesos de la enseñanza tradicional. Esto llevó a la realización de proyectos de enseñanza en la década de 1960, unos centrados sobre contenidos, por ejemplo el proyecto PSSC (Physical Science Study Comitee del año 1964) y otros, como el proyecto de investigación sobre el método de enseñanza individualizado, basado en la psicología conductista (Keller y Sherman, 1982).

En el proyecto PSSC desarrollaron contenidos estructurados o que exigían intuición y pensamiento analítico, porque la enseñanza de estructuras debía ser más eficaz que el de técnicas y hechos o porque de esta manera se abría la vía a la investigación y al descubrimiento.

El proyecto de Keller trataba de estimular el deseo de aprender y presentaban las nuevas ideas de modo que los discentes utilizasen el currículo de manera eficaz y progresiva hasta los conceptos complejos. Las tendencias conductistas de los investigadores en enseñanza de esta década, se orientan a descubrir, aquellos cambios del proceso de enseñanza o de los contenidos, que generan cambios en el aprendizaje, sin que tuviese interés para ellos, el cómo y el por qué se producen dichos cambios de aprendizaje. La investigación en esta década se centra en el desarrollo de los currículos de ciencias (contenidos y sus procesos de enseñanza) y marca una decisiva influencia sobre el resto de las materias de enseñanza.

La aplicación de dichos programas no generó en la enseñanza la mejora prevista por las correspondientes investigaciones, sino que incluso sus logros fueron menores que los de la enseñanza tradicional. Pero los cambios en el aprendizaje cobraron importancia hasta convertirse en objetivos de investigación. El análisis del aprendizaje y la justificación de cualquiera de sus efectos, pasó a ser el objetivo de los investigadores. Este cambio de objetivo en la investigación didáctica propició el abandono

de las teorías conductistas a favor de las ideas del desarrollo mental de Piaget. El cambio no fue drástico y hubo investigaciones de tipo conductista que diseñaron condiciones y sistemas de medida, para que el discente pasase del pensamiento concreto al formal.

Al final de la década de 1970, el claro predominio de la ideas de Piaget, que suponen que la estructura mental da sentido a la experiencia, es cuestionado por Ausubel (1976), que supone que la experiencia adquiere sentido por el esquema de conceptos específicos que el discente adquiere a través del aprendizaje por recepción significativa. Lo anterior supuso un cambio en el fundamento de la investigación didáctica, pues pasó de las teorías conductistas a disciplinas como la historia y filosofía de la ciencia, la metodología científica, la psicología cognitiva, etc. que implícitamente contienen los principios del constructivismo.

2. Algunas variables de las Investigaciones Constructivistas

La investigación en tópicos concretos como son la energía, el calor, el peso, la masa, etc. puso de manifiesto que los contenidos que asignan los discentes a ciertos vocablos son distintos de los que le asignan los investigadores, docentes y científicos. También los contenidos de los discentes persisten y prevalecen ante los memorizados en la enseñanza, con independencia de que sean opuestos o coincidan en parte, llegando a generar explicaciones duales excluyentes. Los contenidos que usan los discentes suelen ser desconocidos e infravalorados, porque tanto investigadores como docentes parten del supuesto de que tales vocablos específicos poseen contenidos unívocos (dan identidad propia a dichos vocablos), a pesar de que los mismos dependen del modelo en que se usan e incluso del propio docente o investigador.

Los vocablos específicos usados por docentes e investigadores, no poseen un contenido unívoco, ya que éste depende del modelo, por ejemplo, el contenido del vocablo fuerza en mecánica vectorial o en estática, es completamente diferente del que se utiliza en la dinámica de Newton-Euler, del que se utiliza en elasticidad, del que figura en la física de Aristóteles, del que usaron los escolásticos, etc. La designación general de estos vocablos como conceptos y principios en sustitución de magnitudes y leyes, indican la ambigüedad tanto de lo investigado como de los procedimientos, métodos y técnicas utilizados.

La investigación en enseñanza de esta época mostró que el aprendizaje en ciencias depende de los contenidos que docentes y discentes asignan a los vocablos específicos, de la naturaleza de las concepciones, del aprendizaje pretendido con la enseñanza y de la naturaleza de los procesos del aprendizaje pretendido. De hecho, a las investigaciones realizadas en Didáctica de las Ciencias Experimentales les falta consistencia, validez y

fiabilidad (Vosniadou y Brewer, 1992; Oliva, 1999, entre otros). Esto suele deberse a que un investigador o educador sobre la base de cómo conceptúa un vocablo elegirá o diseñará unas experiencias, elaborará unas preguntas e interpretará las respuestas de los alumnos de manera diferente a otro que lo conceptúe de manera distinta.

La investigación en la enseñanza de la ciencia también ha mostrado que algunos discentes sólo memorizan y acumulan hechos, que para otros discentes tiene especial importancia en la elaboración de su conocimiento el entorno social y cultural, que la confrontación de puntos de vista entre los discentes y el consenso posterior, entorpecen el progreso eficiente, y que la enseñanza de modelos concretos favorece el aprendizaje, mientras que la enseñanza de magnitudes abstractas apenas genera aprendizaje. Los objetivos de esta investigación en enseñanza suelen ser el aprendizaje de conceptos, el desarrollo mental, el aprendizaje diferencial y la resolución de problemas.

En el aprendizaje de conceptos se analizan las diferencias cualitativas de las concepciones que utilizan los discentes para explicar los fenómenos. En el desarrollo mental se examinan los cambios en el transcurso de tiempo en las conceptuaciones de los discentes, desde una perspectiva piagetiana, neopiagetiana o vygotskiana. El aprendizaje diferencial se centra en las diferentes habilidades, aptitudes y actitudes de los discentes, ya sean individuales o de grupos demográficos, y de su influencia en la enseñanza. La resolución de problemas estudia los procesos que emplea el discente para responder a las cuestiones que se le plantean. Igualmente, estas investigaciones muestran distintos supuestos básicos sobre el proceso de aprendizaje.

El proceso de aprendizaje, para algunas de las investigaciones, es una simple agregación de nuevos entes a las estructuras cognitivas existentes, con independencia de que tales entes sean lógicos, analógicos, conceptuales, operativos o descriptivos, y sin que dichas estructuras cambien. Para otras, el aprendizaje es un salto cualitativo en el conocimiento, que se acompaña con la reconstrucción de las estructuras del pensamiento. Hay un tercer grupo para las que el aprendizaje es un entrenamiento hacia un conjunto de contenidos que poseen estructura propia. Todas ellas dan por supuesto el deseo de aprender de los discentes.

La investigación en enseñanza basada en el constructivismo ha generado dos tendencias que pueden denominarse individual y social. En la tendencia individual se considera más básico y fundamental el desarrollo cognitivo, porque mediante éste el discente construye sus propios significados con los que guía su comprensión del mundo exterior; aunque dichos significados están inmersos en el conocimiento de la sociedad de la

que el discente forma parte. En la tendencia social se da prioridad a las estructuras de los distintos aspectos del conocimiento social; aunque la evolución de estas estructuras también dependa de la evolución mental de los discentes. Las investigaciones con tendencia individual dieron prioridad al aprendizaje de conceptos, mientras que las de tendencia social se la dieron al aprendizaje de modelos.

3. Influencia de las Ideas de Piaget en la Investigación de Enseñanza

Muchas de las investigaciones en enseñanza de esta época declaran estar basadas en las ideas de Piaget, por lo que conviene puntualizar algunos aspectos de éstas. En primer lugar hay que tomar en consideración que Piaget no buscó una aproximación al aprendizaje, sino establecer el aspecto empírico en la epistemología, considerada hasta entonces como una tarea filosófica pura (su epistemología genética). Su interés en el desarrollo del conocimiento humano se debe a esa búsqueda del aspecto empírico de la epistemología y su modelo de tal desarrollo es una transferencia del proceso de adaptación de los seres vivos a su entorno, con sus fases de asimilación, acomodación y reequilibración (Piaget e Inhelder, 1984).

La asimilación es la entrada de nuevas impresiones sensoriales acordes con la estructura cognitiva. Si no son acordes, la acomodación trata de depurarlas para que se adapten a la estructura. Y si esto resulta imposible, el reajuste genera el cambio necesario en la estructura cognitiva para que desaparezca el conflicto generado. Este proceso es el que fundamenta las investigaciones en enseñanza que utilizan la enseñanza cíclica y el conflicto cognitivo. Sin embargo, hay que destacar que los cuatro estadios que establece Piaget, sensomotor, preoperacional, operacional concreto y operacional formal, poseen una delimitación pobre (una pobre individualidad o identidad extrínseca), porque sólo establece algunas diferencias cualitativas entre ellas, y una determinación nula, porque no establece el conjunto de propiedades exclusivas de ninguna de ellas (no poseen identidad intrínseca). Un sujeto puede ser formal en una tarea y no serlo en otra, donde subyace un contenido diferente. Lo que implica que las capacidades operatorias no son independientes del contenido. Por otro lado, sujetos que tienen la misma capacidad operatoria, divergen sus respuestas a la hora de realizar otra tarea que indica que las dos clases de pensamiento no son isomorfas con las proposiciones de la lógica formal (Vuyck, 1985).

4. El Cambio Conceptual

El modelo de cambio conceptual, propuesto por Hewson (1981) y Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982) es una expresión generada para nombrar la diferencia entre las concepciones de los discentes y las

atribuidas a la ciencia. Según las investigaciones en enseñanza, ésta debe cambiar las concepciones de los discentes por las atribuidas a la ciencia. Según las investigaciones psicológicas la diferencia entre ambas concepciones es sólo cualitativa, por lo que sólo es posible establecer cómo y por qué se produce el cambio conceptual, es decir, que la expresión "cambio conceptual" posee un contenido meramente descriptivo. Sin embargo, en ambos tipos de investigaciones subyace el falso supuesto de que las concepciones atribuidas a la ciencia son las correspondientes a las magnitudes y que con éstas coinciden los contenidos de investigadores y docentes.

En 1980 predominaba la tendencia de que las concepciones de los discentes eran malas o desviadas, por lo que debían ser eliminadas y sustituidas por las buenas y rectas de la ciencia. Las investigaciones pusieron de manifiesto que es imposible eliminar cualquier concepción particular de los discentes y luego sustituirla por la atribuida a la ciencia. También establecieron, que algunas partes de las primeras concepciones de los discentes persisten como partes básicas en nuevas concepciones, aún alejadas de las atribuidas a la ciencia. En la actualidad, se considera nefasta la extinción de las concepciones que se adquieren al margen de la enseñanza, porque los adultos, incluidos los científicos, recurren a ellas por su eficacia en la vida diaria. Según esta nueva tendencia, la enseñanza debe concienciar a los discentes de que las concepciones atribuidas a la ciencia son más eficaces en ciertos contextos, que sus concepciones propias.

Muchas investigaciones muestran que los cambios en las concepciones de los discentes no son básicos y que quedan restringidos a los contextos concretos enseñados, por lo que son designados como "cognición localizada". Según esta tendencia, el cambio conceptual se produce por una confrontación, interna al discente, entre los resultados obtenidos en base a sus propias concepciones y los obtenidos en base a las aprendidas por la enseñanza, porque las concepciones propias pierden prioridad frente a las aprendidas por la enseñanza. Los tipos de enseñanza basados en el cambio conceptual discontinuo (por saltos) recurren al conflicto cognitivo, el cual puede ser generado confrontando las concepciones de los discentes con el resultado de un experimento, con las concepciones del docente o con las de otros discentes. Esta tendencia coincide con el reajuste de las ideas piagetianas.

Hacia la mitad de la década de 1980 surge la tendencia denominada "crecimiento conceptual o cambio conceptual continuo". El primer tipo de enseñanza basado en esta tendencia propone partir de un conjunto de concepciones de los estudiantes en apariencia contradictorias con las atribuidas a la ciencia y reinterpretarlas en aquellas de sus partes básicas

acordes con las de la ciencia. En la primera mitad de la década 1990, surge un segundo tipo de enseñanza basada en el “cambio conceptual continuo”, la cual propone un conjunto secuencial de lecciones para que el discente progrese desde sus concepciones iniciales a las concepciones atribuidas a la ciencia, iniciando cada lección con aquellas partes de las concepciones de los discentes que coinciden con las atribuidas a la ciencia. Esta tendencia coincide con el proceso de asimilación-acomodación de las ideas piagetianas.

Ambas tendencias son complementarias, aunque algunos las consideran antagónicas. Resulta imposible evitar la confrontación entre las concepciones de los discentes y las de la ciencia, pues siempre habrá fenómenos concretos en los que ambas confluyan y se producirá la confrontación. Toda confrontación que lleva al cambio conceptual exige un cierto aprendizaje previo, pues en caso contrario el discente no entra en conflicto y el cambio conceptual no se dará. Algunas investigaciones han puesto de manifiesto que la secuencia de un aprendizaje dado es tan compleja, que nunca puede lograrse sólo con procesos rigurosos de crecimiento conceptual ni sólo con procesos rigurosos de cambio conceptual. Otras investigaciones han establecido que los resultados de ambas técnicas son bastantes distintos para los diferentes discentes de un mismo grupo. Otras han puesto de manifiesto que la enseñanza por confrontación conceptual genera una relación discente-docente que dificulta la enseñanza, aunque el docente establezca la confrontación con las concepciones de la calle. Otras han mostrado la imposibilidad de lograr una enseñanza de las concepciones de la ciencia, que se mantenga ajena a las concepciones de los discentes, aunque algunos modelos y fenómenos se consideren ajenos a ellas.

De todas estas investigaciones se puede llegar a dos conclusiones. Una es que el cambio conceptual sólo se debe utilizar para describir el pensamiento de conjuntos de discentes y ofrecer una idea de la dificultad que tendrá su aprendizaje de nuevas concepciones. Otra es que toda enseñanza basada en el cambio conceptual exige cambios drásticos en contenidos, métodos, técnicas y/o modelos, de la enseñanza tradicional, por lo que resulta imposible su evaluación comparativa.

5. Conclusiones

A pesar de las numerosas investigaciones realizadas, aún no se han delimitado los distintos procesos que intervienen en la enseñanza. Tampoco se establecen de modo explícito las identidades de los elementos investigados ni de aquellos que se controlan, con independencia de que éstos sean contenidos, métodos, técnicas y procedimientos, o de que pertenezcan al docente, al discente y a la administración.

Los supuestos sobre la construcción individual del conocimiento que se dan en dichas investigaciones son parciales. La parte explícita siempre es lógica por lo que excluye variables básicas como son la emotividad del docente y del discente, las variables sociales, las variables distintivas del proceso de investigación frente a las variables del proceso normal de enseñanza, etc. etc.

Muy pocas enseñanzas se han establecido a partir de resultados de investigaciones y éstas siempre han acabado abandonadas. Ninguna enseñanza basada en técnicas concretas como son la investigación del discente o la resolución de problemas abiertos, ha subsistido duración suficiente para poderla evaluar.

La mayoría de las investigaciones en enseñanza se han basado en el logicismo de Kuhn, Lakatos y Toulmin, frente a la lógica de la falsación de Popper. Sin embargo, la filosofía de la ciencia actual señala la existencia de elementos importantes en la construcción del conocimiento que no son lógicos; pero tampoco son irracionales, como son la burocracia escolar, las creencias, motivaciones e intereses de docentes y discentes, etc. etc.

Queda claro que el aprendizaje de las concepciones atribuidas a la ciencia es difícil, pero hay que aclarar si dichas concepciones son enseñadas en el momento adecuado de la construcción del conocimiento del discente y si lo que se enseña tiene algo que ver con lo que debe ser la ciencia, con lo que espera el discente de la ciencia o con lo que la sociedad estima como ciencia.

La fenomenología física destaca frente a cualquier otra como elemento básico de las investigaciones en enseñanza por su persistencia durante toda la vida del individuo y de su construcción del conocimiento, porque es inmediata a los sentidos corporales, porque su elaboración como información mental sólo depende de la evolución biológica y de los procesos mentales intrínsecos del propio individuo, porque su estructura intrínseca es la clave para asegurar la bondad y eficacia de los procesos mentales, porque su persistencia permite restablecer las desviaciones mentales siempre que éstas no dependan de fallos biológicos ni estén sometidas a tiránicos elementos emocionales, porque es la única fuente segura para poder predecir algo sobre el futuro, etc.

Si se tiene en cuenta el párrafo anterior se pueden explicar numerosos comportamientos que aparecen en las investigaciones en enseñanza como son “la resistencia al cambio conceptual”, “las concepciones de los discentes están enraizadas en la experiencia de la vida diaria”, “concepciones atrincheradas”, “concepciones profundas y constantes”, “las concepciones de los discentes son satisfactorias para ellos”, “la condición lógica no determina que algo tenga que asumirse”, “El aprendizaje de una

concepción o de una teoría, no implica su aceptación", "la falta de deseo de aprender y la insatisfacción de la enseñanza, suelen impedir el aprendizaje", etc.

A pesar de que la fenomenología física es preponderante en las investigaciones en enseñanza, los vocablos específicos se usan sin tener en cuenta que sus contenidos dependen de la fenomenología, del modelo y de la estructura en los que se integran. Por ejemplo, el vocablo sólido es: a) un simple adjetivo que designa el resultado del fenómeno de la solidificación de un líquido en la estructura que da identidad a las porciones de materia; b) un sustantivo con el que se designa la solidez como cualidad común de los cuerpos que poseen figura y tamaño constantes, en la estructura que da identidad a los cuerpos; c) el sustantivo con el que se designan todas las porciones de materia que tienen delimitación y determinación propia, porque su interacción interna es superior a la externa, en el modelo de los estados de la materia y en la estructura de las porciones de materia, etc.

En ninguna de las investigaciones se presta atención a características básicas del pensamiento de los discentes como es el referente, a pesar de que dicho referente impone carácter ontológico al pensamiento y por lo tanto, condiciona el conocimiento. Son ejemplos, el niño de pocos años, que se tapa los ojos para esconderse, porque usa como referente la información o el niño de más de 10 años que afirma que el hielo envuelto en una bufanda debe fundir antes que envuelto en papel de aluminio, porque utiliza su cuerpo como referente. El cambio de referente y por lo tanto, los cambios ontológicos correspondientes, dependen de lo globalizada que esté la información y esto se da cuando la sensación correspondiente es predominante, como ocurre con los fenómenos termológicos, elásticos, eléctricos, movimiento de líquidos, los sonidos, etc. Pretender que el discente genere concepciones contrarias a las posibilidades ontológicas de su pensamiento, no sólo es tiempo perdido; sino que además, genera una barrera que puede impedir la posterior evolución mental correcta.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo ha sido financiado por la DGICYT como parte del proyecto SEJ2006-15309 del Programa de Promoción General del Conocimiento.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo.* México: Trilla.

HABER-SCHAIM, U.; CROSS, J.B.; DODE, J. H. y WALTER, J.A. (1964). *Physic (PSSC)*. Boston, Massachusetts (E.U.A.): Heath and Company.

HEWSON, P.W. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education.* 3, pp. 383-396.

KELLER, F.S. y SHERMAN, J.G. (1982). *The PSI Handbook: Essays on Personalized Instruction.* Laewrence, K.S. (Tri Publications).

OLIVA, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias,* 14, pp. 87-92.

PIAGET, J. e INHELDER, B. (1984). *Psicología del niño*. Madrid: Morata. (Ver. ori. La Psycologíe de l'enfant. Presses Universitaires de France. París, 1969).

POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. y GERTZOG, W.A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), pp.211-227.

VOSNIADOU, S. y BREWER, W. F. (1992). Mentals models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24,* pp. 535-585.

VUYK, R. (1985). Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965-1980. Madrid: Alianza Universitaria.

CIENCIA Y NO-CIENCIA.

ALGUNOS CRITERIOS PARA SU DISCUSIÓN EN EL AULA.

José Rutilio Márquez López, Consuelo Specia Cabrera, Lidia Meléndez Balbuena, Anabella Handal Silva y Leopoldo Castro Caballero.

Maestría de Educación en Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 Sur Número 6301, Esquina Avenida San Claudio, Colonia San Manuel. Puebla, Pue., México.

PALABRAS CLAVE: Ciencia, seudo ciencia, educación en ciencias.

RESUMEN: Se propone una estrategia didáctica para que los alumnos aprendan a distinguir entre lo científico y lo no-científico, como la seudo ciencia, los mitos y las supersticiones. Se toman como base para la diferenciación los criterios de *"demarcación"* mencionados por Erduran (1995). El trabajo se realizó con un grupo de 40 alumnos de una carrera de ciencias a nivel universitario. Los alumnos aprendieron a distinguir entre una hipótesis científica y otra que no lo es.

ABSTRACT: A didactic strategy is proposed so the students learn to distinguish between science and the nonscience, like pseudo science, the myths and superstitions. They are taken as base for the differentiation the *"demarcation"* criteria mentioned by Erduran (1995). The didactic strategy was done with a group of 40 science students at university level. The students learned to distinguish between a scientific hypothesis and other that is not it.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que vivimos en una sociedad tecnificada, y de que en ninguna otra época en la historia de la humanidad ha habido un conocimiento científico más amplio y difundido por diversos medios a tanta gente, donde la educación científica alcanza hoy en día a más personas que en cualquier otra época en el pasado, vemos prosperar creencias y supersticiones que ganan adeptos en nuestra sociedad y que provocan confusión sobre la identidad de la ciencias, sobre la diferencia entre lo que es el conocimiento científico y el que no lo es.

Giordan y de Vecchi (1997) señalan:

> *Entre los alumnos de 14 años: El 80% cree en la generación espontánea de los microbios. Cerca del 100% piensan que el frío y el calor son sustancias, a menudo diferentes. En Francia más de 12 millones de personas creen en "los marcianos". De cada dos franceses, uno piensa que la astrología es una ciencia. En París se contabilizan más de 2000 brujos. Una emisión de televisión sobre*

> *exorcismo, provocó la emisión de más de 500 cartas dirigidas al obispado de París para que pusieran remedio urgentemente a movimientos de muebles o a casos de posesión demoníaca. El espíritu científico parece no haber acudido a la cita.*

Por otro lado, LaCueva (2000) comenta:

> *Es doloroso constatar cómo en el mundo de hoy la mayoría de las personas, niños y adultos, desconocen nociones fundamentales de los ámbitos científicos y tecnológicos. Y no sólo las desconocen sino que no están interesados en conocerlas. Mientras tanto, escuchan atentamente discusiones radiales sobre esoterismo, leen cada día su horóscopo o consumen con avidez programas televisivos amarillistas, que hablan de niños raptados por extraterrestres, de hombres-lobo o de gente que se comunica con el más allá. La enseñanza predominante hoy no contribuye a remediar esta situación sino que, por el contrario, aleja a las personas de la ciencia y la tecnología por su prematuro rigor cientificista, su descontextualización y su aburrida presentación de conceptos abstractos aislados.*

En un trabajo de investigación efectuado en la Ciudad de México (De la Peña, 2004) se entrevistó en lugares públicos a 664 personas entre 16 y 65 años. Según las respuestas, el 77 % de la gente cree en la astrología, 24.5 % en la existencia de los vampiros y 38 % en las brujas. El 43.2 % piensa que las fotografías de ovnis son auténticas y no fotomontajes, mientras que el 55.3 % se dejaría hipnotizar para saber sobre sus vidas pasadas.

Desde hace varios años, diversas agrupaciones científicas han reconocido el surgimiento de las seudo ciencias como una dificultad para la imagen social de las ciencias. Según refiere Durrani (citado por Preece y Baxter, 2000), la American Physical Society constituyó un grupo de trabajo para responder al problema, mientras que en Rusia muchos científicos publicaron una declaración manifestando la necesidad de combatir la seudo ciencia (Kudryavetsev *et al.*, 1999).

Los defensores de seudo ciencias como la astrología, el creacionismo, la reflexología y el feng shui, utilizan los medios de comunicación para hacerlas aparecer como ciencias ante el público en general, y aplican sin mucho rigor el lenguaje de las ciencias naturales, muchas veces con intereses bien establecidos. Aunque es conveniente distinguir, como lo hace De la Peña (2004), entre lo que llamamos seudo ciencias (como las mencionadas anteriormente), las creencias ligadas al ocultismo (como el espiritismo y la magia) y las creencias religiosas. En el presente trabajo no se toman en cuenta estas diferencias, dado que el propósito es la distinción entre lo que consideramos ciencia y lo que no.

Las creencias de nuestros alumnos tienen incidencia en la manera como aprenden los conceptos científicos y en su actitud ante la ciencia. Los educadores no somos ajenos a este problema que impacta directamente en nuestras aulas. Claxton (1991) menciona que debemos enseñar ciencia no sólo para trasmitir conocimientos científicos, sino también para que nuestros alumnos mejoren sus teorías explicativas sobre el mundo que nos rodea, para comprenderlo mejor y poder actuar sobre él con mayor eficacia.

La ciencia que enseñamos en la escuela no ha contribuido a que nuestros alumnos tengan un sentido crítico y un punto de vista claro sobre cómo se construye el conocimiento científico. Debe ser un objetivo en nuestros programas de estudio que el aprendizaje de la ciencia le ayude al alumno a distinguir lo que es científico de lo que no lo es.

Ante las seudo ciencias y las creencias, las ciencias están en desventaja por la dificultad que entraña su complejidad y porque se requieren determinadas condiciones cognitivas y sociales para su aprendizaje. También es necesario dominar nuevos sistemas de representación simbólica que no forman parte de nuestro *"equipo cognitivo de serie*" (Pozo, 2002), y que por tanto no están al alcance de todos, sino que deben adquirirse a través de la cultura y de la educación. Las creencias y las supersticiones son más asimilables, como dice Pozo, *"corren mejor en la mente humana que los programas de la ciencia"*.

En el presente trabajo se planteó como objetivo que los alumnos aprendieran a distinguir entre lo que consideramos no-científico, como las creencias o supersticiones y el conocimiento científico. Para esto se propone una manera de introducir este tipo de discusiones en el aula.

Con la finalidad de distinguir entre las dos formas de conocimiento, se tomaron en cuenta algunas características del pensamiento no-científico señaladas por Radner (citado por Erduran, 1995):

- Pensamiento anacrónico
- Búsqueda de lo misterioso
- Apela a los mitos
- Hipótesis irrefutables
- Rechazo a la revisión crítica
- Importancia del escenario en las explicaciones

También se consideraron los criterios de "demarcación" indicados por Erduran (1995) quien señala la importancia de enseñar a nuestros alumnos a distinguir cómo se construye el conocimiento en una ciencia como la química y en una seudo ciencia como la alquimia. Aunque lo

señala para estos ejemplos específicos, los mismos criterios pueden aplicarse de manera más general.

De acuerdo con Erduran:

- Todas las hipótesis científicas deben ser refutables -o falsables en los términos usados por Popper (citado por Chalmers, 1999)-, estas hipótesis deben ser consistentes con los principios científicos establecidos.
- En las teorías científicas existe un aspecto de generalidad, que es lo que les da su poder explicativo.
- Un trabajo científico tiene validez en función de su contenido, de los datos que reporta y de los argumentos que presenta. El estilo personal de trabajar no es significativo.

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó con un grupo de 40 alumnos de una carrera de ciencias a nivel universitario.

Primeramente se discutió la manera cómo se estructura un proyecto científico. Cómo se generan las preguntas de investigación, cómo se construyen las hipótesis, se definen las variables y se diseña un experimento para poner a prueba una hipótesis.

Posteriormente en una sesión de clase, se llevaron a cabo las actividades que se describen a continuación.

DESARROLLO

Una vez que los alumnos estuvieron familiarizados con la forma de plantear un trabajo de investigación científica, se dividió el grupo en 10 equipos de 4 alumnos cada uno.

- En la fase inicial, a cada uno de los equipos se le asignó un tema para su exposición en clase. Se le pidió que propusiera un proyecto de investigación con título, objetivos, hipótesis, definición de variables y que estructuraran una metodología experimental para comprobar la posible validez de su hipótesis.

Los temas asignados y los trabajos presentados con sus hipótesis son:

	Tema asignado	**Título del trabajo**	**Hipótesis planteada**
1.-	Quiromancia	La vida en nuestras manos	La forma de las líneas de las manos nos dice cómo fue y será la vida de una persona

2.-	Mitos religiosos	San Antonio y el amor	Si se coloca una imagen de San Antonio de manera invertida (de cabeza) se consigue pareja
3.-	Percepción animal	Los animales y el sonido	Algunos animales pueden percibir sonidos imperceptibles para nosotros
4.-	Migración de las aves	La orientación de las palomas	Las palomas utilizan el campo magnético terrestre para orientarse cuando migran
5.-	El poder de los cristales	El poder de los cristales	Algunos cristales y piedras tienen propiedades curativas con sólo tocarlos
6.-	Ruidos en las casas	Ruidos en mi casa	Las casas “truenan” cuando cambia la temperatura
7.-	La dilatación de los metales	La dilatación de los metales	Cuando aumento la temperatura de un metal aumenta su volumen
8.-	Horóscopos	El signo Aries	Los nacidos bajo el signo de “Aries” tienen personalidad dominante y son independientes
9.-	Extra-terrestres	Vida extra terrestre	La composición química de algunos meteoritos prueban la existencia de vida extraterrestre
10.-	Supersti-ciones	Los niños de la luna	Cuando hay luna llena, hay posibilidades de que nazcan niños con malformaciones en los labios

- Durante las exposiciones, surgen dudas sobre la validez científica de algunos trabajos. Se pide a los alumnos argumentar las diferencias entre lo que piensan que es parte de las ciencias y lo que es una creencia o superstición. El profesor guía la discusión.
- Posteriormente, el profesor comenta cada una de las características de la ciencia señaladas por Erduran (1995) mencionadas anteriormente, centrándose en la primera: Las hipótesis científicas deben ser refutables y deben ser consistentes con los principios científicos establecidos.
- En la fase final, el profesor pide a los equipos que clasifiquen los proyectos en científicos y no-científicos tomando como base las argumentaciones vertidas en la discusión de los equipos y los criterios

de *"demarcación"*. Además pregunta si mediante la metodología propuesta se llegaría a una afirmación o refutación incuestionable de las hipótesis.

RESULTADOS

Los alumnos compararon las hipótesis de los proyectos científicos y de los proyectos de investigación sobre mitos o creencias.

Tomando como base la discusión grupal y los criterios de "*demarcación*", clasificaron como científicos los temas 3, 4, 6, 7 y 9. Como no-científicos los temas 1, 2, 5, 8 y 10.

Uno de los comentarios vertidos por los alumnos en la discusión, es que se debe diferenciar un tema científico de otro que no lo es utilizando el "método científico". En este punto, el profesor comenta que es necesario considerar la relatividad del denominado "método científico".

> *Las herramientas de pensamiento del científico no son fácilmente codificables en "recetas" del método científico. Esto queda de manifiesto en el hecho de que los científicos en formación no aprenden el método leyendo libros, ni toman cursos de "metodología de la ciencia". Aprenden ciencia haciendo ciencia* (Gellon *et al.*, 2005).

También hubo dudas acerca del tema 9. Un equipo comentó que la búsqueda de vida extraterrestre debería considerarse como no-científica. Otro equipo respondió que por un lado está la investigación de vida fuera de la tierra, que debe hacerse usando los métodos propios de las ciencias y por otro lado la existencia de "*platos voladores*". Lo que debe considerarse no-científico son las fotografías de "*platos voladores"* y las historias de raptos por extraterrestres.

En el caso de los mitos y creencias, los estudiantes consideraron muy difícil una afirmación o refutación incuestionable dado el número de variables que intervienen y el grado de subjetividad al que están sujetos muchos puntos en la comprobación de las hipótesis.

CONCLUSIONES

Los alumnos aprendieron a considerar los criterios de "demarcación" y en particular la falsación para distinguir entre una hipótesis científica y otra que no lo es. Además clasificaron correctamente cada uno de los temas asignados.

También aprendieron que un proyecto científico es inviable para comprobar una hipótesis sobre una creencia, mito o superstición.

Es de destacar la gran motivación que tienen los alumnos para discutir en clase sobre las falsas ciencias que frecuentemente han visto en los medios

masivos de comunicación. La sesión resultó particularmente entretenida por la gran cantidad de ideas sobre mitos y supersticiones que los estudiantes comparten con el grupo.

Este tipo de debates en el aula resulta motivante porque permite la interacción entre pares y alienta el trabajo colaborativo. También es útil para investigar las ideas de los estudiantes en relación a la naturaleza de la ciencia. Estas ideas generalmente tienen que ver con el sentido común de nuestros alumnos -muchas veces relacionado con el empirismo o el positivismo- más que con ideas filosóficas actuales sobre cómo se construye el conocimiento científico (Jiménez *et al.* 2003).

Como se señaló en el objetivo, se trató de distinguir entre las ciencias y las no-ciencias, no se pretende establecer la superioridad del conocimiento científico sobre otro tipo de conocimientos como pudiera ser el religioso. Nuestras ciencias tienen muchas limitantes, pero como decía Einstein *"Toda nuestra ciencia comparada con la realidad es primitiva e infantil… y sin embargo es lo más preciado que tenemos"*.

BIBLIOGRAFÍA

Claxton, G. (1991). Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela. *Ed. Visor.* Madrid.

Chalmers, A. (1999). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? *Ed. Siglo XXI.* México, D. F.

De la Peña, J. A.; Barot, M. (2004). Conocimientos y creencias. *Educación 2001. Revista Mexicana de Educación.* Año IX. Número 106. México, D. F.

Erduran, S. (1995). Science or Pseudoscience: Does science education demarcate? The case of chemistry and alchemy in teaching. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.* San Francisco. CA.

Gellon, G.; Rossenvasser, E.; Furman, M. y Golombek, D. (2005). La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla. *Ed. Paidós.* Buenos Aires. pp. 73.

Giordan, A.; De Vecchi, G. (1997). Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos. *3ª. Ed. Díada Editora S. L.* Sevilla, España. pp. 26-27.

Jiménez, M. P.; Caamaño A.; Oñorbe A.; Pedrinachi E.; De Pro A. (2003). Enseñar Ciencias. Barcelona, *Ed. Graó.*

Kudryavetsev, V. et al. (1999). Science needs to combat pseudo-science. *The Skeptical Inquirer.* 23 (1). pp. 37-38.

LaCueva, A. (2000). Ciencia y Tecnología en la Escuela. *Editorial Popular / Editorial Laboratorio Educativo.* Madrid, España. pp. 16.

Pozo, J. I. (2002). La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciencias. Vol. 7, N. 3, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.* Extraído el 12 de enero de 2008 desde http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/.

Preece, P. F. W.; Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: the superstitious and pseudo-scientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education.* 22 (11). pp. 1147-1156.

COMPARACIÓN DE UN MODELO EXPOSITIVO Y DE UN MODELO INDIVIDUALIZADO EN LA ENSEÑANZA EN INGLÉS DE FÍSICA Y QUÍMICA A NIVEL UNIVERSITARIO CON ALUMNOS INTERNACIONALES.

Dra.Raquel Fernández Cézar: Profesora Titular de University Physics, General Chemistry y Coordinadora del Departamento de Ciencias de Suffolk University Madrid Campus. C/ de la Viña nº 3. Madrid 28003. raquel@suffolk.es

Dr. Constancio Aguirre Pérez: Profesor Titular de Escuela Universitaria de Didáctica de las Ciencias Experimentales. E.U. de Magisterio de Cuenca (UCLM). Aguirre.Constancio@uclm.es

PALABRAS CLAVE: comparación, modelo expositivo, modelo individualizado-constructivista, nivel universitario, CLIL.

RESUMEN:

Este trabajo pretende mostrar los resultados de un estudio comparativo entre la aplicación de un modelo de enseñanza de ciencias tradicional expositivo y un modelo de enseñanza de ciencias individualizado, basado en el constructivismo en dos cursos: uno de Física y otro de Química. El trabajo se ha desarrollado entre el semestre de otoño de 2005 y el de primavera de 2007 en la institución Suffolk University Madrid Campus. Ha sido llevado a cabo con estudiantes de nivel universitario no sólo procedentes de Estados Unidos y España, sino también procedentes de otras partes del mundo, por lo que algunos alumnos no tienen inglés como lengua materna. Esto es también determinante ya que la enseñanza de estos contenidos se realiza completamente en inglés. Por lo tanto se considera este trabajo también enmarcado en lo que se llama CLIL, o enseñanza de contenidos a través de una segunda lengua.

1. INTRODUCCIÓN.

Está demostrado que cuando empezamos a trabajar como profesores repetimos los modelos de la enseñanza-aprendizaje que hemos recibido (Cuesta, J. 2004). El modelo de enseñanza al que ha sido expuesta la generación que acaba sus licenciaturas en los primeros 90 es el tradicional expositivo, no sólo en ciencias sino en todas las áreas de materias curriculares. Y en esta generación se enmarca la autora.

La forma de presentar los contenidos en áreas de ciencias en cualquier nivel educativo ha variado poco en los últimos 30 años (Azcárate Goded, P. et al, 2005). En las escuelas, en los institutos y en la universidad se siguen dando lecciones magistrales (Prot, 2004), sin que en muchos casos se lleve si quiera a los alumnos al laboratorio, que es la única forma de ver cómo funciona la ciencia en vivo, y salir un poco de las discusiones

completamente teóricas. Eso a pesar de que los centros están dotados actualmente casi en su totalidad de laboratorios con material suficiente. Existen algunas excepciones ya que hay centros que cuentan con laboratorios y con una planificación del mismo para poder usarlo en todas las áreas de ciencias, tanto en Biología, como en Física o Química.

En contraste con el sistema educativo español, en el sistema estadounidense no existe este problema de falta de laboratorios o, mejor dicho, de escaso uso de los mismos, porque son parte de los cursos de ciencias, y cada tema tiene asociada una práctica. Por lo tanto, este sistema de enseñanza que combina la exposición con la práctica es el que se lleva a cabo en los primeros años del estudio en los semestres de otoño 2005 y primavera 2006. A estos dos semestres nos referiremos más adelante como "primer período".

El alumnado de estos cursos de ciencias tiene las asignaturas de University Physics y General Chemistry como obligatorias si su carrera es de ciencias, y son optativas para los alumnos de carreras de otras áreas (Suffolk Bulletin). Todos ellos tienen una motivación previa pues son ellos los que eligen la clase, lo cual les predispone positivamente en ella y eso influye en los resultados (Prot, 2004).

En el semestre de otoño 2006 y primavera 2007, en adelante "segundo período", la metodología empleada pasa a ser una enseñanza más individualizada dependiendo del uso posterior que el alumno vaya a hacer de sus conocimientos, así como de su facilidad para comprender e interpretar los mismos científicamente.

Se trabaja con grupos de un número pequeño de alumnos, entre 5 y 10.

En los cuatro semestres en los laboratorios se trabaja en grupo aunque al final se presenta un informe de carácter individual para que cada alumno aporte su visión personal del desarrollo de la actividad y de sus resultados en la parte de conclusiones.

No se analizan los resultados obtenidos en los laboratorios ya que están incluidos como parte de la nota final del alumno, y no aparecen como nota aparte. Además, en esta parte práctica de los cursos no se ha hecho ninguna modificación sustancial ya que los estudiantes no obtienen malos resultados.

2. METODOLOGÍA.

PRIMER PERÍODO:

El modelo seguido en las clases en este período es el tradicional expositivo. Dado que las clases se imparten en inglés y se desarrollan en dos períodos semanales de una hora y media de duración, la primera parte se dedica a la exposición, y la segunda parte, a resolver ejercicios

previa muestra de ejemplos. Posteriormente se pide a los alumnos que trabajen solos para resolver problemas prácticos por ellos mismos. Cada semana se lleva a cabo una sesión de laboratorio relacionada con el tema que se está cubriendo, lo que sirve para aclarar algunos aspectos teóricos y para recalcar la parte de la información transmitida que tiene más uso a efectos prácticos.

En cuanto al hecho de que un 20% de los alumnos no tiene inglés como lengua materna, y dado que la presentación de contenidos en la clase se realiza íntegramente en inglés, se llevan a cabo puntuales explicaciones en español, para aquéllos cuya lengua materna es el español. Cuando el alumno tiene otra lengua materna diferente al español o al inglés, las aclaraciones se realizan en inglés con un vocabulario más sencillo y con muchos ejemplos.

Como método de evaluación se emplea un examen a la mitad del curso y otro al final de mismo. A los alumnos se les entregan exámenes tipo para que los trabajen por su cuenta y luego puedan afrontar el examen con soltura. Se asigna en el syllabus del curso un 10% de la nota al trabajo de casa, un 5% de la nota a la asistencia y comportamiento, y el resto a los dos exámenes, un 42.5% a cada uno.

El periodo de tiempo en el que transcurre cada curso es un semestre, que corresponde a 48 horas lectivas, lo que representa 16 semanas de clase.

Se presentan en la sección siguiente los resultados de los dos grupos de alumnos, de Física y de Química, con las notas obtenidas por los alumnos que alcanzan los mínimos conocimientos requeridos. Aquéllos que no los alcanzan, aparecen en el grupo de C- o menos, sin especificar la nota final obtenida.

Segundo período:

El modelo de enseñanza seguido es individualizado y basado en el constructivismo. Cada alumno lleva su ritmo aunque se persigue que todos avancen a una velocidad similar.

Se sigue la propuesta realizada por Dobb y otros autores (Dobb, F. 2004) para detectar los conocimientos iniciales de los alumnos. Para ello se les hace un test preliminar (apéndice 2) al comienzo del curso que incluye los puntos principales que hay que saber para seguir adelante.

En cada sesión de 1h y media de duración se lleva a cabo la presentación de la materia a cubrir con unas explicaciones muy breves sobre el aspecto científico que tratan, incluyendo la presentación de vocabulario concreto del tema (Dobb,F.,2004), y construcciones gramaticales en inglés que se van a emplear en el mismo (Tsi Yang, J., 1995). Esta parte es útil tanto para los alumnos con inglés como lengua materna como para los que no lo

tienen. Les permite a todos familiarizarse con el inglés científico y sus estructuras lingüísticas.

Se aplican los contenidos tratados en la resolución de ejemplos y se asignan posteriormente trabajos con diferentes grados de dificultad a los alumnos, dependiendo de sus posibilidades.

Aquéllos que inicialmente no son capaces de resolver los ejercicios por sí solos, trabajan primero con la ayuda del profesor, y luego en parejas con algún compañero, consiguiendo todos finalmente trabajar individualmente.

En trabajos que se realizan en grupo, como presentaciones sobre temas concretos (biografías de científicos) la distribución de los grupos se hace de manera heterogénea (Jarrett, D. 1999) para que puedan ayudarse unos a otros. Al final se hace una puesta en escena de la presentación realizada empleando herramientas multimedia, y con una distribución de tareas que ellos mismos realizan entre los miembros del grupo.

Las explicaciones se hacen con el apoyo del ordenador, de forma que para mostrar ejemplos de cada asignatura y ejemplos que aclaren conceptos, se emplean sobre todo dos sitios web interesantes que son los del departamento de educación de la Universidad de Colorado [(1)], para University Physics, del departamento de Química de la Universidad de Iowa [(2)], los CER laboratorios [(3)] y creative-chemistry [(4)] para General Chemistry. Estas páginas, cuyas direcciones completas pueden encontrarse en el apéndice, contienen simulaciones de experimentos, por lo que también se emplean como complemento de los laboratorios o para realizar algunos para los cuales no se cuenta con material o medidas de seguridad suficientes en nuestras instalaciones, como los de combustión de hidrocarburos en química.

Como método de evaluación se emplea un examen individual sobre ejercicios prácticos cada dos temas. Se pide también un trabajo sobre la biografía y contribución a la ciencia de un científico, a elegir entre A. Lavoisier o D. Mendeleev en Química, y entre Galileo Galilei e I. Newton en Física. Con ello se pretende promover la lectura de textos de ciencias (Sardà Jorge, A. et al, 2006) y mejorar la comprensión de los mismos y su acercamiento a la vida del alumno. Además se manda trabajo para casa todos los días, el cual se evalúa y se cuenta para la nota final. En el syllabus se indican los porcentajes que corresponden a cada parte del curso que contribuye a la nota final: trabajo de casa 10%, asistencia y participación en clase, 10%, trabajo y presentación, 15%, y el resto, 65%, para los 4 exámenes que habitualmente se hacen.

EL INGLÉS COMO LENGUA DE INSTRUCCIÓN:

Los estudiantes internacionales que acuden a este centro han pasado los niveles de acceso a la universidad en sus respectivos países. Al llegar a nuestra institución pasan un examen similar al TOEFL para determinar su nivel de inglés. Los resultados no son vinculantes en tanto en cuanto no es un examen oficial, pero sí nos sirven para asignarles un nivel de conocimiento de la lengua con relación al que se les va a requerir cuando transfieran a nuestra universidad, o a otra en Estados Unidos.

El nivel de los alumnos matriculados en estos cursos no es el mínimo exigido en el TOEFL oficial para estudiar en Estados Unidos, pero es superior a 350 sobre 500. Eso implica un manejo de la lengua con una cierta soltura tanto en habilidades orales como escritas.

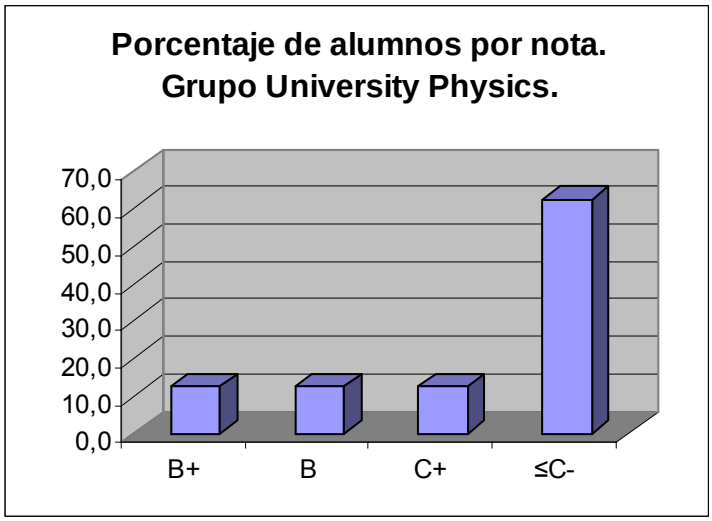
Este es pues el punto de partida.

3. RESULTADOS.

A. PRIMER PERÍODO:

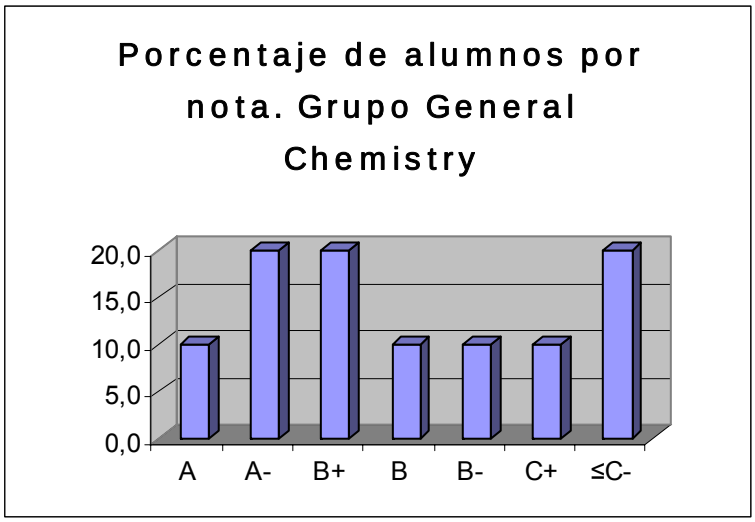
- Grupo de University Physics.

El número de alumnos en el grupo es de 8 durante el período. Los resultados se muestran en el siguiente histograma.



- Grupo de General Chemistry.

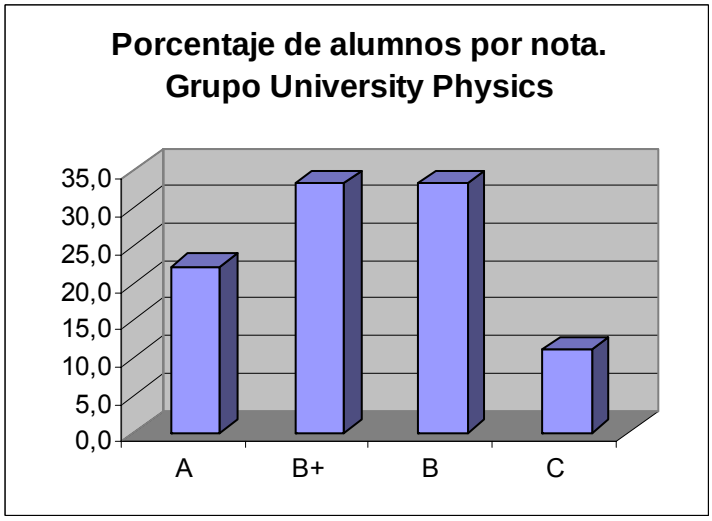
El número de alumnos en el grupo es 10 en este período. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.



B. Segundo período:

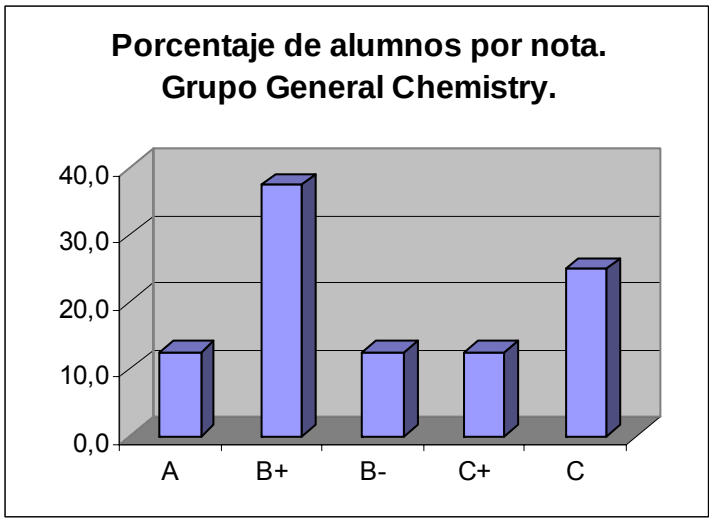
- Grupo de University Physics.

El número total de alumnos en este grupo es de 9. Los resultados obtenidos se muestran en el gráfico siguiente.



- Grupo de General Chemistry.

El número total de alumnos en este grupo es de 8. Los resultados obtenidos se muestran en el gráfico que se muestra a continuación.



C. COMPARACIÓN DE RESULTADOS:

COMPARACIÓN DE LOS MODELOS DE INSTRUCCIÓN EN LOS DOS PERÍODOS:

En los gráficos anteriores puede verse que con grupos pequeños (diez alumnos o menos) las notas no siguen una distribución gaussiana en ninguno de los casos. En el primer período considerado en su conjunto existe una mayor dispersión de notas, y claramente un mayor número de estudiantes que no llegan a los mínimos requeridos y que aparecen en la categoría de <C-. En el primer gráfico referente al curso de Física de ese período ese porcentaje es sorprendentemente alto ya que es de un 62.5% (5 alumnos), y es de un 20.0% (2 alumnos) en el segundo gráfico. Considerando el promedio, en torno al 40% de los alumnos (7 alumnos) no llegan a los conocimientos mínimos requeridos.

En los gráficos del segundo período se ve que esta categoría no sólo disminuye sino que desaparece. En la categoría de nota más baja, que ahora es la C, se incluyen los alumnos que justo superan los conocimientos mínimos. Este porcentaje es del 11.1% (1 alumno) en el grupo de Física y del 25.0% (2 alumnos) en el de Química. Considerando un promedio, éste asciende al 18 % aproximadamente (3 alumnos), que es muy inferior al 40% que en el primer período ni siquiera superaban esos conocimientos. También se observa una distribución más uniforme de notas, sobre todo en el gráfico número 3, grupo de Física del segundo período, que es el que más se aproxima a la campana de Gauss, y una menor dispersión de notas en general en todo el segundo período.

INFLUENCIA DEL USO DEL INGLÉS COMO LENGUA DE INSTRUCCIÓN:

El efecto sobre los resultados del hecho de que los alumnos tengan o no inglés como lengua materna se indica a continuación:

- En el grupo de Física en el primer período, un 62.5% (5 alumnos) de los estudiantes no tienen inglés como lengua materna, y de ellos, el 40%

pasa con notas superiores a C (2 alumnos) y el 60%(3 alumnos) no alcanza los conocimientos mínimos requeridos.

- En el segundo período, este mismo grupo de Física tiene un porcentaje de alumnos con lengua materna diferente del inglés del 44% (4 alumnos), de los cuales el 100% acaba el curso con notas superiores a C.

- En el grupo de Química en el primer período se observa que el 50% de los alumnos (5 alumnos) no tienen inglés como lengua materna y de ellos el 20% (1 alumnos) no alcanza los conocimientos mínimos, mientras que el otro 80% pasa el curso con notas superiores a C.

- En el segundo período en este grupo de Química, sólo el 12.5% (1 alumno) no tiene inglés como lengua materna, y aún así pasa el curso con nota superior a C.

4. Conclusiones.

Se numeran a continuación:

1- Se concluye a la vista de los resultados que es más idóneo el empleo del modelo individualizado-constructivista seguido en el segundo período, ya que con él los alumnos obtienen mejores resultados. Se consigue, por un lado, evitar que haya alumnos que no lleguen a los conocimientos mínimos exigidos, lo que les hará aprender más y sentirse mejor como parte de la clase y trabajar más motivados; y por otro que la distribución de notas tenga menos dispersión, lo que quiere decir que todos manejan con aproximadamente igual precisión y soltura los conceptos y pueden colaborar entre sí de manera más eficaz.

2- En cuanto a la influencia del inglés como lengua de instrucción, concluimos que en este caso y con estos grupos, no es determinante en la adquisición de los conocimientos de los alumnos el que ésta sea su lengua materna. La razón puede ser que al estar en una institución originaria de Estados Unidos, donde se les exige como lengua de manejo el inglés, están predispuestos a salvar las dificultades que puedan encontrarse con respecto a este aspecto de su formación. Además, a nivel universitario todos los alumnos, españoles o internacionales, han estudiado inglés como lengua extranjera en su formación académica previa, por lo que se les presuponen conocimientos suficientes para seguir las clases en esta lengua.

3- Se ha observado también que el trabajo sobre la biografía de los científicos les ha hecho humanizarlos y verlos como algo más cercano a ellos de lo que les parecían con anterioridad por lo que se considera que ha sido positivo para los alumnos y su impresión sobre las ciencias. También les ha posibilitado mostrar su manejo de herramientas

multimedia ya que todos han realizado presentaciones en ordenador, concretamente en power point, incluyendo no sólo textos sino también gráficos, animaciones, etc. Han realizado una profunda investigación utilizando las bases de datos a las que tiene acceso Suffolk University, Google, y Enciclopedia Británica, como ellos han indicado en sus bibliografías. Cuando lo han considerado oportuno han solicitado la ayuda de la profesora durante las horas de oficina semanales.

4- Se ha considerado muy útil para todos los alumnos la introducción al comienzo de cada tema de la terminología a emplear en el mismo, aclarando el significado de cada palabra en ese contexto. Tanto los alumnos de habla inglesa como los internacionales con otras lenguas maternas, han valorado muy positivamente empezar así los temas ya que les ha facilitado enormemente la comprensión de los mismos.

5- En estos cursos, como ya se ha comentado en el apartado de resultados, no se considera que la lengua de instrucción tenga un papel relevante en la comprensión de los contenidos de las asignaturas. Puede achacarse al nivel inicial de los estudiantes, que a pesar de no tener inglés como lengua materna, tienen un dominio del mismo suficiente como para seguir las clases en esa lengua.

5. Bibliografía.

Azcárate Goded, P. y Cuesta Fdez., J. (2005). El profesorado novel de secundaria y su práctica. Estudio de un caso en las áreas de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 23(3), 393-402.

Cuesta, J. (2004). La formación del profesorado novel de secundaria de ciencias y matemáticas. Estudio de un caso. *ProQuest España*, número de publicación UMI: 3107334, disponible en www.lib.umi.com/cr/uca/main.

Dobb, Fred (2004). *Essential Elements of Effective Science Instruction for English Learners, 2nd edition.* California Science Project: Los Angeles, CA.

Jarret, D. (1999). *Teaching Mathematics and Science to English Language Learners*. Mathematics and Science Education Center. Northwest Regional Education Laboratory, disponible en www.nwrel.org/msec/resources/justgood.html

Prot, B. (2004). *Pedagogía de la motivación. Cómo despertar el deseo de aprender*. Madrid: Narcea ediciones.

Sardà Jorge, A., Márquez Bargalló, C., Sanmartí Puig, N. (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 290-302

Tsi Yang, Jen (1995). *An outline of scientific writing: for researchers with English as a foreign language.* Singapure: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

6. APÉNDICE 1.

(1) phet.colorado.edu

(2) www.chem.iastate.edu/group/Greebowe

(3) www.cerlabs.com

(4) www.creative-chemistry.org.uk

7. APÉNDICE 2.

Preliminary tests

University Physics.

Student name…….

1. Write the number of significant figures that the following data have:

5.38

45.80

0.305

540

2. Express in scientific notation (also called power of ten notation) the following quantities:

0.00325 =

5892 =

0.0527 =

9678000000 =

3. Perform the calculations that follow giving in the result the correct number of significant figures:

3.45 + 0.49 = 12.6/ 3.4 =

2.389 x 1.15 = $2.5 \times 10^{-5} - 1.23 \times 10^{4}$ =

4. Convert the following quantities:

5.9 m = cm

3.4 kg = g

9.85 ns = µs

3.4 x 10^{-3} m = mm

5. Write the name of the fundamental quantities and their units in the SI system of units.

6. Use powers of ten to represent the following prefixes:

Mega = M = Mili = m =

Kilo = k = Micro = µ=

Pico = p = Giga = G =

GENERAL CHEMISTRY.

Student name …….

1. Convert in a first step and express in scientific notation (also called power of ten notation) in a second one:

4.5 km = cm =

34 tons= kg =

890 mg = g =

3.4 x 10^{-3} m = mm =

6.023 x 10^{23} atoms = mol =

345 K = ºC =

2. Write the formulas of the following compounds:

carbon dioxide, potassium carbonate, magnesium nitrate, ammonia, water, calcium oxide, lithium hydride.

3. Write the name of the following compounds:

(On the blackboard)

4. Write the number of significant figures that the following figures have:

0.235 = 2.035 =

0.350 = 5400000 =

5. Perform the calculations that follow giving in the result the correct number of significant figures:

3.45 + 0.49 = 2.61/ 3.4 =

2.389 x 1.15 = 2.5 x 10^5 – 1.23 x 10^4 =

LA COMPRENSIÓN DE LA EVOLUCIÓN: DIFERENCIAS ENTRE LOS ESTUDIANTES DE ALTO Y BAJO RENDIMIENTO EN EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA

Dr. D. Juan José Fernández Rivera. Centro Secundaria. Valencia.

Dr. D. Vicente Sanjosé. ERI-Polibienestar. Universidad de Valencia

Dr. D. Eduardo Vidal-Abarca. Universidad de Valencia

PALABRAS CLAVE: Evolución Biológica; Comprensión Lectora; Búsqueda de información para Responder Preguntas; Procesamiento de la Información.

RESUMEN: En Biología, la Evolución constituye uno de los ejes vertebradores que permiten convertir un conocimiento meramente descriptivo (conocimiento de 'hechos') en un conocimiento explicativo y predictivo de 'fenómenos'. Es deseable que la población culta conozca y sepa utilizar los mecanismos evolutivos científicamente aceptados, al menos a un nivel elemental. Comprender el mecanismo evolutivo permite acceder a otros conceptos tales como las taxonomías, los ecosistemas o el flujo de materia y energía en los mismos y, por tanto, supone una base racional para desarrollar un comportamiento adecuado como ciudadanos en el Medio. En este trabajo estudiamos los procesos cognitivos y metacognitivos que los estudiantes desarrollan en el intento de comprender las ideas darvinianas.

In Biology, Evolution constitutes one of the main axes that allow to turn a merely descriptive knowledge (knowledge of 'facts') into an explanatory and predictive knowledge of 'phenomena'. It's desirable that the educated population knows and use the evolutionary scientific accepted mechanisms, at least to an elementary level. To understand the evolutionary mechanism allows access to other such concepts such as taxonomy, ecosystems or the flow of materia and energy in them and, therefore**,** supposes a racional base to develop an adequate behavior as citizens in the Media. In this work we study the cognitive and metacognitives processes that the students develop in their attempt of understand the Darwinian ideas.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos estudios se han realizado sobre ideas alternativas de los estudiantes, mostrando sus dificultades para comprender los mecanismos neo-darvinianos de la Evolución (Jiménez-Alexandre, 1989; Abrams, 2001; Gándara et al., 2002). A partir de estos estudios, se han realizado propuestas instruccionales superadoras de los esquemas alternativos de los estudiantes con diferentes niveles de éxito. A pesar de estos esfuerzos didácticos realizados durante los últimos 20 años, la población culta no

especializada en ciencias sigue mostrando un nivel bajo de comprensión de las ideas darvinianas, con los mismos errores que la población de secundaria actual y de los sujetos sometidos a investigación hace 20 años (Fernández y Sanjosé, 2007).

Parece que los esfuerzos didácticos no han producido los resultados apetecidos y, por tanto, debe haber causas de la incomprensión de la Evolución que escapan a los esfuerzos facilitadores de los profesores. Nuestro objetivo es estudiar factores no instruccionales, asociados con procesos cognitivos y metacognitivos de los aprendices, de los que depende la comprensión (y la incomprensión) de las teorías de Evolución biológica en Secundaria. Tomamos el modelo de comprensión de textos de Kintsch y van Dijk (1983) como base teórica dentro del Procesamiento de la Información. Estudiaremos, en primer lugar, cómo los estudiantes procesan el contenido científico cuando buscan respuestas a preguntas típicas en los contextos académicos, literales e inferenciales. Hipótesis: "La comprensión, medida por las respuestas a preguntas inferenciales, está asociada con estrategias concretas durante la lectura y el procesamiento de la información. Los sujetos de alto rendimiento mostrarán patrones de procesamiento del texto, diferentes a los mostrados por los sujetos de bajo rendimiento."

2. METODO

Muestra

Un total de 85 alumnos de 1º de Bachillerato pasaron la prueba de conocimientos previos sobre el tema de Evolución. Todos los sujetos cursaron en 4º de ESO el tema. Finalmente se configuró una muestra de 40 sujetos distribuidos en la versión del texto y conocimiento previo.

Variables

Estudiamos el efecto de factores independientes sobre el rendimiento de los sujetos así como de variables asociadas al comportamiento de los estudiantes en el procesamiento de la información textual para dar respuesta a las preguntas formuladas. Los factores independientes son 'versión del texto' ("original" /"experimental") y nivel de conocimiento previo, ("alto"/ "bajo").

Ambas versiones del texto contienen la misma información básica. El texto original procede de un libro de texto de amplia difusión. La versión manipulada introduce información para facilitar únicamente la interconexión e integración de ideas importantes presentes en bloques textuales bastante separados, de modo que se favorezcan las inferencias a nivel global (no local) necesarias para dar coherencia y comprender en su conjunto las teorías científicas como las de la Evolución.

El conocimiento previo se midió con una prueba de resolución de cuestiones de opción múltiple. A partir del resultado obtenido en dicha prueba, los sujetos fueron clasificados según su puntuación estuviera por encima o por debajo de la puntuación media del grupo completo tras eliminar puntuaciones extremas.

Las variables del proceso que abarca la lectura del texto y la búsqueda de información para dar respuesta a las preguntas son: velocidad lectora en cada segmento de información durante la lectura inicial y durante la consulta para responder, nº total de consultas realizadas, porcentaje de consultas pertinentes, tiempo total de consulta, porcentaje de tiempo dedicado a consultas pertinentes, pertinencia del segmento consultado inmediatamente antes de responder, número de visitas a la pregunta, tiempo dedicado a la lectura de la pregunta.

La variable dependiente se refiere a la comprensión de las ideas del texto. Es la puntuación en una prueba de resolución de cuestiones inferenciales y literales. En el primer caso, responder correctamente a la cuestión implica integrar información de dos o más fragmentos diferentes del texto, separados por otra información no relevante. Estas cuestiones fueron diseñadas de modo que las inferencias necesarias para resolverlas fueran previsiblemente facilitadas por la versión textual manipulada. En el caso de las cuestiones literales, la respuesta se encuentra recogida en un sólo párrafo y no es precisa inferencia alguna, sino mero reconocimiento de su pertinencia a la pregunta.

Materiales e instrumentos

Se utilizaron:

1.- Cuestionario de Conocimientos Previos (9 ítems con 3 opciones de respuesta y sólo una correcta.). Alto/ Bajo si puntuación es mayor/menor que la media: M= 4,20; DS=1,56

2.- Dos versiones del texto sobre Evolución ,analizadas con herramienta *ETAT* (Vidal Abarca et al. 2002) (Original: 632 palabras, relación entre ideas M=1,17; DS=2,10; Experimental: 773 palabras M=1,68; DS=2,58). Texto Experimental incluye conexión entre ideas importantes distantes, que no están conectadas en el Original.

3.- Prueba de Comprensión con 2 Preguntas Literales (respuesta explícita en el texto) y 2 Inferenciales (la respuesta debe crearse mediante inferencias). Una de las preguntas inferenciales requiere de transfer analógico y la otra exige una inferencia elaborativa a partir de varias proposiciones del texto. Alto/Bajo Rendimiento: Bajo CP y Puntuación Alta/Baja en esta prueba. (M=2,53 DS=0,93)

4.-Herramienta informática *Read&Answer* (Martínez y Sellés, 2000): permite la presentación del texto en la pantalla del ordenador y el registro de las acciones del sujeto durante su lectura, relectura, consulta de sus diferentes fragmentos y escritura de respuestas. El texto aparece enmascarado pero conservando su estructura en párrafos. Sólo un segmento de información puede ser leído en cada momento, desenmascarado con un click del mouse. Variables registradas por el programa: segmento activo en cada momento, secuencia de activación de segmentos, tiempo total de lectura de cada segmento, tiempo por palabra en cada segmento, número de veces que un segmento ha sido activado, pregunta que está siendo leída, número de visitas a la pregunta, tiempo de lectura de la pregunta, número de veces que se responde a la pregunta, respuesta a cada pregunta.

Procedimiento

Una vez seleccionados, uno a uno los sujetos fueron conducidos al laboratorio. Se les explicó la prueba y leyeron un texto de entrenamiento en el ordenador para familiarizarse con la herramienta Read&Answer (20 min. aprox.). Después de clarificar sus dudas y asegurar dominio de la aplicación, leyeron el texto en el ordenador y respondieron las preguntas y sus datos quedaron registrados (30 min. aprox.). Los sujetos leyeron primero el texto completo correspondiente y después respondieron las cuestiones consultando el texto a su criterio.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Efecto de los factores independientes sobre la Prueba de Comprensión

1.-Tanto el factor nivel de conocimiento previo ($F(1,39)= 4.409$; $MS= 3.025$; $p= 0.043$) como la versión de texto leída ($F(1,39)= 6.158$; $MS= 4.225$; $p= 0.018$) producen diferencias significativas en el rendimiento de los sujetos. Este resultado replica lo encontrado por Vidal-Abarca y colaboradores (2003).

2.-Hay un efecto de interacción con significación cercana al límite: La versión manipulada produce una mejora significativamente mayor en los sujetos de bajo conocimiento previo ($F(1,39)= 2.951$; $MS= 2.025$; $p= 0.09$).

Esta prueba permite clasificar a los sujetos en: sujetos de alto y de bajo rendimiento. Definimos sujetos de alto rendimiento como aquellos que, presentando un nivel bajo de conocimientos previos, alcanzan una puntuación alta en esta prueba de comprensión. Definimos sujetos de bajo rendimiento aquellos cuyo rendimiento en esta prueba no difiere significativamente de su conocimiento previo.

Efecto de las variables de Proceso sobre la prueba de Comprensión

Lectura inicial del texto

No existieron diferencias significativas entre ambos textos en la velocidad promedio de lectura (Original: M= 0.45; DS=0.10; Experimental: M= 0.43; DS= 0.10), aunque los sujetos de conocimiento previo alto leyeron más rápido (M= 0.40 segundos/palabra; DS= 0.06) que los de CP bajo (M=0.48 s/p; DS= 0.12).

3.-La velocidad lectora durante la lectura inicial no influye en las puntuaciones finales de comprensión (coeficiente Pearson= -0.05; p= 0.767).

Búsqueda de información para responder las preguntas

4.-Variables de proceso en las que se esperaba diferencias entre sujetos de alto/bajo rendimiento no son significativas: nº total de consultas, porcentaje de consultas pertinentes, tiempo total de consulta, porcentaje de tiempo dedicado a consultas pertinentes, número de visitas a la pregunta, tiempo dedicado a la lectura de la pregunta.

5.-El hecho de que el segmento consultado inmediatamente antes de responder sea pertinente o no para la respuesta a la pregunta produce diferencias significativas entre sujetos de alto y de bajo rendimiento: los sujetos de alto rendimiento consultan un segmento pertinente justo antes de responder en mayor número de preguntas que los de bajo rendimiento (coeficiente Spearman= 0.129; p= 0.428).

6.-Los sujetos de bajo rendimiento tardan en promedio más tiempo en procesar el primer segmento pertinente que los de bajo rendimiento (coeficiente Pearson= -0.46; p= 0.041).

Cuando se diferencia entre consultas rápidas y consultas detenidas de los segmentos de información (activaciones cuyo tiempo por palabra está por debajo o por encima de la media general de consultas de cada sujeto) se encuentra un efecto interesante en el rendimiento en preguntas difíciles:

7.-Los sujetos de bajo rendimiento se detienen más que los de alto rendimiento en el procesamiento de segmentos de información no-pertinentes pero que contienen palabras clave, iguales a las que aparecen en el texto de la pregunta formulada. Por su parte los sujetos de alto rendimiento se detienen más que los de bajo rendimiento en la consulta de segmentos contienen ideas pertinentes, aunque no compartan palabras con la formulación de la pregunta (*Chi cuadrado*= 10.900; g.l.= 2; p< 0.05).

Los resultados 5, 6 y 7 apuntan a que la razón por la que los sujetos de alto rendimiento reconocen mejor la pertinencia de la información en relación con la pregunta es que los sujetos de alto rendimiento procesan ideas en el texto, mientras que los de bajo rendimiento tienen dificultades

en procesar ideas y parecen atender más a palabras clave. Por eso unos reconocen con facilidad la pertinencia de la información mientras otros creen pertinente información irrelevante.

La comprensión de las teorías científicas requiere el procesamiento simultáneo de varias ideas importantes y su conexión con el conocimiento previo. Esto exige la construcción de representaciones mentales del contenido más allá del nivel Léxico y Semántico (Kintsch y van Dijk, 1983). Los resultados sugieren que los sujetos de alto rendimiento procesan las ideas del contenido y extraen conclusiones de ellas, mientras que los de bajo rendimiento atienden más a la presencia de palabras clave. Por tanto parece que muchos estudiantes en estos niveles son capaces de construir únicamente las representaciones léxica y semántica, pero no son capaces de construir la representación referencial (Modelo de la Situación de Kintsch y van Dijk). Las dificultades pueden ser debidas a un desarrollo deficiente de capacidades básicas, como la comprensión lectora o el control de la comprensión, o a inadecuado Conocimiento Previo que impide ir más allá del significado individual de cada idea ó incluso atribuirles significados erróneos.

En un experimento posterior hemos estudiado la influencia de cada uno de estos factores en el caso de la Evolución (Fernández, Sanjosé y Otero, 2007).

4. REFERENCIAS

Abrams, E. (2001) The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search of meaning. *International Journal of Science Education*, 23(12) 1271-1281

Banet, E. y Ayuso, E. (2003). Teaching of Biological Inheritance and Evolution of livings beings in Secondary School. *International Journal of Science Education.* 25(3), 373-407.

Fernández, J.J.;Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. Revista: Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 21; 129-14.

Gándara Gómez, M. de la.; Gil, M.J. y Sanmartín, 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), pp.303-314.

Fernández, J.J.; Sanjosé, V. y Otero, J. (2007). Influencia del control de la comprensión y del nivel de comprensión lectora sobre el aprendizaje de la Evolución. Comunicación presentada en el *Congreso nacional de la asociación de Enseñantes de Ciencias Gallegos* ('Enciga').

Gándara Gómez, M. de la.; Gil, M.J. y Sanmartín, 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.

Jiménez Aleixandre, Mª P. (1989). Los esquemas conceptuales sobre la Selección Natural: Análisis y propuestas para un cambio conceptual. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Van Dijk, J.A. y Kintsch, W. (1983) Strategies of discourse comprehension.New York. Academis Press.

Vidal-Abarca, E., Reyes, H., Gilabert, R., Calpe, J., Soria, E. y Graesser, A. (2002).ETAT: Expository Text Analysis Tool". Behavior Research Methods, *Instruments and Computers*, 34(1), 93-107.

Vidal-Abarca, E., Gilabert, R. (2003) Revisión de textos: cómo hacer mejores los textos expositivos para el aprendizaje. En J.A. León (Ed) *Conocimiento y Discurso. Claves para inferir y comprender*. 185-204. Madrid: Pirámide.

PROBLEMÁTICA DE APRENDIZAJE DE LA TERMODINÁMICA QUÍMICA

Iria Pereira García

José Manuel Domínguez Castiñeiras

RESUMEN: El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia mediante la que se pretenden el diseño, la planificación y la evaluación de una unidad didáctica para la enseñanza de la Termodinámica Química en el Bachillerato. Se presenta la investigación publicada con relación a la problemática de aprendizaje y las concepciones alternativas de los conceptos implicados.

PALABRAS CLAVE: Termodinámica Química, Bachillerato, problemática de aprendizaje, ideas alternativas

This work is included into a wider research which seeks the design, planning and evaluation of a Didactic Unit for the teaching of Chemical Thermodynamics in high school (age 16-18). A survey of published research concerning the learning difficulties and misconceptions of implied concepts is presented.

KEYWORDS: Chemical Thermodynamics, high school, learning difficulties, misconceptions

1. INTRODUCCIÓN

Por lo general, los alumnos consideran que la Termodinámica Química consiste *en una serie de ecuaciones incomprensibles que han de ser aprendidas de memoria para hacer cálculos sin sentido y aprobar exámenes* (Thomas, 1997; Carson y Watson, 1999 y 2002; Sözbilir, 2002, 2004 y 2007). La práctica totalidad de los autores que han explorado esta cuestión coinciden en que las ideas y estructuras alternativas que los alumnos han desarrollado antes de comenzar sus estudios universitarios tienen un impacto significativo no sólo en el aprendizaje de la Termodinámica Química, sino con frecuencia también en la percepción negativa con que abordan este aprendizaje (Carson y Watson, 1999 y 2002; Sözbilir, 2007).

No obstante, a pesar de haberse evidenciado en numerosas ocasiones la limitada, distorsionada o muy desacertada comprensión que los alumnos tienen de nociones como la entalpía, la entropía o la energía libre de Gibbs, existen pocas investigaciones sistemáticas acerca del papel que juegan los conceptos termodinámicos en la descripción de los aspectos energéticos de las reacciones químicas (Stylianidou y Boohan, 1998). Hemos de destacar, además, que la mayoría de las investigaciones

centran su atención sobre las dificultades de aprendizaje en el nivel universitario.

2. IDEAS ALTERNATIVAS DE LOS ALUMNOS EN TORNO A LOS ASPECTOS ENERGÉTICOS DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Desde 1977, año en que Johnstone *et al.* publicaron el primer estudio sobre nociones de los alumnos en Termodinámica Química, diversos autores han indagado en las ideas alternativas sobre los conceptos termodinámicos que describen, explican y predicen los procesos energéticos que acompañan a las reacciones químicas.

A continuación, presentamos una síntesis de las mismas en trece tablas, cada una de las cuales recoge las ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos en torno a un concepto termodinámico determinado:

TABLA 1: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la energía interna.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
La energía interna como una *forma de energía*	Carson y Watson (1999)
Identificaciones con el calor y la temperatura	Lang da Silveira *et al.* (1991); Lang da Silveira y Moreira (1996); Martínez y Pérez (1997); Cotignola *et al.* (2002)
Identificación con la entalpía	Thomas y Schwenz (1998); Carson y Watson (1999)
No explicación microscópica de *U*	Mirone y Benedetti (2001)
U sólo depende de la temperatura	Cotignola *et al.* (2002)

TABLA 2: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca del primer principio de la Termodinámica en los sistemas químicos.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
La energía no se conserva, sino que es *perdida* o *usada*	Brook y Driver (1984); Finegold y Trumper (1989); Ross (1993)
No aplicación del primer principio en la descripción de un sistema	Thomas y Schwenz (1998); Mirone y Benedetti (2001)
La energía se conserva porque $U_i=U_f$	Thomas y Schwenz (1998)
En un proceso isotérmico, $U=0$	Granville (1985)

TABLA 3: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la entalpía.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
La entalpía como una *forma de energía*	Carson y Watson (1999 y 2002)
Identificación con la energía aportada a la reacción química	Carson y Watson (1999)
Identificación con la energía interna	Thomas y Schwenz (1998); Carson y Watson (1999)
Identificaciones con el calor y la capacidad calorífica	Beall (1994)
Identificación con la entropía	Carson y Watson (1999)
No relación entre *H* y el trabajo *PV* (en relación a la no visión microscópica)	Ben-Zvi *et al.* (1993)
No visión microscópica	Carson y Watson (1999)
Tendencia a la manipulación de ecuaciones para calcular $\Delta H_{reacción}$ sin comprender el concepto de entalpía	Carson y Watson (1999); Teichert y Stacy (2002)
Confusión entre *H* y ΔH	Beall (1994)
Omisión del signo de ΔH y no comprensión de la variación de entalpía por mol	Greenbowe y Meltzer (2003)
No señalar que $\Delta H = Q_R$ en procesos a *P*=cte	Greenbowe y Meltzer (2003)
ΔH definida como energía transferida a *V*=cte	Sözbilir (2001)
Validez limitada a los procesos de neutralización	Carson y Watson (2002)
H no definida como función de estado	Barlet y Mastrot (2000)
No comprensión de la ley de Hess	Barlet y Mastrot (2000)

TABLA 4: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la energía de enlace.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
La ruptura de enlaces químicos libera energía:	Johnstone *et al.* (1977); Milner (1983); Hofstein (1986); Gayford (1986); Hapkiewicz (1991); Ross (1993); Barker (1995); Barker y Millar (2000); Galley (2004)
Asociación de la liberación energética en una reacción con "llamas" o "combustión"	Schollum (1981); Andersson (1984); Boujaoude (1991)
Los enlaces químicos cumplen un rol de almacenamiento de energía en los compuestos químicos, los combustibles, los alimentos y los seres vivos	Gayford (1986); Ross (1993); Gallástegui y Lorenzo Barral (1993); Barker y Millar (2000); Liu *et al.* (2002)
La formación de enlaces requiere energía	Hapkiewicz (1991); Ross (1993); Barker (1995); Barker y Millar (1996); Boo (1998); Barker y Millar (2000); Boo y Watson (2001); Sözbilir (2001): Ünal *et al.* (2006)
Tanto la ruptura como la formación de enlaces requieren aporte de energía	Ross (1993); Boo (1998); Barker y Millar (2000); Ebenezer y Fraser (2001)

TABLA 5: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la energía de reacción.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
No explicación coherente de la energética de las reacciones químicas	Cachapuz y Martins (1987); Boo (1998); Barker y Millar (2000); Ebenezer y Fraser (2001); Liu *et al*. (2002)
No relación entre la termodinámica de las reacciones químicas y la ruptura y formación de enlaces químicos	Johnstone *et al.* (1977); De Vos y Verdonk (1986); Barker y Millar (2000); Boo y Watson (2001)
La explicación depende del fenómeno químico observado	Cros and Maurin (1986); Boo (1998); Ebenezer y Fraser (2001); Teichert y Stacy (2002); Liu *et al.* (2002)
El calor de reacción es igual a la diferencia de temperatura	Greenbowe y Meltzer (2003)

TABLA 6: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la exotermia/endotermia de las reacciones químicas.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
No diferenciación de los procesos exotérmicos y endotérmicos	Johnstone *et al.* (1977); Novick and Nussbaum (1978); De Vos and Verdonk (1986); Thomas y Schwenz (1998); Greenbowe y Meltzer (2003)
Diferenciación sin explicación coherente	Boo (1998); Boo y Watson (2001); Greenbowe y Meltzer (2003)
Relaciones alternativas entre exotermia y velocidad de reacción	Boo y Watson (2001); Sözbilir (2001)
Relación con el aporte de energía inicial	De Vos and Verdonk (1986); Boo (1998)
La exotermia/endotermia de una reacción viene indicada sólo en función del signo de ΔH	Granville (1985)
La fuente de energía es diferente en reacciones exotérmicas y endotérmicas	Cachapuz y Martins (1987)
Reacciones endotérmicas en dos etapas	Sözbilir (2001)
Sólo tienen $\Delta H \neq 0$ las reacciones endotérmicas	Carson y Watson (1999)
Dificultades relacionadas con la naturaleza de los fenómenos observados: $\Delta H_f > 0$ siempre procesos de disolución siempre exotérmicos/endotérmicos	Sözbilir (2001)

TABLA 7: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la entropía.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
No comprensión del concepto	Sözbilir (2001) Carson y Watson (2002)
Entropía como forma de energía	
Identificación con la entalpía	Carson y Watson (2002)
Identificación con la realización de trabajo sobre el sistema	Selepe y Bradley (1997)
Identificación con el *desorden*, entendido como: desorden visual, caos, aleatoriedad o inestabilidad	Johnstone *et al.* (1977); Ribeiro (1992); Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2001); Carson y Watson (2002); Sözbilir y Bennett (2007)
Identificación con el movimiento y lacolisión de partículas, y con *grado de mezcla*	Abraham *et al.* (1992), Sözbilir (2001); Sözbilir y Bennett (2007)
Entropía como medida del desorden del sistema	Johnstone *et al.* (1977); Ribeiro (1992); Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2001)
Entropía como causa del desorden del sistema	Selepe y Bradley (1997); Sözbilir y Bennett (2007)
Identificación con la energía cinética de las partículas o con la temperatura	Johnstone *et al.* (1977); Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2001); Carson y Watson (2002); Sözbilir y Bennett (2007)
Explicación de la entropía en función de los cambios de estado	Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2001); Carson y Watson (2002); Sözbilir y Bennett (2007)
Microestados	Ribeiro (1992); Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2001); Carson y Watson (2002); Sözbilir y Bennett (2007)
No explicación de la expresión $S = q_{rev}/\Delta T$	Thomas y Schwenz (1998)

TABLA 8: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca del segundo principio de la Termodinámica en los sistemas químicos.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
No aplicación del 2º principio	Pintó Casulleras (1991); Thomas y Schwenz (1998); Boo y Watson (2001)
Confusión sistema/alrededores	Johnstone *et al.* (1977); Sözbilir (2001); Mirone y Benedetti (2001); Carson y Watson (2002); Greenbowe (2003); Sözbilir y Bennett (2007)
Un sistema tiende siempre al máximo de S	Ribeiro (1992)
En un sistema aislado, $\Delta S_{sist} \geq 0$	Ribeiro (1992); Sözbilir (2001)
En culquier tipo de sistema, $\Delta S_{sist} > 0$ siempre	Ribeiro (1992); Thomas y Schwenz (1998)
$\Delta S_{univ} = 0$ en cualquier sistema	Mirone y Benedetti (2001)
$\Delta S_{univ} = 0$ en un proceso adiabático	Granville (1985)
En cualquier proceso, la entropía del universo no varía o decrece	Ribeiro (1992)
Diversas ideas previas sobre entropía, energía útil y ecología	Tomanek (1994)

TABLA 9: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la reversibilidad de las reacciones químicas.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
Confusión entre reversibilidad termodinámica y reversibilidad cinética	Johnstone *et al.* (1977)
Confusión entre reversibilidad termodinámica y equilibrio (en una reacción reversible regresa el sistema al estado inicial tras haber alcanzado el equilibrio)	Thomas y Schwenz (1998)
Irreversibilidad como irrevocabilidad	Mirone y Benedetti (2001)

TABLA 10: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la energía libre de Gibbs.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
No comprensión de su naturaleza	Sözbilir (2002); Carson y Watson (2002)
La energía libre de Gibbs como forma de energía	
Confusión con la entalpía	Selepe y Bradley (1997) Ribeiro *et al.* (1990); Sözbilir (2001); Carson y Watson (2002)
Confusión con la entropía	Carson y Watson (2002)
G como energía de las sustancias cuando están libres	Sözbilir (2002)
G como la energía ganada, perdida o no invertida por el sistema durante la reacción, o como la energía interna que hace reaccionar	Selepe y Bradley (1997)
ΔG como energía térmica transferida entre el sistema y los alrededores	Thomas y Schwenz (1998)
Confusión entre *G* y ΔG	Beall (1994); Banerjee (1995); Thomas (1997)
Confusión entre ΔG y ΔG^0	Thomas (1997); Thomas y Schwenz (1998)
Condiciones de validez de ΔG^0	Beall (1994); Selepe y Bradley (1997)
Gráficas alternativas de ΔG frente al tiempo	Banerjee (1995); Thomas (1997); Thomas y Schwenz (1998); Sözbilir (2002)
ΔG como estimador de la cinética de una reacción:	
Cuanto mayor sea la magnitud de ΔG, la reacción tendrá lugar más rápidamente	Johnstone *et al.* (1977); Thomas y Schwenz (1998); Ribeiro *et al.* (1990); Carson y Watson (2002); Sözbilir (2002)
Cuanto más lenta es la reacción, menor es ΔG	Sözbilir (2002)
Cuanto mayor es ΔG^0, más rápido sucede la reacción	Sözbilir (2002)
Cuanto menor es ΔG^0, más rápido sucede la reacción	Sözbilir (2002)
Relación alternativa entre ΔG y el equilibrio químico: las reacciones con gran ΔG suceden completamente	Sözbilir (2002)

TABLA 11: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la driving force de las reacciones químicas.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
Origen de las reacciones en factores externos:	Novick y Nussbaum (1978); Boo (1998)
Características observables (reactivos o productos, moléculas...)	Teichert y Stacy (2002)
Calentamiento, calor, llamas o fuego	Novick y Nussbaum (1978); Barral y Fernández, 1992); Watson *et al.* (1997); Krnel *et al.* (1998); Boo (1998); Boo y Watson (2001)
Adición de energía (pseudo-reactivo)	Thomas y Schwenz (1998)
Evolución de calor desde el sistema hacia los alrededores	Selepe y Bradley (1997)
Reactivos, por reactividad o fuerza ácida	Boo y Watson (2001)
Diferencia de reactividad entre reactivos	Boo y Watson (2001)
Disolvente	Boo y Watson (2001)

TABLA 12: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de la espontaneidad de las reacciones químicas.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
Significados alternativos de *espontaneidad*, todos ellos relacionados con las acepciones cotidianas del término:	Ribeiro *et al.* (1990); Ross (1993); Ochs (1996); Boo (1998); Sözbilir (2001, 2002 y 2004)
Espontaneidad como movimiento rápido aleatorio, de acción inmediata o rapidez	Selepe y Bradley (1997)
Espontaneidad como movimiento de acción no dirigida Espontaneidad relacionada con las características observables de la reacción	Sözbilir (2001) Ribeiro *et al.* (1990)
Una reacción es espontánea si es observable	Ribeiro *et al.* (1990)
Una reacción es espontánea si sucede sin intervención externa (aporte de calor, aporte de energía de activación...)	Ribeiro *et al.* (1990) Selepe y Bradley (1997) Sözbilir (2002)
Las reacciones no son espontáneas ni cuando $\Delta G<0$	Carson y Watson (2002)
Relaciones entre la espontaneidad y conceptos cinéticos:	Thomas y Schwenz (1998)
Las reacciones espontáneas no requieren energía de activación	Selepe y Bradley (1997)
Relación directamente proporcional entre espontaneidad y velocidad de reacción	Selepe y Bradley (1997); Sözbilir (2002)

TABLA 13: ideas alternativas y dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca de los criterios que permiten predecir la espontaneidad de las reacciones químicas.

IDEAS ALTERNATIVAS Y DIFICULTADES	***INVESTIGACIÓN***
Signo de $\Delta H_{reacción}$ como criterio de espontaneidad	Johnstone *et al.* (1977); Beall (1994); Selepe y Bradley (1997); Carson y Watson (1999); Boo y Watson (2001); Sözbilir (2002)
Las reacciones espontáneas son exotérmicas	Johnstone *et al.* (1977); Sözbilir (2001)
Las reacciones exotérmicas son espontáneas	Teichert y Stacy (2002)
Las reacciones endotérmicas no pueden ser espontáneas	Johnstone *et al.* (1977); Thomas (1997), Thomas y Schwenz (1998), Carson y Watson (1999); Sözbilir (2001), Teichert y Stacy (2002)
Signo de $\Delta S_{reacción}$ como criterio de espontaneidad	
No hay relación entre entropía y espontaneidad	Pintó Casulleras (1991); Boo (1998); Boo y Watson (2001); Teichert y Stacy (2002)
Para un proceso espontáneo en un sistema aislado, $\Delta S_{sistema} \leq 0$	Ribeiro (1992); Sözbilir (2001); Sözbilir y Bennett (2007)
En un proceso espontáneo, $S_{sistema}$ debe incrementarse	Granville (1985); Thomas (1997)
Signo de $\Delta G_{reacción}$ como criterio de espontaneidad	
No comprensión del criterio $\Delta G_{reacción} < 0$	Ribeiro *et al.* (1990); Carson y Watson (2002); Sözbilir (2002)
No consideración de las condiciones de validez para $\Delta G_{reacción} < 0$	Granville (1985); Beall (1994)
Restricción del criterio a ciertos tipos de reacción (p. ej., precipitación)	Beall (1994)
Ecuación fundamental $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	
No aplicación a los sistemas químicos	Thomas y Schwenz (1998)
La temperatura es el único factor de que depende la espontaneidad	Teichert y Stacy (2002)
Adscripción de $\Delta H_{reacción} < 0$ al hecho de que $\Delta S_{reacción} > 0$	Carson y Watson (2002)
Despreciar $\Delta S_{reacción}$ frente a $\Delta H_{reacción}$	Carson y Watson (2002)
Las reacciones suceden porque los sistemas tienden a disminuir $\Delta G_{reacción}$	Banerjee (1995)

3. CONCLUSIONES

Una sinopsis literaria como la que hemos presentado muestra que la Termodinámica Química constituye un área de conocimientos en la que se ponen de manifiesto numerosas dificultades de aprendizaje. Desde la literatura científica se alude a diversos factores que se han comprobado comunes a estas dificultades de aprendizaje, y que se relacionan con las seis categorías de la clasificación temática realizada por Thomas y Schwenz (1998) para las concepciones alternativas.

En primer lugar, los investigadores han observado que las respuestas de los alumnos suelen caracterizarse por la predominancia de afirmaciones o descripciones macrofísicas, mientras la interpretación microscópica es frecuentemente ignorada o permanece en un segundo plano, y por lo general poco relacionada con el nivel de conocimiento macroscópico.

Además, los significados cotidianos de los términos científicos dominan las interpretaciones y explicaciones de los alumnos; tales dificultades resultan muchas veces favorecidas durante el desarrollo de las situaciones de enseñanza-aprendizaje, debido a la terminología empleada por los profesores y contenida en los libros de texto.

Se ha observado asimismo una fuerte tendencia a la manipulación de las expresiones algebraicas en detrimento de las interpretaciones conceptuales. Esta preferencia es alentada desde la enseñanza tradicional y por la consideración social de las matemáticas como *lenguaje de la ciencia* (Ribeiro *et al.*, 1990; Carson y Watson, 2002; Sozbilir, 2002; Sozbilir y Bennett, 2007).

Además, con frecuencia los alumnos tienden a utilizar las analogías y las explicaciones causales introducidas en los niveles de enseñanza básicos (Boo y Watson, 2001). En particular, la estructura alternativa de las formas de energía, frecuentemente utilizada en la enseñanza básica, facilita que los alumnos consideren la energía como una sustancia cuasi-material, esto es, encuadrada en la categoría ontológica material que Chi *et al.* describieron en 1994 (Carson y Watson, 1999 y 2002). Esta asignación de un concepto a una categoría ontológica inadecuada explicaría la extraordinaria resistencia al cambio de las ideas alternativas referidas a la visión de la energía interna, la entalpía, la entropía o la energía libre de Gibbs como *formas de energía*.

Así pues, en no pocas ocasiones, las interpretaciones y explicaciones de los alumnos deben sufrir un cambio no ya *dentro* de una categoría ontológica, sino *entre* categorías ontológicas, con la notable dificultad que ello implica. Por ejemplo, el tratamiento del enlace químico y de los procesos de intercambio energético (calor y trabajo) como *entidades*

materiales han sido detectadas incluso en alumnos universitarios (Pintó Casulleras, 1991; Watson *et al.*, 1997; Carson y Watson, 1999).

Por añadidura, los alumnos suelen incorporar las nuevas nociones termodinámicas en sus estructuras alternativas ya existentes, lo cual puede ayudar a que se hallen satisfechos con estas nuevas estructuras alternativas. A este respecto hemos de añadir que los alumnos parecen encontrarse más cómodos en el nivel operacional concreto y las explicaciones causales lineales que con el procesamiento operacional formal necesario para explicar las nociones termodinámicas (Watson *et al.*, 1997).

Así pues, la práctica totalidad de los autores coincide en señalar una serie de factores que tienen un impacto decisivo sobre el aprendizaje de los conceptos y las relaciones termodinámicas.

De todas estas reflexiones concluimos que existen muy diversas fuentes de origen e influencia para la aparición y permanencia de las ideas alternativas y dificultades de aprendizaje en el área de la Termodinámica Química. Muchas de ellas se deben a la naturaleza de la Termodinámica Química en sí, como son su alto grado de abstracción o su elevada demanda conceptual. También existen dificultades de aprendizaje relacionadas con la triple interpretación y la representación de la materia (macroscópica, submicroscópica y simbólica) y con ideas y estructuras alternativas asociadas a prerrequisitos conceptuales como temperatura, calor, energía, enlace químico o reacción química (Domínguez Castiñeiras *et al.*, 1998). Pero no han de olvidarse las dificultades originadas en las situaciones de enseñanza-aprendizaje, así como las facilitadas por las influencia del lenguaje cotidiano. Todas estas contribuciones a la aparición y persistencia de ideas y estructuras alternativas han de ser tenidas en cuenta por la comunidad educativa a la hora de diseñar y planificar las propuestas didácticas, enfocadas a lograr un aprendizaje significativo de los conceptos y relaciones termodinámicas en el contexto de las reacciones químicas.

Finalmente quisiéramos señalar que lo indicado hasta aquí nos lleva a considerar que en la formación inicial, así como en la permanente, del profesorado de ciencias, se debería poner énfasis en que éste tomase conciencia sobre la necesidad de reflexionar respecto al contenido científico que se pone en juego en el aula: el "metaconocimiento" de la materia, así como sobre la problemática de aprendizaje relacionada: el "conocimiento didáctico" del contenido. Ambos van a condicionar las expectativas de éxito en el desarrollo de las tareas de aula y constituyen elementos esenciales para tomar decisiones didácticas cada vez más adecuadas y adaptadas a su alumnado concreto.

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Termodinámica Química en 2º de Bachillerato. Dicha propuesta constituye la variable independiente de la investigación de Tesis de doctorado de la autora.

AGRADECIMIENTOS:

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto A/7510/07 «Un espacio compartido entre la investigación educativa y las prácticas docentes para la construcción de secuencias de enseñanza en ciencias experimentales y matemática».

4. BIBLIOGRAFÍA

ABRAHAM, M. R., GRYZYBOWSKI, E. B., RENNER, J. W. y MAREK, A. E., 1992. Understanding and misunderstanding of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 105–120.

ANDERSSON, B., 1984. *Chemical reactions*. Report: Elevperspektiv, Number 12, University of Göteborg, Göteborg.

BANERJEE, A. C., 1995. Teaching Chemical Equilibrium and Thermodynamics to undergraduate general chemistry classes. *Journal of Chemical Education*, 72(10), 879–887.

BARKER, V., 1995. *A longitudinal study of 16-18 year olds' understanding of basic chemical ideas*. Unpublished D.Phil. thesis, Department of Educational Studies, University of York.

BARKER, V. y MILLAR, R., 1996. *Beginning A-level chemistry students; understanding of basic chemical ideas*, Science Education Research Paper 96/3. Department of Educational Studies, The University of York, York, UK.

BARKER, V. y MILLAR, R., 2000. Students' reasoning about basic Chemical Thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171–1200.

BARLET, R. y MASTROT, G., 2000. L'alghorithmisation-refuge, obstacle à la conceptualisation. L'exemple de la thermochimie en 1er cycle universitaire. *Didaskalia*, 17, 123-159.

BARRAL, F. L. y FERNANDEZ, E. G.F., 1992. Secondary students' interpretations of the process occurring in an electrochemical cell. *Journal of Chemical Education*, 69, 655–657.

BEALL, H., 1994. Probing student misconceptions in Thermodynamics with in-class writing. *Journal of Chemical Education*, 71(12), 1056–1057.

BEN-ZVI, R., SILBERSTEIN, J. y MAMLOK, R., 1993. A model of thermal equilibrium. A tool for the introduction of Thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 31–34.

BOO, H. K., 1998. Students' understanding of chemical bonding and energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 569–581.

BOO, H. K. y WATSON, J. R., 2001. Progression in high school students' (aged 16–18. conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85, 568–585.

BOUJAOUDE, S .B., 1991. A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8), 689–704.

BROOK, A. y DRIVER, R., 1984. *Aspects of secondary students' understanding of energy*. Children's Learning in Science Research Group, CSSME, University of Leeds.

CACHAPUZ, A. F. y MARTINS, I. P., 1987. *High school students' ideas about energy of chemical reactions*. En J. Novak y H. Helm (Eds.), Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Cornell University, Junio 1987, (III).

CARSON E. M. y WATSON, J. R., 1999. Undergraduate students' understanding of enthalpy change; *University Chemistry Education*, 3(2), 46–51.

CARSON, E. M. y WATSON J. R., 2002. Undergraduate students' understandings of entropy and Gibbs free energy. *University Chemistry Education*, 6, 4–12.

CHI, M. T. H., SLOTTA, J. D., y DELEEUW, N., 1994. From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27–43.

COTIGNOLA, M. I., BORDOGNA, C., PUNTE, G., y CAPPANNINI, O. M., 2002: Difficulties in Learning Thermodynamic Concepts: Are They Linked to the Historical Development of this Field? *Science and Education*, 11: 279–291.

CROS, D., MAURIN, M., AMOUROUX, R., CHASTRETTE, M., LEBER, J. y FAYOL, M., 1986. Conceptions of first-year university students of the

constituents of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8(3), 305–313.

DE VOS, W. y VERDONK, A. H., 1986. A new road to reaction part 3: Teaching the heat effect of reactions. *Journal of Chemical Education*, 63, 972–974.

DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, JOSÉ M., DE PRO BUENO, ANTONIO, GARCÍA-RODEJA FERNÁNDEZ, EUGENIO, 1998. Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de *calor y temperatura*: un estudio transversal. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 461-475.

EBENEZER, J. V. y FRASER, M.D., 2001. First year chemical engineering students' conception of energy in solution processes: Phenomenographic categories for common knowledge construction. *Science Education*, 85, 509–535.

FINEGOLD, M. y TRUMPER, R., 1989. Categorizing pupils' explanatory frameworks in energy as a means to the development of a teaching approach. *Research in Science Education*, 19, 97-110.

GALLÁSTEGUI OTERO, J. R., y LORENZO BARRAL, F. M., 1993. "El café tiene cafeína y nos despierta, nos da energía": concepciones sobre la energía química, una buena razón para poner de acuerdo a los profesores de Física y Química y Ciencias Naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 20-25.

GALLEY, W. C., 2004. Exothermic bond breaking: a persistent misconception. *Journal of Chemical Education*, 81(4), 523–525.

GREENBOWE, T. J. y MELTZER, D. E., 2003. Student learning of Thermochemical concepts in the context of solution calorimetry. *International Journal of Science Education*, 25(7), 779–800.

GRANVILLE, M. F., 1985. Student misconceptions in Thermodynamics. *Journal of Chemical Education*, 62(10), 847–848.

GAYFORD, C. G., 1986. Some aspects of the problem of teaching about energy in school biology. *European Journal of Science Education*, 8, 443–450.

HAPKIEWICZ, A., 1991. Clarifying chemical bonding: overcoming our alternative conceptions. *The Science Teacher*, 58(3), 24–27.

HOFSTEIN, A., 1986. The identification of learning difficulties in Chemistry and ways to overcome them. (Department of Science Teaching, Weizmann Institute of Science, Rehovot).

JOHNSTONE, A. H., MACDONALD, J. J., y WEBB, G., 1977. Misconceptions in school thermodynamics. *Physics Education*, 12, 248–251.

KRNEL, D., WATSON, R., Y GLASER, S. A., 1998. Survey of research related to the development of the concept of "matter." *International Journal of Science Education*, 20, 257–289.

LANG DA SILVEIRA, F., MOREIRA, M. A., y AXT, R. 1991. Un teste sobre calor, temperatura e energia interna. Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, pp. 418-428. São Carlos.

LANG DA SILVEIRA, F. y MOREIRA, M. A., 1996. Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 75-86.

LIU, X., EBENEZER, J. y; FRASER, D. M., 2002. Structural characteristics of University Engineering students' conceptions of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), 423–441.

MARTÍNEZ, A. y PÉREZ, B.A., 1997. Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 287–300.

MILNER, N., 1983. *Analysis of student learning difficulties in Chemistry as manifested in matriculation examinations*. Unpublished MSc Dissertation, Science Teaching Department, Weizmann Institute of Science.

MIRONE, P. y BENEDETTI, L., 2001. Apprendimento significativo della Termodinamica. Un tentativo di valutazione. *La Chimica nella Scuola*, 23(5), 153–156.

NOVICK, S. y NUSSBAUM, J., 1978. Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study. *Science Education*, 62(3), 273–281.

OCHS, R.S., 1996. Thermodynamics and spontaneity. *Journal of Chemical Education*, 73(10), 952–954.

PINTÓ CASULLERAS, R., 1991. *Algunos aspectos implícitos en la primera y segunda ley de la termodinámica: una aportación al estudio de las dificultades de su aprendizaje*. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

RIBEIRO, M., PEREIRA, D.C., y MASKILL, R., 1990. Reaction and spontaneity: The influence of meaning from everyday language on fourth year undergraduates' interpretations of some simple chemical phenomena. *International Journal of Science Education*, 12(4), 391–401.

RIBEIRO, G.T.C., 1992. Entropy and the second principle of Thermodynamics - Fourth year undergraduates' ideas. *Research in Assessment,* Vol. IX, 23–36, Royal Society of Chemistry, London.

ROSS, K., 1993. There is no energy in food and fuels - but they do have fuel value. *School Science Review*, 75(221), 39–47.

SCHOLLUM, B., 1981. *Burning: A working paper of the learning in science*

project No. 36. Hamilton, New Zealand: University of Waikato.

SELEPE, C. y BRADLEY, J., 1997. *Student-Teacher's Conceptual Difficulties in Chemical Thermodynamics*. En M. Sanders, (Ed., SAARMSE Fifth Annual Meeting, pp. 316–321). University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa.

SÖZBILIR, M., 2001. *A study of undergraduates' understandings of key chemical ideas in Thermodynamics*. Ph.D. Thesis, University of York, York, UK.

SÖZBILIR, M., 2002. Turkish chemistry undergraduate students. misunderstandings of Gibbs free energy. *University Chemistry Education*, 6, 73–83.

SÖZBILIR, M., 2004. Students' ideas and misunderstandings of enthalpy and spontaneity: a review of selected researches. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 155–159.

SÖZBILIR, M. y BENNETT, J. M., 2007. A study of turkish Chemistry undergraduates' understandings of entropy. *Journal of Chemical Education*, 84(7), 1204–1208.

TEICHERT, M. A. y STACY, A. M., 2002. Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464–496.

TOMANEK, D., 1994. Cases of content: studying content as a part of a curriculum process. *Science Education*, 78(1), 73–82.

THOMAS, P.L., 1997. *Student conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamic concepts in college physical chemistry*. PhD Dissertation, University of Northern Colorado, Greeley, Colorado, USA. UMI # 9729078 (Ann Arbor, MI: UMI).

THOMAS, P. L. y SCHWENZ, R. W., 1998. College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental Thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151–1160.

ÜNAL S., ÇALIK, M., AYAS, A. y COLL, R. K., 2006. A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students' conceptions, general knowledge claims and students' alternative conceptions. *Research in Science and Technological Education*, 24(2), 141–172.

WATSON, J. R., PRIETO, T. y DILLON, J. S., 1997. Consistency in students' explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425–444.

MODELOS A REGIMEN TRANSITORIO

Lucila Méndez Chávez, Antonio Valiente Barderas.

Departamento de Ingeniería Química. Facultad de Química, UNAM. Ciudad Universitaria Circuito Interior s/n Edif. A Delegación Coyoacán, México, DF. 04510 lume_17@yahoo.com.mx

RESUMEN: La enseñanza experimental representa un gran potencial para el desarrollo de importantes habilidades y actitudes que requieren los ingenieros químicos. Facilitan la compresión y observación de los fenómenos presentes en los procesos bajo estudio, desarrolla el análisis y el razonamiento de la relación causa - efecto entre variables, es un espacio académico que promueve y desarrolla la comunicación interpersonal y el trabajo en equipo.

PALABRAS CLAVE: Régimen transitorio, flujo de fluidos, solución de problemas, experimentación.

TITLE: Unsteady state models

ABSTRACT: Experimental teaching has a great power for promote skills and attitudes that requires chemical engineering. This concrete learning allows the observation and understanding of the phenomena in different process also the relationship effect – cause between variables y their analysis, indeed promote skill in oral and write commutations.

KEYWORDS: Unsteady flow models, flow of fluids, problem solving, experimentation.

INTRODUCCIÓN.

Los estudiantes se enfrentan a nuevos desafíos del mundo globalizado, que exige sistemas complejos y procesos de manufactura de elevada calidad y sustentabilidad. Los estudiantes deben aprender a fusionar las ciencias físicas, ciencias de la vida y ciencias de la información en las escalas nano, meso, micro y macro, acoger la ética profesional y la responsabilidad social, deben ser creativos además de lograr una buena comunicación. (Crawley y col., 2007).

Se podría seguir con un sin numero de atributos repensados para el ingeniero y que además de ser interminables resultan algunos repetitivos y quizás interminables. Sin embargo, es importante señalar que gran parte de estos atributos han sido demandados de manera permanente porque son determinantes en la formación profesional del Ingeniero químico, entre ellos están su capacidad de observación y comprensión de lo que sucede en los procesos, la forma de cuantificarlos y sobre todo predecir los efectos en los cambios de condiciones de operación. Por ello

es que el trabajo experimental juega un papel importante en el desarrollo de esas habilidades y capacidades.

Como el trabajo que aquí presentamos no pretende dar respuesta a dichas demandas si las hemos considerado para reflexionar sobre el trabajo experimental que constantemente se demanda dentro de la adquisición de ciertos atributos para los ingenieros.

Partimos de que las actividades experimentales, desde hace tiempo han sido criticadas, en todos los niveles de la educación, por investigadores como (Hodson, 1994) y otros, quienes han estudiado sus propósitos, su estructura y contenido así como su nivel de efectividad.

Algunos señalamientos marcados, con base en los resultados obtenidos son: a) que estas actividades se encuentran desarticuladas de la teoría con lo que no se facilita un aprendizaje significativo, b) que hay una gran brecha entre los ***objetivos de enseñanza*** y lo que ***realmente hacen*** los estudiantes y *los* ***objetivos de aprendizaje*** y lo que ***realmente aprenden*** estudiantes (Seré y col., 1998), c) que los estudiantes siguen las instrucciones para el desarrollo experimental como si tratara de "recetas de cocina" y que por lo tanto no se sienten atraídos por este tipo de trabajo, d) que el trabajo experimental se valora por el error experimental alto o bajo logrado, y que la finalidad del trabajo práctico se reduce al desarrollo de habilidades para aprender a seguir procedimientos y técnicas para manejo de instrumentos y equipos (Méndez y col., 2005)

Sin embargo existen concepciones diferentes que establecen que el ***aprendizaje de lo conceptual pasa por lo practico, o de lo práctico a lo teórico***. (Seré, 2002) "ya que el aprendizaje se encuentra dentro del *comprender y hacer*".

Dentro de esta concepción del trabajo experimental la adquisición de conocimientos habilidades y actitudes de los ingenieros pueden satisfacerse si las situaciones problemáticas a las que se enfrentarán los estudiantes sean de interés y que permitan avanzar en: a) la comprensión de conceptos, b) de los fenómenos presentes en los procesos bajo estudio, c) en el interés por razonar sobre la relación causa - efecto entre variables y sobre lo concreto que da el experimento, d)en el interés por visualizar y manejar correctamente los equipos, e instrumentos, e) lograr una adecuada comunicación interpersonal, f) un trabajo en equipo que puntualice la responsabilidad de los participantes, g) la presentación de resultados a través de una comunicación correcta oral y escrita.

Investigadores como (Paulsen y Leach, 1999) señalan que el pensamiento es mas completo cuando se es capaz de emitir un juicio y cuando la toma de decisión encuentra la dimensión de la acción; es decir, es situar al

alumno un ir y venir de los objetos reales y observables al dominio de las ideas, para establecer puentes entre:

Los objetos reales y observables ⟷ *El dominio de las ideas*

De lo real de observar, medir, manipular, controlar, aprender a hacer a aprender a: pensar, cuestionar, razonar, reflexionar, analizar, proponer, constatar, resolver.

LOS GUIONES EXPERIMENTALES EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNAM

Desde 1993 se realizó un diagnóstico sobre la situación en que estaba la enseñanza experimental en la Facultad de Química a cargo del Dr. Hernández Luna. Esto dio lugar a la necesidad de iniciar un programa de Reforma de la enseñanza experimental para cambiar el método tradicional con el que se estaba impartiendo dicha enseñanza.

Se definieron los siguientes principios didácticos bajo los cuales debía reformarse la enseñanza experimental (Hernández - Luna, 1994).

La reforma considera que la adquisición del conocimiento en nuestra disciplina, se da a la luz de las evidencias medibles de los fenómenos que ocurren en el laboratorio y no mediante demostraciones matemáticas o verificaciones de aspectos teóricos. Que mediante la acción directa con el fenómeno, el estudiante pueda establecer y comprender las relaciones causa – efecto que ponen de manifiesto dicho fenómeno y así adquirir el conocimiento planeado.

Las relaciones de causalidad deben ser encontradas por el estudiante, de ninguna manera debe dársele esta información por anticipado. Lo que debe dársele es una pregunta, un cuestionamiento, un problema bien definido que contenga una incógnita.

Permítase enfrentar al alumno con la realidad, los hechos, con los fenómenos con su estudio y comprensión, permítase que el alumno llegue por si solo al conocimiento como lo han hecho otros científicos y propíciese la transferencia de lo observable, lo medible, lo abstracto a lo concreto a lo directo, a su representación en términos de leyes, principios o modelos. Es posible ofrecerle al alumno el desarrollo de modelos explicativos de una realidad como un reto, se puede lograr el gusto por aprender.

FLUJO DE FLUIDOS A RÉGIMEN TRANSITORIO

Durante la carrera de ingeniería química se imparten uno o más cursos sobre Flujo de Fluidos; sin embargo pocas veces se tratan problemas a régimen transitorio. Este tema puede tratarse en forma experimental o teórica, (Valiente, 1998).

Actualmente en el Laboratorio de IQ II se tratan temas de Flujo de fluidos, Transporte de energía y Transferencia de energía. Para el tema de flujo de fluidos, uno de los problemas planteados, consiste en:

- Establecer el modelo matemático que describe la velocidad de descarga en un tanque.

Mediante el trabajo experimental el estudiante llega a determinar el modelo:

$$-\frac{dh}{dt}=kh^{n}$$

Posterior a esta actividad se solicita al estudiante establecer el "modelo teórico" de la velocidad de descarga mediante la aplicación de los principios de conservación de masa y energía. Esto se logra a través de una serie de preguntas inductivas y el estudiante llega al siguiente modelo:

$$-\frac{dh}{dt}=k'h^{0.5}$$

Cuando compara los dos modelos observa con "asombro" su semejanza; sin embargo, cuando se le pide que determine y compare los tiempos de descarga con cada modelo, se percata que no coinciden. Esto tiene como propósito crear en el estudiante un conflicto conceptual cuando "no coincide la teoría con la práctica". Se le induce finalmente para que introduzca el término de pérdidas de energía en el orifico de descarga. Es así como se introduce el concepto de Coeficiente de descarga, (Méndez y col. 2005) y se favorece un aprendizaje significativo.

En sus informes los estudiantes mencionan que aun no tenían claro este concepto, otros mencionan que lo han olvidado y para otros es nuevo. En la *enseñanza experimental* no solo nos interesa diseñar, organizar y realizar las actividades experimentales, interesa conocer cómo los estudiantes perciben los hechos, la forma de razonar sobre lo concreto de los experimentos, la manera de explicar, justificar, argumentar los resultados en la solución de un problema y cómo extrapolarlos a nueva situación. Hemos constatado que al estudiante no solo le interesa cursar y aprobar los experimentos, sino que también está interesado en identificar el grado de claridad y madurez que tiene sobre sus conocimientos previos, qué conceptos ha olvidado, cómo entender y explicar mejor los fenómenos observados, cómo superar sus propios obstáculos (inseguridad, miedo), cómo resolver de manera mas personal los problemas que se presentan cada vez con mayor grado de dificultad y sobre todo cómo sentirse cada

vez mejor con su progreso al comprender mejor los procesos de la Ingeniería Química.

TRABAJO EXPERIMENTAL PROPUESTO: DESCARGA DESDE TANQUES CILÍNDRICOS VERTICALES PROVISTOS DE TUBERÍA EN LA DESCARGA Y CON ACCESORIOS.

La descarga de tanques a través de una tubería con válvula y accesorios, es un problema clásico, tratado en el curso teórico, en el cual se aplica la ecuación de continuidad en unión con la ecuación de balance macroscópico de energía (Bird y col, 2006) y también (Denn, 1980).

Hemos comprobado que al ser este tema tratado en teoría, cuando los estudiantes realizan el experimento: Descarga en un tanque, con orifico en la descarga, esperan introducir el término de las pérdidas por fricción. Es por ello que se propone este experimento para dar continuidad a los conceptos. Nuevamente el problema es determinar el modelo e introduzca el término de pérdidas por fricción.

Sea un tanque cilíndrico como el mostrado en la siguiente figura el cual descarga a través de una tubería en la que hay diferentes accesorios.

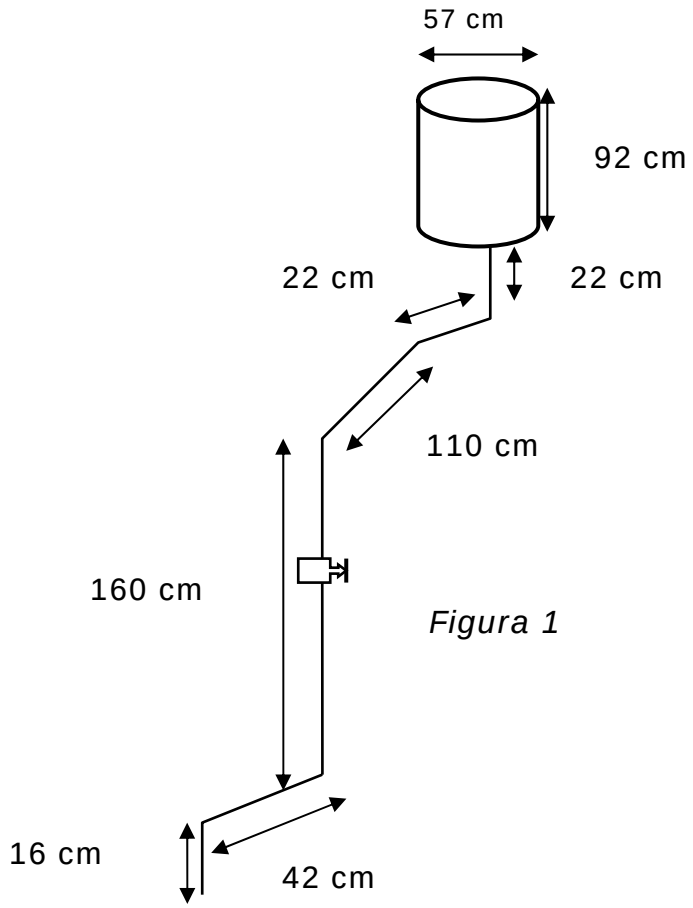


Figura 1

ESQUEMA DEL PROFESOR SOBRE RESULTADOS ESPERADOS.

Para obtener el tiempo en que tarda en descargarse se debe hacer un balance de materia y otro de energía alrededor del sistema.

Balance de masa:

Entradas = Salidas + Acumulación

$$C_A = A_A\left(\frac{-dh}{dt}\right) + A_B u_B \qquad (1)$$

Balance de energía:

$$\Delta h\frac{g}{gc} + \frac{\Delta u^2}{2gc} + \frac{\Delta P}{\rho} = -\frac{Po}{M} - \frac{\sum F}{M} \qquad (2)$$

En el caso que se está analizando se tiene que:

$\Delta P = 0$ Ya que $P_A = P_B$

$-\frac{Po}{M} = 0$ No se realiza trabajo alguno.

$u_A \cong 0$ En comparación con u_B

$h_B = 0$ si tomamos como referencia para las alturas la descarga del tanque.

Tomando en cuenta lo anterior, la ecuación del balance de energía queda:

$$-h_A\frac{g}{gc} + \frac{u_B^2}{2gc} = -\frac{\sum F}{M} = -\frac{f_D\, u_B^2\, Le}{2gc\, D} \qquad (3)$$

Por lo que despejando la velocidad a la que sale el líquido por la tubería se obtiene:

$$u_B = \sqrt{\frac{h_A 2g}{\left(1 + \frac{f_D Le}{D}\right)}} \qquad (4)$$

Igualando 1 con 4 tendremos:

$$A_A\left(\frac{-dh_A}{dt}\right) = A_B\sqrt{\frac{h_A 2g}{\left(1 + \frac{f_D Le}{D}\right)}} \qquad (5)$$

La ecuación diferencial final se da en términos de la altura del líquido en el tanque y de la velocidad de salida.

De donde separando variables tendremos:

$$\int_0^{\theta} dt = -\frac{A_A}{A_B}\sqrt{\frac{1+\frac{f_D Le}{D}}{2g}}\int_{H_{Ai}}^{H_{Af}} h_A^{-\frac{1}{2}} dh_A \qquad (6)$$

Realizando la integración tendremos:

$$t = \frac{2A_A}{A_B}\sqrt{\frac{1+\frac{f_D Le}{D}}{2g}}\left(\sqrt{h_{Ai}} - \sqrt{h_{Af}}\right) \qquad (7)$$

En un sistema propuesto se efectuaron unos experimentos de descarga de tanques, dando los resultados siguientes:

Tabla 1

Altura total h en cm.	**Tiempo t en segundos**	**Altura total h en cm.**	**Tiempo t en segundos**
273	0	235	146.7
271	7	233	154.2
269	14.57	231	162.3
267	22	229	170.8
265	29.7	227	180
263	36.9	225	188.8
261	44.7	223	197.4
259	52	221	208
257	60	219	217.2
255	67.7	217	227.6
253	75.3	215	237.7
251	83		
249	90.8		
247	99.3		
245	106.6		
243	114		
241	122.3		
239	130.5		
237	138.6		

CÁLCULOS

En el caso mostrado, la longitud de tubo recto es de 3.72 m, la longitud equivalente de los accesorios es de 4.6 m. El diámetro de la tubería es de 2.093 cm., por lo que K = $f_D \frac{L}{D}$ =12.72.

El área del tanque es de 0.255 m^2 y el área transversal de la tubería es de 3.439 x 10^{-4} m^2.

Por lo tanto la ecuación es para nuestro caso igual a:

$$t = 1240(\sqrt{h_{A1}} - \sqrt{h_{A2}}) \qquad (8)$$

Aplicando la ecuación anterior a los datos de altura se obtiene que:

Tabla 2

Tiempo experimental (s)	h_A (m)	Tiempo incremento (s)	Tiempo calculado (s)
0	2.73	0	0
7	2.71	7.51861708	7.51861708
14.57	2.69	7.54641262	15.0650297
22	2.67	7.57451873	22.6395484
29.7	2.65	7.60294124	30.2424897
36.7	2.63	7.63168613	37.8741758
44.7	2.61	7.66075953	45.5349353
52	2.59	7.69016776	53.2251031
60	2.57	7.7199173	60.9450204
67.7	2.55	7.75001478	68.6950352
75.3	2.53	7.78046706	76.4755022
83	2.51	7.81128115	84.2867834
90.8	2.49	7.84246428	92.1292477
99.3	2.47	7.87402388	100.003272
106.6	2.45	7.90596757	107.909239
114	2.43	7.93830322	115.847542
122.3	2.41	7.97103891	123.818581
130.5	2.39	8.00418295	131.822764
138.6	2.37	8.03774391	139.860508
146.7	2.35	8.0717306	147.932239

154.2	2.33	8.10615209	156.038391
162.3	2.31	8.14101774	164.179409
170.8	2.29	8.17633719	172.355746
180	2.27	8.21212036	180.567866
188.8	2.25	8.24837749	188.816244
197.4	2.23	8.28511914	197.101363
208	2.21	8.32235619	205.423719
217.2	2.19	8.36009989	213.783819
227.6	2.17	8.39836181	222.182181

Los tiempos determinados con el modelo concuerdan bastante bien con los datos experimentales. La discrepancia en los últimos datos se debe a la aparición de remolinos que alteran el patrón de flujo.

CONCLUSIONES

Los modelos a régimen transitorio son una poderosa herramienta epistemológica y motivacional en la enseñanza y el aprendizaje ya que en la realidad de los procesos el régimen transitorio es mas frecuente y el alumno puede aplicar sus conocimientos matemáticos a una realidad simple. Promueven habilidades de observación, medición y relación entre variables que pueden ser expresadas en forma diferencial, lo que ayuda a hacer a la enseñanza experimental relevante e interesante para los estudiantes y profesores ya que les permite explicar conceptos abstractos en forma más tangible y real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTANY, A. (2007). Innovación tecnológica y tradiciones experimentales Revista Ciencia -octubre –diciembre .Pág. 34

GIL-PÉREZ, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. y SENENT, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias,* 6 (2), 131-146.

BIRD, R., STEWWART, W.Y LIGHTFOOT, E. (2007). Fenómenos de transporte. México: Limusa Wiley.

CRAWLEY, E., MALMQVIST, J., OSTLUND, S Y BRODEUR, D. (2007). Rethinking Engineering Education. USA: Springer.

DENN, M. (1980) Process Fluid Mechanics. México: Prentice Hall

HERNÁNDEZ LUNA, M. (1994). Propuesta de Reforma de la Enseñanza Experimental. *Revista Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos,* p 5-7.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias,* 12 (3), pp. 299-313.

MÉNDEZ, L., GALICIA, M. Y GUTIERREZ, R. (2005). Validación de un modelo experimental en la descarga de un tanque. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra. VII CONGRESO*

PULSEN, A., LEACH, J. (1999). Practical Work in Sciencie Education: Reent Research Studies. Londres: University o Roskilde Pres.

SÉRÉ, M., Leach, J., Niedderer, H., Paulsen, A., Psillos, D., Tiberghien, A., Vicentini, M. (1998). Improving science education: issues and research on innovative empirical and computer-based approches to labwork in Europe. Informe final del proyecto «Labwork in Science Education». Comisión Europea.http://formation.etud.u-psud.fr/didasco/index.htm

SÉRÉ, M.G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias,* 20 (3), pp. *357*

VALIENTE, A. (1998). Problemas de flujo de fluidos. México: Limusa.

RECURSOS PARA LA COMPRENSIÓN DE ESCALAS Y ÓRDENES DE MAGNITUDES EN CIENCIAS

Constancio Aguirre Pérez

PALABRAS CLAVE: Divulgación, magnitudes, escalas, analogías, sistemas de unidades

RESUMEN: Los profesores saben por experiencia propia las dificultades que se les plantean tanto a los alumnos como al público en general cuando se trata de comprender y manejar grandes números en campos relacionados con la Física y la Química. La falta de comprensión del significado real de estos números en relación con otras cantidades reconocibles y cercanas a la experiencia cotidiana. Normalmente estos grandes números suelen expresarse en forma de notación exponencial lo que les hace ser más abstractos que si los expresáramos en una notación que podríamos denominar "escolar", es decir, sin recurrir a dicha notación exponencial. Teniendo esto en cuenta presentamos en este trabajo una aproximación divulgativa al conocimiento de cantidades muy grandes o muy pequeñas mediante el recurso a ciertas analogías en algunos casos muy conocidas, en otros adaptadas de revistas y manuales y en algunos totalmente originadas creados por el autor para la ocasión. El éxito obtenido en su utilización didáctica con alumnos universitarios de Magisterio, nos anima a proponer su extensión a todos los interesado en la ciencia tal y como se hace en cierta medida en libros y revistas de divulgación o en museos y centros interactivos de ciencia.

ABSTRACT: All teachers know from their own experience the difficulties their students face when working with large numbers in Physics and Chemistry and the lack of understanding of the real significance of these numbers in relation to other amounts recognizable by them and near their daily experience. Normally, these large numbers are usually expressed in terms of exponential notation what makes them be more abstract that if stated in a notation that might be called “decimal” or "scholar" that it is to say, without resorting to such exponential notation. Thus the quantity 1023 should be written as 1 followed by 23 zeros.. What we propose in this paper is trying to schedule a number of tasks that could lead the students to be aware of this reality by the method of comparison and analogy of the calculated or estimated quantities with other quantities that may be familiar to them or, at least, intuitively “intelligible” in comparative terms

1. INTRODUCCIÓN

La Naturaleza cuantitativa de la ciencia es algo insoslayable en todo proceso de enseñanza/aprendizaje. Como dice Heinlein (1983) "Lo que no pueda ser expresado en cifras no es ciencia es opinión". Esto significa, entre otras cosas, que el lenguaje cotidiano no puede captar la escala o la precisión necesaria del discurso científico y que los números son esenciales tanto para la discusión como para la comprensión de la ciencia. Los sistemas de unidades y las unidades de medida son, por tanto, también esenciales para lograr ambos objetivos y para manejar coherente y eficazmente las unidades de medida es fundamental comprender y utilizar correctamente la notación científica exponencial cuando se manejan grandes números

El uso de la notación exponencial, tan útil cuando se dominan suficientemente ciertos contenidos matemáticos no excesivamente elevados, puede convertirse en un obstáculo para la comprensión cuando se trata del gran público sin preparación matemática suficiente o de alumnos universitarios que no han cursado matemáticas ni ciencias. Así por ejemplo 10^{23} se escribiría la unidad seguida de 23 ceros. Los alumnos, incluidos los universitarios de magisterio muy frecuentemente desconocen el hecho de que por cada cero que añadimos a la derecha multiplicamos por 10 la cantidad anterior o que por cada cero que retiramos la dividimos por 10. Algunos ejemplos de magnitudes elevadas expresadas en forma exponencial serían:

Masa de la Tierra: $5{,}974 \cdot 10^{24}$ kg

Número o constante de Avogadro; $6{,}022 \cdot 10^{23}$ entidades o partículas

Carga del electrón: $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

Distancia del núcleo al electrón en el átomo de hidrógeno (radio de Bohr): 10^{-10} m

Una forma de expresar las anteriores cantidades sería prescindiendo de la notación exponencial, lo cuál desde el punto de vista de una persona lega en el lenguaje matemático podría dar una idea más aproximada a la realidad de la dimensión de estas cantidades. Si además las denominamos con su nombre cuantitativo se potencia la comprensión de las mismas.

CONCEPTO	VALOR NUMÉRICO	NOMBRE / APROXIMACIÓN AL VALOR NUMÉRICO
Masa de la Tierra M_T	5 974 000 000 000 000 000 000 000 kg	aproximadamente 6 cuatrillones de kilos

Número o constante de Avogadro N_A	602 300 000 000 000 000 000 000 entidades o partículas	aproximadamente 0,6 cuatrillones de entidades a partículas
Carga del electrón: e	0,000 000 000 000 000 000 160 Culombios	0,16 trillonésimas de culombio
Distancia núcleo - electrón en el átomo de hidrógeno (radio de Bohr r_0)	0, 000 000 000 1 m	0,1 mil millonésimas de metro

Tabla 1

Se han realizado incluso películas tales como la conocida "Potencias de 10" en las que se trata de una manera muy visual y didáctica hacer llegar hasta el intelecto de cualquier persona lo que supone ir aumentando o disminuyendo en un factor de 10 (múltiplos y submúltiplos) la distancia en metros que separa al observador (el espectador a través de la cámara) de un objeto (un joven tendido en un parque de Nueva York). De esta manera, ora nos vamos alejando del joven hasta alcanzar los límites del Universo en 30 pasos, ora nos introducimos por un poro de la piel de su mano hasta alcanzar el interior del núcleo de los átomos en otros 15 pasos. Así podríamos resumir la información contenida en la mencionada en dicha película en las dos siguientes tablas en las cuales se aúnan la notación científica y la escala del Universo

ESCALA RELATIVA DE LO INMENSAMENTE PEQUEÑO		
Tamaño de la escala	Escala típica en cm	
Seres humanos	10^{2}	
células	10^{-3}	
Moléculas complejas	10^{-6}	
Escala atómica	10^{-8}	RANGO POR ÓRDENES DE MAGNITUD 37
Escala nuclear	10^{-12}	
Escala protónica	10^{-15}	

Longitud de Planck [(1)]1	10^{-35}	

Tabla 2

ESCALA RELATIVA DE LO INMENSAMENTE GRANDE		
Tamaño de la escala	Escala típica en cm	
Seres humanos	10^{2}	RANGO POR ÓRDENES DE MAGNITUD 26
Planeta Tierra	10^{9}	
Sistema Solar	10^{14}	
Estrellas cercanas al Sol	10^{18}	
Nuestra galaxia	10^{22}	
Cúmulos estelares	10^{25}	
Universo visible	10^{28}	

Tabla 3

Con lo cual ya tenemos todo el rango mediante órdenes de magnitud desde lo más pequeño a lo más grande dentro de la estructura del Universo

A pesar de intentos tan loables como éste, se comprueba reiteradamente que si consideramos otras magnitudes e incluso la misma magnitud de "longitud" la mayoría de los alumnos, incluidos los universitarios, siguen teniendo grandes dificultades para percibir el significado real de esos grandes números expresados siempre en forma de notación exponencial. Centrándonos en los estudiantes hay que decir que no contribuye mucho a mejorar la situación tal y como señala Campanario (2000) el hecho de que todavía la mayoría de los libros (y consecuentemente la mayoría de los profesores) sigan planteando ejercicios -que no problemas- con resultados irreales y que abundan en que los alumnos se planteen su resolución por puro mecanicismo siguiendo lo que se ha denominado "metodología de la superficialidad" (Gil et al. 1988) lo que les conduce en muchas ocasiones a darse por satisfechos cuando al resolver problemas encuentran soluciones irreales o imposibles. Lo que nos hemos propuesto

[1] La **longitud de Planck** (L_p) es la distancia o escala de longitud por debajo de la cual se espera que el espacio deja de tener una geometría clásica. Una medida inferior previsiblemente no puede ser tratada adecuadamente en los modelos de física actuales debido a previsibles efectos cuánticos extraños.

La longitud de Planck forma parte del sistema de unidades natural y se calcula a partir de tres constantes fundamentales, la velocidad de la luz, la constante de Planck y la constante gravitacional. Equivale a la distancia que recorre un fotón, viajando a la velocidad de la luz, en el tiempo de Planck.

$$l_P = c\, t_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.61624 \cdot 10^{-35} \quad \mathrm{m}$$

en este trabajo es tratar de programar una serie de tareas que lleven a los alumnos a ser conscientes de esta realidad por el método de la comparación y la analogía de las cantidades calculadas o estimadas con cantidades que le puedan resultar familiares o al menos intuitivamente inteligibles en términos comparativos. Al mismo tiempo y con una sencilla adaptación estas tareas se pueden convertir en ejemplos y analogías que, reduciendo el cálculo lo máximo posible o dando directamente los resultados puedan servir como ejemplos demostrativos en labores de divulgación tanto en prensa escrita como en materiales audiovisuales para medios de comunicación o museos de la ciencia

2. SÍMILES Y ANALOGÍAS

Al igual que los modelos y conjuntamente con los mismos, los símiles y analogías pueden ayudar a los estudiantes a relacionar el aprendizaje nuevo con el que ya tienen almacenado lo que constituye la esencia del aprendizaje constructivista. Así Fernández J. (2004) señala la importante contribución del uso de analogías a la construcción y desarrollo del conocimiento científico aunque también resalta los peligros y limitaciones que conlleva si el profesor no está lo suficientemente preparado (Fernández y Elórtegui, 2005).

2.1 MAGNITUDES. UNIDADES

En lo referente a la utilización de grandes números en Física y Química podemos poner como ejemplo algunos valores de constantes del mundo físico relacionados con cada una de las magnitudes fundamentales.

Podemos utilizar diversas estrategias de abordaje de la cuestión basándonos en analogías que relacionen las tres magnitudes fundamentales longitud (L), Masa (M) y tiempo (T) más cantidad de sustancia (N) comparándolas entre sí especialmente al manejar valores exponenciales elevados. Creemos que de esta manera podemos hacer mucho más familiares a los estudiantes estas cantidades que en principio escapan por completo a la experiencia cotidiana como puede ser por ejemplo el valor del número de Avogadro ($6{,}022 \times 10^{23}$). Entre otros recursos y posibilidades podemos utilizar los que se indican a continuación.

MAGNITUDES		UNIDADES			
NOMBRE	SÍMBOLO DIMENSIONAL	EJEMPLOS	NOMBRE	SÍMBOLO	RECURSOS
Longitud	L	Año-Luz: $9{,}46 \cdot 10^{15}$ m	Metro	m	película "Potencias de

		Radio átomo Bohr 10^{-10} m			10" o presentación "Zoom Cósmico"
Masa	M	Masa de la Tierra $M_T = 9,46.10^{24}$ kg Masa electrón $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg	Kilogramo	Kg	Leyenda "El tablero de ajedrez o los granos de trigo"
Tiempo	T	Gran Explosión Hace 15.10^9 años	Segundo	s	"Calendario cósmico de Carl Sagan".
Cantidad de sustancia	**N**	$N_A = 6,023.10^{23}$ Partículas	mol	mol	Relación de analogías por comparación con las otras tres magnitudes
Temperatura	θ	T del núcleo del Sol: $1,36 \times 10^7$ K	Grado kelvin (Kelvin)	K	Relación 0 absoluto con Temp núcleo estrella

Tabla 4

2.1.1 MAGNITUD FUNDAMENTAL "LONGITUD"

Muy utilizada en museos de la ciencia tenemos la ya mencionada película "potencias de 10", film documental dirigido en 1977 por Charles Earnes basado en una idea de de Kees Boeke (1957) y de la cuál se ha creado incluso una página web que se puede consultar fácilmente (http://powersof10.com/), también conocida como "zoom cósmico" en presentaciones estáticas.

Existen algunos otros ensayos sobre tema similar pero aplicados a una magnitud derivada de la longitud cual es el Volumen:

MAGNITUDES	DIMENSIONES	UNIDADES	SÍMBOLOS	*RECURSOS*
Longitud	L	Metro	m	*"Zoom Cósmico"*
Volumen	L^3	*Metro cúbico*	m^3	*The Megapenny project*

Tabla 5

Así se puede localizar en la red una página web denominad "the MegaPenny Project" http://www.kokogiak.com/megapenny/default.asp donde se intenta ayudar al público en general a visualizar grandes números (billones, trillones, cuatrillones) partiendo de algo tan corriente como un centavo de dólar (podría equivales al céntimo de euro nuestro). Los centavos de dólar se van acumulando formando grandes volúmenes que paso a paso se van comparando con espacios, objetos o edificios conocidos tales como un ser humano, un autobús, un campo de fútbol, o el rascacielos "Empire State Building". El uso de esta página puede ser útil tanto en centros interactivos de cienica dotados de ordenadores accesibles al público en una sección dedicada a los números, la medida o el Universo, como en centros escolares donde se pretende que los alumnos interioricen mediante imágenes impactantes las grandes magnitudes.

2.1.1.1 COMPARACIÓN CON DISTANCIAS GEOGRÁFICAS Y ASTRONÓMICAS

Según podemos apreciar en la tabla siguiente el tamaño del radio del átomo es del orden de diez mil veces superior al tamaño del núcleo, cien mil veces superior al radio del protón/neutrón y cien millones de veces superior al del electrón

Tamaños absoluto y relativo del átomo y las partículas subatómicas		
Escala en metros (m)	**entidad**	***Escala relativa***
10^{-10} m	átomo	*100 000 000*
10^{-14}	núcleo	*10 000*
10^{-15}	Protón/neutron	*1000*
10^{-18}	***Electrón / quark***	*1*

Tabla 6

Habida cuenta de lo cual podemos establecer una analogía tipo geográfico como la siguiente:

Considerando el átomo de hidrógeno (formado por un protón y un electrón) si el núcleo (radio del protón) midiera 5 cm de radio (el equivalente a una pelota de ping pong), ¿A qué distancia se encontraría el electrón?:

La respuesta es $D = 5 \cdot 10^5$ *cm* $= 500\,000$ *cm* $\equiv 5000$ *m* $\equiv 5$ *km*

Evidentemente es importante transmitir a los alumnos la imposibilidad de representar a escala en las imágenes visuales habituales presentes en los textos o que se puedan reproducir bien en la pizarra o en una pantalla, el tamaño real de los núcleo con respecto a los electrones de la corteza.

Lo mismo sucede si hacemos la comparación con distancias astronómicas:

Imaginemos el modelo planetario de Rutherford, Si la Tierra fuera el núcleo del átomo de hidrógeno (un protón) y se encontrara donde actualmente está el Sol ¿A qué distancia se encontraría el electrón?

Radio de la Tierral : 6 400 km

D = 6 400 . 100 000 = 6,4 .10^8 km = 640. 10^6 km (640 millones de kilómetros)

Es decir, el electrón se encontraría próximo a la órbita de Júpiter y su tamaño sería 1000 veces inferior (radio = 6,4 km un asteroide no excesivamente grande)

Por otra parte si el protón fuera del tamaño del Sol el electrón se hallaría más allá de la órbita de Plutón.

PLANETAS	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno	Plutón
Distancia media al Sol (millones de Km.)	57,9	108	150	228	778	1.430	2.880	4.500	5.900
Diámetro Ecuatorial (Km.)	4.878	12.102	12.756	6.786	142.796	120.660	52.400	49.560	2.240
Densidad (Tierra=1)	0,98	0,95	1,00	0,72	0,24	0,13	0,21	0,28	0,36
Masa (Tierra=1)	0,055	0,815	1,00	0,107	317,7	95,15	14,53	17,15	0,002
Gravedad (Tierra=1)	0,38	0,90	1,00	0,38	2,34	1,16	0,79	1,1	0,4

(*) Un año terrestre tiene exactamente 365,24 días.

Tabla 7

El ejemplo anterior puede ser muy válido para explicar uno de los hechos experimentales descubiertos por Rutherford al bombardear una lámina de oro con partículas alfa: La mayoría de las partículas atraviesan la lámina sin desviarse lo cual se explica por el hecho de que la mayor parte del átomo es espacio vacío.

2.1.2 MAGNITUD FUNDAMENTAL "MASA"

Para ilustrar las grandes números en esta magnitud nos basaremos en la leyenda El ajedrez y los granos de trigo:

> *Una conocida leyenda oriental ofrece una descripción muy exacta de una función exponencial. Cuentan que un rey quiso premiar las dotes adivinatorias del sumo sacerdote que había predicho una extraordinaria victoria en una batalla. El sacerdote pidió 2 granos de trigo por la primera casilla de un tablero de ajedrez, 4 por la segunda, 8 por la tercera, y el doble cada vez por cada nueva casilla. El rey pareció complacido por la modestia del sacerdote... hasta que comprobó la magnitud de su petición: $2^{64}+ 2^{63} + ... + 2^2$ + 2 granos de trigo, una cantidad inimaginable, que no se*

almacenaba en todo el reino. Los sumandos de esta expresión responderían, en la notación matemática actual, a la función 2^x, para el dominio x = 1, 2, 3, ..., 64.

Si completamos la anterior leyenda con la siguiente cuestión:

Suponiendo que cada gramo de trigo pesa 1 mg (10^{-3} g)

a) ¿Cuál será la masa total necesaria?

b) Suponiendo que la producción anual de trigo en España ha sido de 10 millones de toneladas calcular cuantos años se necesitan para conseguir esa cantidad.

RESPUESTAS

a) aproximadamente 10^{10} toneladas

b) *aproximadamente 10^7 toneladas/año → 1000 años*

2.1.2.1 Masa y Medio Ambiente

Cada día se producen unos 100 000 vuelos comerciales con unos 4 millos de pasajeros. Podemos estimar que estos vuelos duran una media de 3 horas (1 hora los que son en España y 10 horas los transatlánticos). El consumo de fuel es de unos 9 600 kg /hora, o unos 30 000 kg/vuelo. Esto libera en la atmósfera unos 90 000 kg de CO_2 por vuelo. Si la emisiones humanas anuales totales de éste gas se estiman en 30 000 millones de Tm. Calcular el porcentaje correspondiente a los vuelos comerciales

RESPUESTA: 10%

2.1.3 Magnitud Fundamental "Tiempo"

Se puede ilustrar este concepto calculando el tiempo transcurrido desde la "Gran Explosión" que según todas las teorías en boga dio origen al Universo en segundos después de ver el vídeo sobre el "Calendario Cósmico" de la serie "Cosmos" que el físico y divulgador Carl Sagan grabó en 1980. En esencia se trata de comprimir los 15 mil millones de años transcurridos desde la Gran Explosión ($1,5 \cdot 10^{10}$ años o $4,93 \cdot 10^{17}$ segundos aproximadamente) en tan sólo un año de manera que se asigne un día y un mes concreto a cada suceso importante desde el punto de vista humano y evolutivo dentro de ese año. Lo que se observa es que los sucesos más significativos tienen lugar en diciembre y el que el hombre no aparece sino hasta unos pocos segundos antes de la medianoche del 31 de diciembre de ese año, coincidiendo el momento actual justo con las 24 h. de ése día. Vamos a dividir los acontecimientos más importantes sucedidos en tres períodos claramente diferenciados según la analogía considerada, lo cuál se traducirá en tres tablas:

1) La primera comprende los eventos comprendidos entre el 1 de enero y el 30 de diciembre que comprende sucesos tan importantes como el origen del Sistema Solar, la Formación de la Tierra y la aparición de la vida sobre ella en forma unicelular.

FECHA	NÚMERO AÑOS	EXPO.	*EVENTO*
1 de enero	15.000. 000.000	$1,5.10^{10}$	*La Gran Explosión*
1 de mayo	10.000.000.000	10^{10}	*Origen de la Vía Láctea*
9 de septiembre	4.700.000.000	$4,7.10^{9}$	*Origen del S. Solar*
14 de septiembre	4.500.000.000	$4,5.10^{9}$	*Formación de la Tierra*
25 de septiembre	4.000.000.000	4.10^{9}	*Origen de la vida*
2 de octubre	3.600.000.000	$3,6.10^{9}$	*Formación de la primeras rocas*
9 de octubre	3.300.000.000	$3,3.10^{9}$	*Fósiles más antiguos (bacterias y algas)*
1 de noviembre	2.500.000.000	$2,5.10^{9}$	*Diferenciación sexual en microorganismos*
12 de noviembre	2.000.000.000	2.10^{9}	*Plantas fotosintéticas*
15 de noviembre	*1.700.000.000*	*$1,7.10^{9}$*	*Primeras células con núcleo*

Tabla 8

2) La segunda comprende los acontecimientos acaecidos entre el 1 y el 30 de diciembre con acontecimientos tan significativos como la aparición de los invertebrados primero, los mamíferos después y más tarde los primeros homínidos

FECHA	NÚMERO	EXPO.	*EVENTO*
1 Diciem	1.300.000.000	$1,3.10^{9}$	*Formación atmósfera de oxigeno*
6 Diciem	650.000.000	$6,5.10^{8}$	*Primeros gusanos.*
17 Diciem	600.000.000	6.10^{8}	*Aparecen los invertebrados*
18 Diciem	560.000.000	$5,6.10^{8}$	*Aparece placton marino y trilobites*
19 Diciem	530.000.000	$5,3.10^{8}$	*Aparecen los vertebrados y primeros peces*

20 Diciem	480.000.000	$4{,}8.10^8$	*La vegetación empieza a cubrir el suelo.*
21 Diciem	440.000.000	$4{,}4.10^8$	*Los animales terrestres - Primeros insectos*
22 Diciem	400.000.000	4.10^8	*Anfibios e insectos alados.*
23 Diciem	360.000.000	$3{,}6.10^8$	*Flores arboreas - Reptiles*
24 Diciem	320.000.000	$3{,}2.10^8$	*Primeros dinosaurios*
26 Diciem	240.000.000	$2{,}4.10^8$	*Aparición de los mamíferos*
27 Diciem	200.000.000	2.10^8	*Aparición de las aves*
29 Diciem	65.000.000	$6{,}5.10^7$	*Extinción de los dinosaurios*
29 Diciem	60.000.000	6.10^7	*Primeros cetaceos y primates*
30 Diciem	***40.000.000***	***4.10^7***	*Primeros homínidos - Grandes mamíferos.*

Tabla 9

3) La tercera y última abarca el día último del año con lo cual entramos en la Prehistoria humana que tan sólo se convertirá en Historia con la invención de la escritura aproximadamente 10 segundos antes de la medianoche (momento actual)

31 DE DICIEMBRE	
HORA	*EVENTO*
13:30	*Aparición ascendientes del Hombre.*
22:30	*Aparición del hombre*
23	*Útiles de piedra*
23:46	*El hombre se sirve del fuego*
23:56	*Comienza el último período glacial*
23:59	*Arte rupestre*
23:59:20	*Invención de la agricultura*
23:59:35	*Poblados neolíticos*
23:59:50	*Invención del alfabeto*
23:59:53	*Guerra de Troya*
23:59:56	*Imperio romano. Nacimiento de Cristo*
23:59:58	*Las cruzadas*
23:59:59	*Renacimiento*

Tabla 10

Ésta analogía se complementa con la siguiente cuestión:

1.- El "calendario cósmico" propuesto por el célebre físico y divulgador Carl Sagan consiste en considerar que 15 mil millones de años (la edad

aproximada del Universo) equivalen aun año del calendario terrestre. Un segundo del calendario cósmico equivale en años terrestres aproximadamente a:

a) 475 b) 529 c) 125 d) 973

Respuesta: a) 475

2.1.5 Magnitud Fundamental "Cantidad De Sustancia"

La unidad de cantidad de sustancia es el mol que equivale a un Número de Avogadro de partículas (moléculas, átomos, iones, etc.): $6{,}023.10^{23}$ entidades químicas. Como señala Pozo (1998) es un número tan grande que está más allá de lo que un alumno (o cualquier persona añadimos nosotros) es capaz de imaginar. Expresado en lenguaje oral podríamos decir que equivale a más de medio cuatrillón (0,6) de partículas. A continuación se exponen algunas analogías que pueden resultar muy útiles para aprehender la auténtica magnitud del número de Avogadro relacionándolo a su vez con otras magnitudes físicas

3. La Ciencia Cuestión De Escala

La primera y más importante reflexión que se deduce de las anteriores consideraciones es que la Ciencia (todas las ciencias puras) observada desde la perspectiva de la medida es una cuestión de escala. Así y considerando tan sólo la magnitud fundamental "Longitud" podemos establecer unas relaciones entre el rango de longitudes en que nos movemos y la ciencia correspondiente que estudia los objetos, entes o seres comprendidos entre esos límites lo que representa un compendio muy útil e interesante que nos puede proporcionar una visión holística de la ciencia en su conjunto en relación con la longitud como magnitud primera y más intuitiva para el público en general.

<table>
<tr><td>CIENCIA</td><td>ENTE</td><td>RANGO (m)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">FÍSICA</td><td>Quark/electrón</td><td rowspan="3">10^{-18} — 10^{-10}</td></tr>
<tr><td>Protón/neutrón</td></tr>
<tr><td>átomo</td></tr>
<tr><td rowspan="3">QUÍMICA</td><td>Molécula</td><td rowspan="3">10^{-10} — 10^{-4}</td></tr>
<tr><td>Macro-molécula</td></tr>
<tr><td>Organito (elemento celular)</td></tr>
<tr><td>BIOLOGÍA</td><td>Célula</td><td>10^{-4} —</td></tr>
</table>

	Tejido	10^0
	Órgano	
	Sistema	
	Organismo	
ECOLOGÍA	Población	10^0 — 10^4
	Comunidad	
	Bioma	
	Ecosistema	
	Biosfera	
ASTRO-FÍSICA	Sistema Planetario	10^4 — 10^{28}
	Galaxia	
	Cúmulo de galaxias	
	Universo	

Tabla 11

4. Conclusiones

● La realización de actividades de enseñanza/aprendizaje/divulgación tal como las que hemos propuesto aquí creemos que refuerzan tanto en alumnos como en el público en general el placer de descubrimiento del conocimiento aplicado o de la relación que hay entre teoría y práctica.

● Creemos que es importante relacionar distintas disciplinas entre sí para salir de los límites encorsetados de una sola materia. Aquí se han manejado conceptos relacionados con la Física, la Química, La Biología, la Ecología, la Economía, la Astrofísica, etc.

● Esto contribuye a que el público/destinatario del mensaje comprenda que los conceptos científicos, los sistemas de medida, la unidades y las escalas están relacionados con el mundo que nos rodea de una manera mucho más importante de lo que puede parecer a primera vista

● Respecto al público estudiantil pensamos que se mejora el aprendizaje y manejo del cálculo matemático especialmente en lo relacionado con las potencias, los exponenciales y el cálculo logarítmico.

Referencias

BOEKE, K. (1957). "Cosmic view. The Universe in 40 jumps". The John Day Company. New York.

CAMPANARIO,J.M. (2000) "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno". Enseñanza de las Ciencias 18-3, pp. 369-381.

FERNANDEZ, J. y otros. (2004). "Consideraciones acerca de la investigación en analogías". Estudios Fronterizos, Vol. 5, nº 9, 79-105.

FERNÁNDEZ, J y ELÓRTEGUI, N. ". "Orientaciones y dificultades para la aplicación en el aula de la relación analógica en los modelos de las ciencias". VII Congreso Internacional de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. , Granada, España, Enseñanza de las Ciencias.

GIL, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y SENENT, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de la Ciencias, 6, pp.131-146.

HEINLEIN, R. (1983). "Have Space Suit, Will Travel". Ed. Del Rey Books.

NAPPA, N et alter (2006). "Características en la construcción y rodaje de los modelos mentales generados sobre las disoluciones", Rev. Eureka. Vol 3 (1). pp. 2-22.

POZO MUNICIO, J.L. (1988). "Aprender y enseñar ciencia". Ediciones Morata. p. 185

EJEMPLIFICACIÓN DEL MÉTODO DE APRENDIZAJE CON ANALOGÍAS[1]

Carmelo Tejera, Juan José Marrero, Nicolás Elórtegui, Benigno González y José Fernández.

Grupo Blas Cabrera Felipe. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna

PALABRAS CLAVE: Método aprendizaje, analogía, modelo atómico de Bohr, Sistema Solar

RESUMEN: Se propone un método de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de analogías, con unas pautas secuenciadas, aplicado al caso de la explicación del modelo atómico de Bohr utilizando el sistema solar.

ABSTRACT: Proposes a method of teaching and learning through the use of analogies with guidelines sequenced, applied to the case of the explanation of the atomic model of Bohr using the solar system.

1. INTRODUCCIÓN

Las analogías constituyen un recurso didáctico utilizado, ampliamente, por los docentes en la enseñanza de las ciencias. Las analogías se utilizan para favorecer la comprensión de una situación desconocida o concepto nuevo para el alumnado (el *tópico*), mediante la comparación con una situación o concepto ya conocido (el *análogo*).

La utilidad del uso de las analogías disminuye cuando los alumnos tienen dificultad en razonar analógicamente, o cuando la trama entre el análogo y el tópico se puede detectar fácilmente.

El hecho de que las comparaciones tengan lugar, fundamentalmente, entre nexos semejantes otorga a la analogía la capacidad de llegar a las características del tópico a partir de las del análogo. Por este motivo, Glynn (1991) y Thagard (1992) argumentan que las buenas analogías deben tener gran poder inferencial y, por tanto, deben presentar gran semejanza entre el análogo y el tópico.

Además del tipo de semejanza compartida entre el análogo y el tópico, las analogías tienen una serie de características extrínsecas relacionadas con el contexto en el que se presentan. Dicho contexto influye en la trama de relaciones que el alumno establece entre el análogo y el tópico, restringiendo y limitando el proceso de extrapolación e influyendo en la información relevante que se transfiere.

[1] Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación PI042005/081 del Plan Integrado Canario I+D+I llevado a cabo por el Grupo Blas Cabrera-GITEP en el Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de La Laguna.

Una analogía es solamente una herramienta de ayuda en el aprendizaje, pero sólo en el caso de que el alumno comprenda bien el análogo e identifique las comparaciones entre el análogo y el tópico. Este proceso de extrapolación y establecimiento de comparaciones debe ser suministrado por el autor del libro de texto o por el profesor en el aula (Aragón y col. 2005).

Para que esta estrategia de enseñanza-aprendizaje sea efectiva es conveniente que los alumnos sean advertidos de su presencia y de su utilización. En este sentido se considera muy interesante la propuesta metodológica conocida con el nombre **TWA** o *Teaching With Analogies* (Glynn, 1995; Harrison y Treagust, 1993; Thiele y Treagust, 1995).

2. PROCESO SEGUIDO EN EL MÉTODO DE APRENDIZAJE CON ANALOGÍAS (A.C.A.).

En este trabajo, se propone una puesta en acción del proceso analógico como variante de la TWA, "*Teaching With Analogies",* denominado **Aprendizaje con Analogías** (**ACA**). Éste aporta, en relación al TWA, la idea de que todo el proceso previo ejecutado por el profesor (diseñar el análogo, adaptarlo a los alumnos en cuestión e investigar las dificultades con que se ha encontrado en otras ocasiones para tenerlas en cuenta en el momento de la puesta en práctica), también forma parte (de manera relevante) del proceso de enseñanza-aprendizaje de una analogía.

En forma de propuesta, el ACA se presentó por González (2004), y puede resumirse en los siguientes apartados:

A. Diseño del análogo por el profesor.

1. Preparar una propuesta de un análogo atractivo e idóneo
2. Reconocer el análogo de forma asequible al alumno
3. Constatar por el profesor las posibles dificultades

B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.

1. Introducir el análogo/ tópico.
2. Identificar las características relevantes del análogo.
3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.
4. Identificar las limitaciones de la analogía relevantes en el aprendizaje del alumno.

C. Análisis y/o evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, se desarrolla cada una de las tres etapas mencionadas anteriormente:

A. Diseño del análogo por el profesor

El paso inicial en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje afecta al diseño del análogo, en el sentido de tener en cuenta cada uno de los requisitos siguientes:

1) Preparar por el profesor una propuesta de un análogo atractivo e idóneo al desarrollo evolutivo, conocimiento e intereses de los alumnos.

2) Reconocer el análogo, de forma asequible al alumno; esto es, disponer y presentar una exploración de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del análogo.

3) Constatar por el profesor las dificultades que pueden surgir en el proceso de enseñanza-aprendizaje para que tenga lugar el razonamiento analógico apropiado a la trama (o relación analógica) y que sea relevante. Es decir, las dificultades que pueden surgir al alumno, al extrapolar o establecer las comparaciones entre la información relevante del análogo y del tópico, comparaciones que van a garantizar la idoneidad de la analogía.

Al analizar el profesor las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje se debe observar si pueden influir en el alumno los aspectos contextuales siguientes:

a) Los relacionados con la extrapolación o establecimiento de comparaciones entre el análogo y el tópico por el alumno.

b) Los relacionados con la simulación analógica que puede acompañar a la puesta en acción de una analogía.

El profesor debe explicitar, e incluso dibujar, el esquema de la trama de relaciones entre el análogo y el tópico. En el caso de que esta explicación no se lleve a cabo y que tengan que ser los propios alumnos los que descubran la trama de relaciones o esquema de comparaciones entre los nexos semejantes entre el análogo y el tópico, cabe la posibilidad de que los alumnos estableciesen comparaciones entre nexos no semejantes o entre atributos irrelevantes y que se produjese una transferencia de conocimiento no deseable.

Se trata de que el profesor, o el libro de texto, propongan al alumno las pautas para que realice la simulación y, de esta forma, reducir las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje y garantizar la idoneidad de la analogía.

B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.

1) Introducir el análogo / tópico.

Presentar a los alumnos el tópico, con sus características más relevantes. Esto debe permitir a los alumnos disponer de una representación mental del tópico.

2) Identificar las características relevantes del análogo.

Orientar a los alumnos a la búsqueda, identificación y recuperación de la memoria (recordar lo que conocen) de este análogo familiar. Ayudar a la representación mental de la parte del análogo que forma parte de sus experiencias cotidianas, resaltando sus características.

3) Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.

Reconocer el grado de semejanza que pueden establecer los alumnos entre el análogo y el tópico. Explorar la trama o relación analógica que puede resultar de la comparación entre ambos.

El análogo elegido deber ser convincente, esto es, que presente una relación analógica plausible con el tópico y, por lo tanto, sea un análogo del que se tiene total seguridad de su similitud con el tópico (en el ámbito que se aborda).

4) Identificar las limitaciones de la analogía, apropiadas en el aprendizaje del alumno.

Se propone hacer ver al alumno los campos de validez de las comparaciones establecidas, destacando casos límite para los que no es factible la extrapolación de la analogía. Se deben explicitar las limitaciones de la analogía en un intento de garantizar que no se transfiera conocimiento irrelevante entre el análogo y el tópico.

C. Evaluación

Como en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, en el proceso analógico tiene lugar de manera implícita o explícita un análisis o evaluación del mismo.

Se debe ser consciente de que por muy alta que sea la semejanza estructural entre el análogo y el tópico, ésta nunca será total y siempre existirán limitaciones en la analogía.

Se entiende que con el análisis o evaluación es posible evitar la transferencia de conocimiento no deseable y, por lo tanto, detectar la efectividad de la analogía.

3. RESULTADOS: PROPUESTA METODOLÓGICA ACA PARA LA ANALOGÍA SISTEMA SOLAR / ÁTOMO DE BOHR.

Se propone una puesta en acción del método que se denomina *Aprendizaje con Analogías (ACA),* en el proceso de enseñanza-aprendizaje

de la analogía Sistema Solar/Átomo de Bohr. Para ello se desarrollan las tres etapas descritas anteriormente.

A. Diseño del análogo por el profesor

El paso inicial en el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje afecta al diseño del análogo, en el sentido de tener en cuenta cada uno de los requisitos siguientes:

1) Preparar una propuesta de un Sistema Solar atractivo e idóneo al desarrollo psicoevolutivo, conocimiento e intereses de los alumnos.

El nivel apropiado de la analogía Sistema Solar / Átomo de Bohr es de 3º ESO; en los cursos superiores puede acarrear más problemas de limitaciones en la relación analógica, que posibles ventajas en el aprendizaje. El Sistema Solar es un análogo muy bien conocido por los alumnos de tercero, que pueden describir sus elementos y características sin dificultad. Además es visto como algo real y "tangible", en el sentido de que su existencia es indudable y su aspecto, perfectamente reconocible.

2) Reconocer el Sistema Solar, de forma asequible al alumno, esto es, disponer y presentar una prospección de lo que los alumnos pueden saber y/o relacionar del sistema solar.

Los alumnos deben reconocer como elementos básicos de un sistema solar los siguientes:
a) Un sol central de gran masa y que sujeta mediante su gravedad a los planetas. b) Un conjunto de planetas que giran alrededor del sol en órbitas estables y separadas por c) Un espacio vacío que ocupa la mayor parte del volumen del sistema solar.

3) Constatar las posibles dificultades que pueden surgir, al alumno, al extrapolar o establecer las comparaciones entre la información relevante del Sistema Solar y del Átomo de Bohr, comparaciones que van a garantizar la idoneidad de la analogía.

Tener en cuenta que el Sistema Solar es plano, con forma de disco, mientras que el átomo es esférico. Los textos suelen dibujar átomos con forma de disco.
Se debe evitar la extrapolación de la composición de los planetas (rocosos o gaseosos) a los electrones, así como la temperatura de la estrella, que no existe en el núcleo ni es el origen de la "energía nuclear".
Evitar la extrapolación "un planeta por órbita" a "un electrón por órbita". Asimismo, insistir en la trayectoria circular de los electrones, sin hacer mención a la trayectoria elíptica de los planetas.
La diferencia de tamaño no suele ser problema en este nivel, aunque se debe insistir en las limitaciones.
Hemos de proponer sólo los componentes, atributos y nexos que queremos enseñar. En este caso, no dejar a los alumnos a su propia iniciativa, por los problemas de extrapolaciones inadecuadas a que algunos pueden llegar.

B. Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía Sistema Solar / Átomo de Bohr con los alumnos.

1. Introducir el Sistema Solar / Átomo de Bohr

Presentar a los alumnos el Sistema Solar, con sus características más relevantes. Esto debe permitir a los alumnos disponer de una representación mental del sistema solar.

El Sistema Solar y el átomo se parecen en algunas cosas, a pesar de la diferencia de tamaño.
El Sistema Solar es un gran espacio vacío con un sol en el centro. A su alrededor giran los planetas, sujetos por la gravedad, todos en el mismo plano, con sus órbitas formando un disco.
Los átomos, siendo muy pequeños, también tienen mucho espacio vacío en la corteza y el núcleo está en el centro. A su alrededor, giran los electrones sujetos por la atracción eléctrica con el núcleo, cada uno en su órbita pero formando una esfera. Se aconseja una presentación audiovisual del átomo, para reforzar la idea de su forma esférica.

2. Identificar las características relevantes del Sistema Solar.

Orientar y ayudar a la representación mental del Sistema Solar resaltando las características que los alumnos recuerdan.

Las características del Sistema Solar son:
a) Un sol de mucha masa en el centro. b) Planetas de poca masa que giran alrededor de forma estable en sus órbitas, todas en un mismo plano. c) Un gran espacio vacío en el que se mueven los planetas.

3. Establecer las comparaciones entre el Sistema Solar y el Átomo de Bohr.

Establecer la trama o relación analógica que puede resultar de la comparación entre el Sistema Solar y el Átomo de Bohr teniendo en cuenta el grado de semejanza que pueden reconocer los alumnos.

El sol está en el centro del sistema planetario y contiene la mayor parte de su masa. Los planetas giran en un plano alrededor de la estrella sujetos por la fuerza gravitatoria. Hay espacio vacío entre la estrella y los planetas.	El núcleo está en el centro del átomo, contiene la mayor parte de su masa y tiene carga positiva. Los electrones giran en una esfera alrededor del núcleo sujetos por la fuerza eléctrica y tienen carga negativa. Hay espacio vacío entre el núcleo y los electrones.

4. Identificar las limitaciones de esta analogía que son relevantes en el aprendizaje del alumno.

Se explicitan las limitaciones de la analogía Sistema Solar y el Átomo de Bohr, para tratar de evitar en la medida de lo posible la transferencia de conocimiento irrelevante.

Sistema Solar	Átomo de Bohr
Distancia y tamaño muy grande (orden de billones de metro). Carga eléctrica irrelevante. Órbitas formando un disco. Un único planeta por órbita. Giro de los planetas en el mismo sentido.	Distancia y tamaño muy pequeño (orden de diez mil millonésimas de metro). Carga eléctrica en núcleo y electrones. Órbitas formando una esfera. Varios electrones por órbita. Giro aleatorio de los electrones.

C. Evaluación del método.

Es probable, por tanto, que como consecuencia de extralimitaciones, los alumnos adquieran conclusiones erróneas sobre el átomo, causadas por la transferencia de conocimiento no deseable desde el Sistema Solar al átomo de Bohr.

Por este motivo es muy importante reflexionar y analizar la influencia de aquellos aspectos relacionados con el contexto en el que se desarrolla la analogía. Este análisis involucra a cada una de las fases del proceso

analógico de enseñanza-aprendizaje, esto es tanto al diseño del análogo como al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con la evaluación global del proceso y con la evaluación del aprendizaje del alumnado en sucesivas ocasiones, es posible evitar la transferencia de conocimiento no deseable desde el sistema solar hacia el átomo de Bohr y optimizar el proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación de alumnos propuesta, consiste en:

- En los elementos del análogo y del tópico asociar elementos equivalentes mediante flechas.
- Rellenar una tabla de doble entrada, con dos filas, una para aspectos en que "se parecen" y otra para aspectos en que "se diferencian", y dos columnas, una para el Sistema Solar y otra para el Modelo atómico de Bohr, En los cuadros formados se colocan los enunciados a conjugar del sistema solar y el modelo del átomo de Bohr.
- Cuestionario de respuesta múltiple sobre las características relevantes de la analogía.

En el cuadro adjunto aparece una panorámica de conjunto del proceso ACA aplicado a esta analogía "Sistema Solar / Átomo de Bohr".

Diseño del trabajo por el profesor	**A. <u>Diseño del análogo por el profesor</u>** I) Preparar una propuesta de un análogo atractivo e idóneo al alumno	El nivel apropiado de la analogía Sistema Solar / Átomo de Bohr es de 3º ESO; en los cursos superiores puede acarrear más problemas de limitaciones en la relación analógica, que posibles ventajas en el aprendizaje. El Sistema Solar es un análogo muy bien conocido por los alumnos de tercero, que pueden describir sus elementos y características sin dificultad. Además es visto como algo real y "tangible", en el sentido de que su existencia es indudable y su aspecto, perfectamente reconocible.
	II) Reconocer el análogo, de forma asequible al alumno	Los alumnos deben reconocer como elementos básicos de un Sistema Solar los siguientes: a) Un sol central de gran masa y que sujeta mediante su gravedad a los planetas. b) Un conjunto de planetas que giran alrededor del sol en órbitas estables y separadas por c) Un espacio vacío que ocupa la mayor parte del volumen del sistema solar.

	III) Constatar las posibles dificultades a) Del alumno para extrapolar o establecer comparaciones entre el análogo y el tópico. b) Del profesor para la puesta en acción de la analogía	Tener en cuenta que el sistema solar es plano, con forma de disco, mientras que el átomo es esférico. Los textos suelen dibujar átomos con forma de disco. Se debe evitar la extrapolación de la composición de los planetas (rocosos o gaseosos) a los electrones, así como la temperatura de la estrella, que no existe en el núcleo ni es el origen de la "energía nuclear". Evitar la extrapolación "un planeta por órbita" a "un electrón por órbita". Asimismo, insistir en la trayectoria circular de los electrones, sin hacer mención a la trayectoria elíptica de los planetas. La diferencia de tamaño no suele ser problema en este nivel, aunque se debe insistir en las limitaciones. Proponer sólo los componentes, atributos, y nexos que queremos enseñar. En este caso, no dejar a los alumnos a su propia iniciativa, por los problemas de extrapolaciones inadecuadas a que algunos pueden llegar.

<table>
<tr><td rowspan="3">Proceso de trabajo en el aula con los alumnos</td><td>B. <u>Iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la analogía con los alumnos.</u>
1. Introducir el análogo / tópico.</td><td colspan="2">El Sistema Solar y el átomo se parecen en algunas cosas, a pesar de la diferencia de tamaño.

El Sistema Solar es un gran espacio vacío con un sol en el centro. A su alrededor giran los planetas, sujetos por la gravedad, todos en el mismo plano, con el conjunto de sus órbitas formando un disco.

Los átomos, siendo muy pequeños, también tienen mucho espacio vacío en la corteza y el núcleo está en el centro. A su alrededor, giran los electrones sujetos por la atracción eléctrica con el núcleo, cada uno en su órbita pero formando una esfera. Se aconseja una presentación audiovisual del átomo, para reforzar la idea de su forma esférica.</td></tr>
<tr><td>2. Identificar las características relevantes del análogo.</td><td colspan="2">Las características del Sistema Solar son:

a) El sol de mucha masa en el centro; b) Los planetas de poca masa que giran alrededor de forma estable en sus órbitas, todas en un mismo plano; c) Un gran espacio vacío en el que se mueven los planetas.</td></tr>
<tr><td>3. Establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico.</td><td>El sol está en el centro del Sistema Solar y contiene la mayor parte de su masa. Los planetas giran en un plano alrededor del sol sujetos por la fuerza gravitatoria. Hay espacio vacío entre el sol y los planetas.</td><td>El núcleo está en el centro del átomo, contiene la mayor parte de su masa y tiene carga positiva. Los electrones giran en una esfera alrededor del núcleo sujetos por la fuerza eléctrica y tienen carga negativa. Hay espacio vacío entre el núcleo y los electrones.</td></tr>
</table>

	4. Identificar las limitaciones de la analogía relevantes en el aprendizaje del alumno. .	**Sistema Solar** 1) Distancia y tamaño muy grande (orden de billones de metros) 2) Carga eléctrica irrelevante 3) Órbitas formando un disco 4) Un único planeta por órbita. 5) Giro de los planetas en el mismo sentido	**Átomo de Bohr** 1) Distancia y tamaño muy pequeño (orden de diez mil millonésimas de metro) 2) Carga eléctrica en núcleo y electrones. 3) Órbitas formando una esfera. 4) Varios electrones por órbita 5) Giro aleatorio de los electrones
	C. Evaluación.	- En los elementos del análogo y del tópico asociar elementos equivalentes mediante flechas - Rellenar una tabla de doble entrada, con dos filas, una para aspectos en que "se parecen" y otra para aspectos en que "se diferencian", y dos columnas, una para el sistema solar y otra para el átomo de Bohr,. En los cuadros formados se colocan los enunciados a conjugar del sistema solar y del átomo. - Cuestionario de respuesta múltiple sobre las características relevantes de la analogía.	

4. CONCLUSIONES

Siguiendo el método *Teaching With Analogies* (TWA), en este trabajo se propone una implementación del proceso de enseñanza y aprendizaje con analogías, con un método ampliado en las etapas de diseño y evaluación de la analogía por el profesor; hemos traducido su denominación como "aprendizaje con analogías" (ACA).

Se ha hecho una ejemplificación de este método aplicándolo al caso de una de las analogías más utilizada por el profesorado de ciencias como es

el “Sistema Solar/ Átomo de Bohr”, detallando en ella cada una de las fases del método.

BIBLIOGRAFÍA

ARAGÓN, M., OLIVA, M., BONAT, M. y MATEO, J. (2005). Un estudio sobre las relaciones entre pensamiento analógico y modelos mentales de los alumnos sobre la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, nº Extra: VII Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias, 6 pg.

GLYNN, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. *The Psychology of Learning Science.* Glynn, S;Yeany, R.; Britton (Eds.), Cap. 10º, pp. 219-240.

GLYNN, S., DUIT, R. y THIELE, R. (1995). Teaching with analogies: A strategy for constructing knowledge. *Learning science in the schools: Research reforming practice.* S. Glynn & R. Duit (Eds.), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 247-273.

GONZÁLEZ, B. (2004). Las analogías en el proceso enseñanza aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza. *Tesis Doctoral. Facultad de Educación. Serv. Public. Universidad de La Laguna.* (ISBN: 84-699-9636-3).

HARRISON, A. y TREAGUST, D. (1993). Teaching With Analogies - A Case Study in Grade 10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 10, pp. 1291-1307.

THAGARD, P. (1992). Analogy, Explanation and Education. *Journal of Research in Science Teaching,* Vol. 29, nº6, pp.537-544.

THIELE, R. y TREAGUST, D. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education,* Vol. 17, nº 6, pp. 783-795.

MODELOS ARGUMENTATIVOS DEL ALUMNADO DE 4º DE E.S.O. SOBRE EL MOVIMIENTO RELATIVO

Domínguez Castiñeiras, Xosé Manuel, Prado Orbán, Xabier

Dpto. de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela. ddacabdz@usc.es, xprado@arrakis.es

RESUMEN: Se presentan los modelos de argumentación que construye el alumnado (4º de ESO) sobre movimiento relativo cuando resuelve un problema real, que se corresponden con tres modelos históricos: Geocentrismo, Heliocentrismo e Ímpetu medieval. Para organizar dichos modelos y observar su evolución durante el aprendizaje se han utilizado tres instrumentos de análisis: Patrón argumentativo de Toulmin, Diagrama bidimensional y Diagrama triangular.

PALABRAS CLAVE: educación secundaria, modelos de argumentación, relatividad, Galileo.

ABSTRACT: The argumentation models prepared by students (age 15) when solving real problems are presented; they mainly correspond to three historical equivalents: Geocentrism, Heliocentrism and Medieval Impetus. In order to organize these models and observe their evolution during the learning process, three analysis instruments have been used: Toulmin's Argument Pattern, bidimensional diagrams and triangular diagrams.

KEYWORDS: secondary school, argumentation models, relativity, Galileo.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, y a lo largo del siglo XX, la humanidad ha adquirido más conocimientos científicos y tecnológicos que en toda su historia anterior. Es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos de la sociedad contemporánea esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes en el saber que todos deberíamos compartir. A este respecto la escuela juega un papel determinante, por lo que se han de contemplar qué enfoques, que estrategias argumentativas y de comunicación, y que criterios de toma de decisiones se utilizan en el aula. En este sentido, Scott y Mortimer (2002) proponen incorporar a la metodología de enseñanza lo que denominan la "argumentación dialógica", mediante la que se examinan diferentes perspectivas para construir consensos.

Se presentan, a continuación, los resultados de la investigación realizada en el proceso de desarrollo de una idea didáctica original: que el alumnado aprenda significativamente la Relatividad Especial (R.E.) mediante procedimientos puramente visuales (Prado, 2005).

La Reforma Educativa introdujo en la disciplina de Física el bloque de temas de Física Moderna en 2º de Bachillerato. Se supone, por lo tanto, que al finalizar 4º de la ESO la instrucción debería haber afianzado las ideas relativistas con la suficiente significatividad para abordar, basándose en ellas, la Teoría de la Relatividad en el Bachillerato (Hewson, 1982). La presente investigación intenta comprobar si los alumnos utilizan dichas ideas para la construcción de su discurso explicativo cuando abordan la solución de un problema real y qué modelos argumentativos subyacen en dicho discurso (García de Cajén, 2007).

2. MUESTRA Y RECOGIDA DE INFORMACIÓN

La intervención se realizó durante el curso académico 2005-2006 con 10 alumnos de 4º de la ESO del IES Pedra da Auga de Ponteareas (Pontevedra). Para la recogida de información se les propuso que resolviesen el siguiente problema auténtico (García *et al.*, 2002):

Problema auténtico

Puesta de Sol permanente

Una compañía aérea promociona uno de sus vuelos mediante el siguiente anuncio:

"Podrás gozar de una puesta de Sol permanente".

Se trata del vuelo desde Estocolmo (Suecia) hasta Montreal (Canadá), cruzando el Océano Atlántico Norte a la altura de Islandia (ver el mapa).

El avión pasa por Islandia justo a la hora del ocaso. La hermosa visión de la puesta del Sol se presenta a los ojos de los pasajeros como una postal inmóvil.

¿Piensas que es posible que esto suceda? ¿Cómo explicarías científicamente este fenómeno?

Puedes hacer algún dibujo que explique tus ideas.

Después de tener escrita tu respuesta, habla con tus compañeros para explicarles tus ideas y conocer las suyas. Intentad llegar a una conclusión que os convenza a todos sobre el fenómeno de la *puesta de Sol permanente*. Anota esta conclusión, que deberéis ser capaces de defender entre todos con argumentos científicos ante los demás.

Los alumnos se dividieron en dos grupos. Cada uno de ellos resolvió el problema construyendo los argumentos necesarios para convencer al homólogo, mediante posterior debate, de la solución dada al mismo.

3. Resultados y análisis

El debate entre ambos grupos de alumnos se grabó en video y audio, y fue transcrito dando lugar a 630 líneas de diálogo, que constituyeron el discurso explicativo en el que se diferenciaron cinco fases (1G a 5G) en función del contenido de las mismas. Para analizar el citado discurso se han utilizado tres instrumentos: Patrón Argumentativo de Toulmin (TAP), Diagrama Bidimensional y Diagrama Triangular.

3.1. Análisis del discurso mediante el TAP

El análisis del discurso se realizó elaborando los modelos argumentativos presentes en el mismo, utilizando el Patrón de Argumentación de Toulmin, instrumento de análisis utilizado en la investigación en el que se recogen los siguientes elementos constitutivos de un argumento (García *et al.*, 2002; Jiménez *et al.*, 2000):

Datos (D): Hechos particulares acerca de una situación, que clarifican y fundamentan una conclusión.

Conclusión (C): Afirmación propuesta para su aceptación general.

Justificación (J): Afirmaciones particulares sobre las que descansa la continuidad lógica de los argumentos (activa el salto lógico entre datos y conclusiones).

Respaldos (R): Condiciones o afirmaciones generales que sostienen la autoridad o aceptabilidad de la justificación.

Cualificador Modal (CM): Grado de confianza que puede ser otorgado a la conclusión.

Condiciones de Refutación (CR): Circunstancias extraordinarias o excepcionales que pueden debilitar la fuerza del argumento.

La argumentación presente en el discurso explicativo de los alumnos se concreta en tres modelos argumentativos. Dos de ellos igualmente válidos desde el punto de vista relativista en una aproximación MRU (no se tienen en cuenta los movimientos circulares dado que las aceleraciones correspondientes son despreciables en la escala utilizada), a los que denominaremos: TAP “T”, para el geocéntrico, y TAP “S”, para el heliocéntrico (Galileo, 1995; Saltiel *et al.*, 1985). Además aparece un modelo alternativo mixto (TAP “M”).

3.1.1. MODELO ARGUMENTATIVO GEOCÉNTRICO (TAP "T")

El modelo "T" (ver TAP **T**, y figuras 1 y 2) tiene como referente histórico el geocentrismo de Tolomeo, y ofrece explicaciones coherentes con lo que se observa a simple vista (una vez que se acepta la esfericidad de la Tierra con sus implicaciones).

En el TAP **T** se indica cada línea del discurso explicativo tal como se ha identificado en la transcripción: mediante un número entre 1 y 650 (que representa el orden secuencial en que se produjeron) y una letra (que representa la inicial del nombre ficticio del alumno, correspondiendo la letra P al profesor-investigador)

TAP **T**: Ejemplo de modelo argumentativo geocéntrico

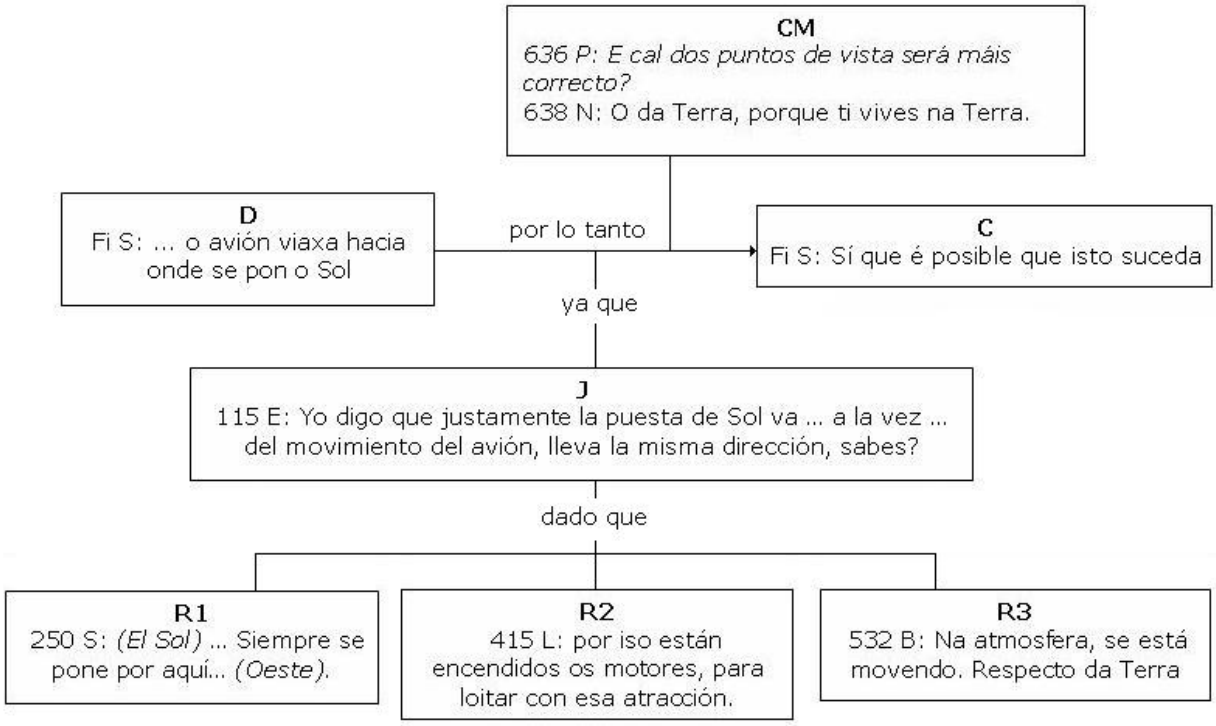
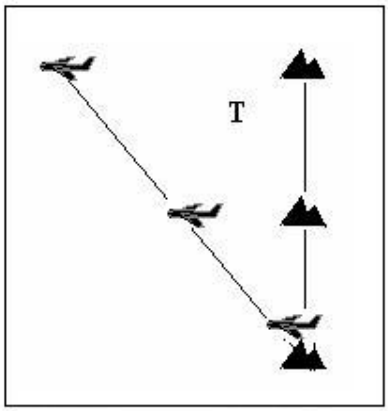
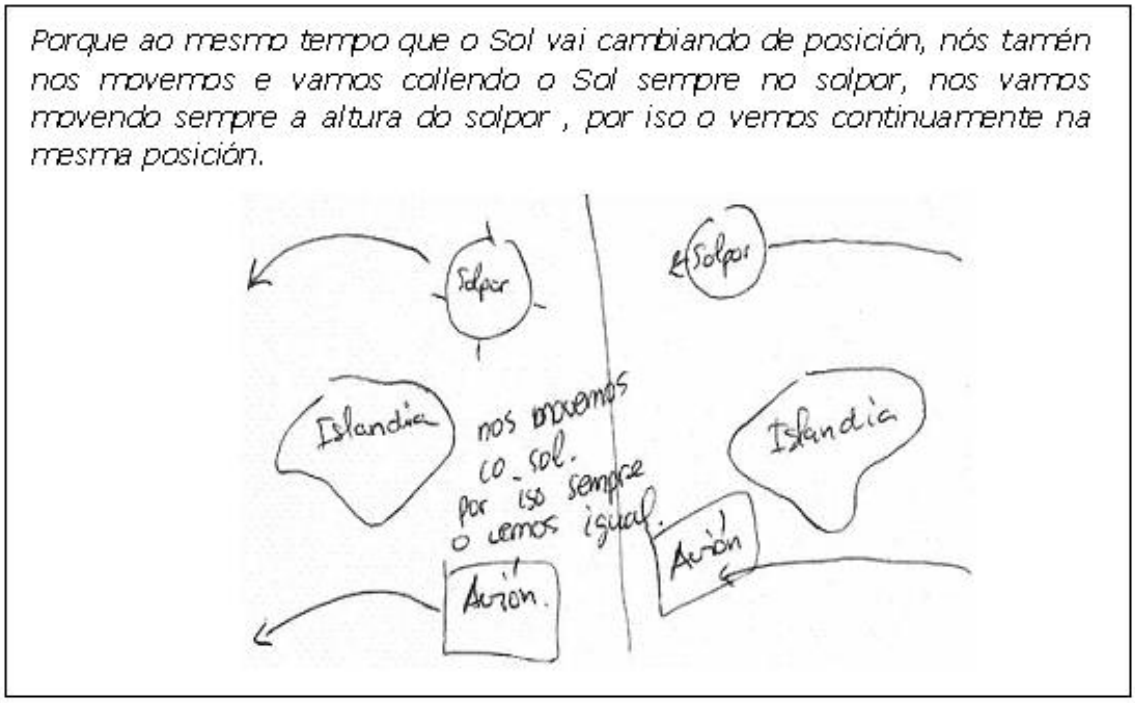


Figura 1: Modelo T, diagrama e/t



Espacio: eje horizontal, Tiempo: eje vertical. A medida que el tiempo transcurre, la Tierra (montañas) permanece en la misma posición horizontal (reposo), mientras que el avión avanza hacia la izquierda (Oeste). Esta es la situación que describiría un observador para el cual la Tierra estuviese inmóvil (geocentrismo).

Figura 2: Ejemplo de descripción del Modelo T (geocéntrico)



3.1.2. MODELO ARGUMENTATIVO HELIOCÉNTRICO (TAP "S")

El modelo "S" (ver TAP **S**, y figuras 3 y 4) se corresponde con las ideas newtonianas de un Sistema de Referencia en reposo absoluto, y sería el modelo explicativo deseable desde la ciencia escolar. Aunque, en rigor, no se debería afirmar con carácter de verdad incuestionable que el Sol está inmóvil (Lanciano, 1989):

Acompañando algunas de las manifestaciones del alumnado aparecen imágenes que representan las producciones de carácter gestual o representacional de los mismos (usando la esfera terrestre como modelo visual de la realidad).

La simbología utilizada está recogida de la propuesta de representación de lenguajes gestuales explicada en www.yogote.net

TAP **S**: Ejemplo de modelo argumentativo heliocéntrico

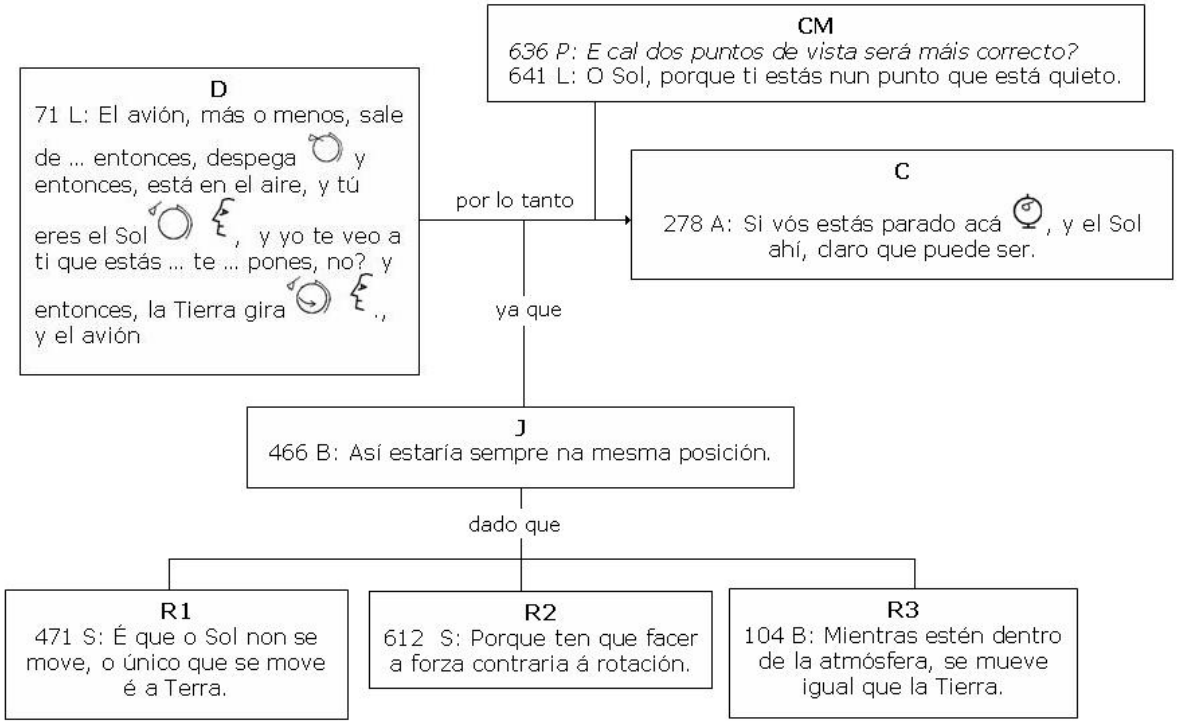
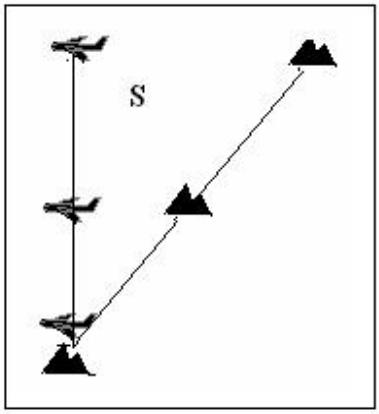
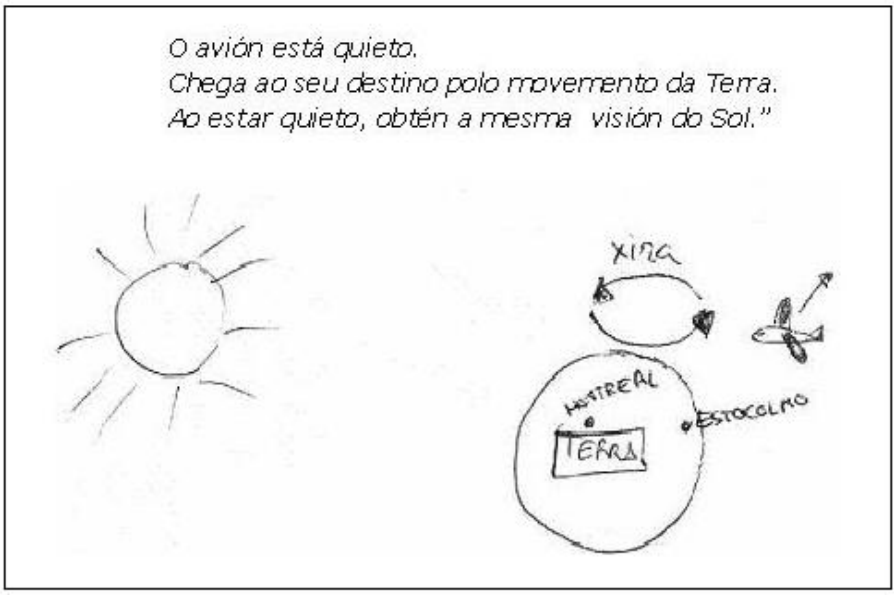


Figura 3: Modelo **S**, diagrama e/t



Comparando con la anterior Figura 1 (Modelo T), podemos observar cómo ahora las montañas avanzan hacia la derecha (arrastradas por la rotación terrestre), mientras que el avión permanece en reposo (línea vertical en el e/t). La anchura en la parte superior (velocidad relativa) es la misma en ambos diagramas.

Figura 4: Ejemplo de descripción del Modelo S (heliocéntrico)



3.1.3. MODELO ARGUMENTATIVO ALTERNATIVO MIXTO (TAP "M")

El principal modelo alternativo manejado por el alumnado lo denominaremos modelo "M" (ver TAP **M**, y figuras 5 y 6), y se corresponde con las ideas tipo "impetus" medievales: *no existe movimiento sin causa, ni puede estar en reposo algo que "hace fuerza" para moverse.*

TAP **M**: Ejemplo de modelo argumentativo Mixto

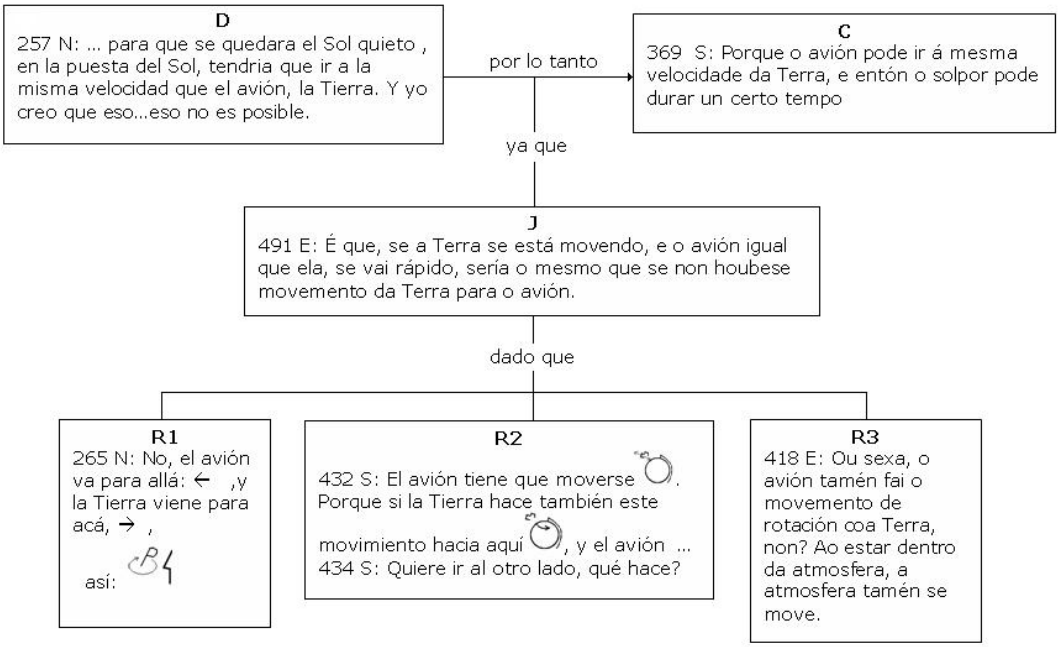
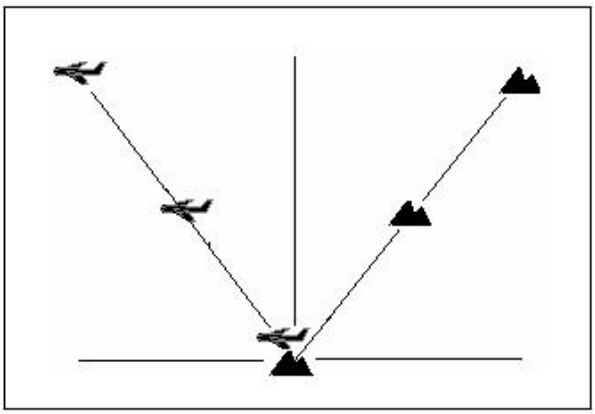


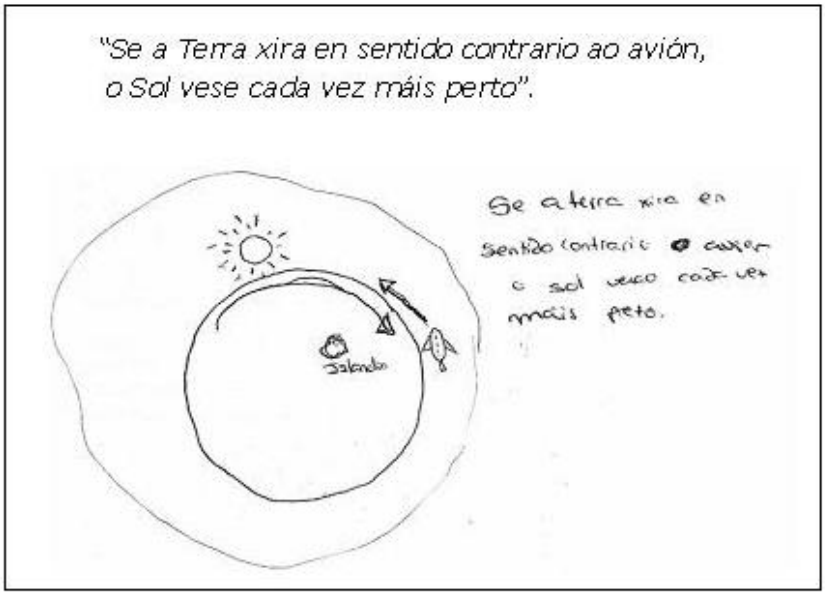
Figura 5: Modelo **M**, diagrama e/t



El avión se mueve con una velocidad de 720 km/h hacia el Oeste, por la fuerza del motor, al mismo tiempo que la superficie de la Tierra avanza a 720 km/h hacia el Este (por el fenómeno aprendido de la rotación).

Este conjunto de ideas suele ir acompañado de un débil compromiso epistemológico: no se analizan en detalle las implicaciones, no se aceptan los contra argumentos de carácter lógico como refutaciones, se admite la posibilidad de que un objeto tenga varias velocidades simultáneamente.

Figura 6: Ejemplo de descripción del Modelo M (Mixto)



Otro alumno describe una situación en la que se resume el carácter cinemático del modelo alternativo Mixto:

"Móvese o avión e móvese a Terra. E móvense coa mesma velocidade. Se non, non podería ver o Sol."

Esta manifestación se produce después de sucesivos diálogos y debates en los que se pusieron de manifiesto diferentes visiones sobre el mismo problema. El alumno expresa así su convicción en el carácter esencial de la movilidad simultánea de la Tierra y del avión.

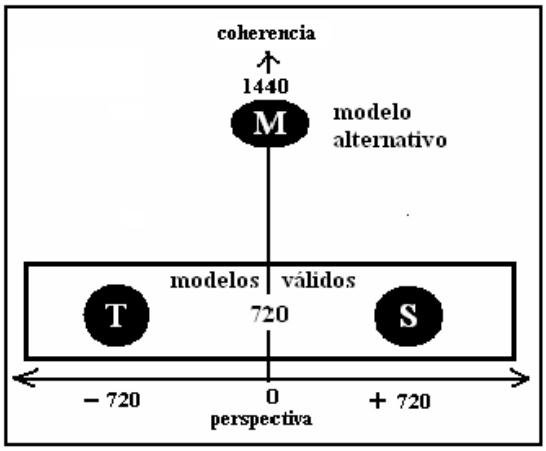
Este modelo "Mixto" (M) presenta una incoherencia fundamental que puede ser vista de dos formas:

- La velocidad relativa entre el avión y la Tierra (montañas) pasa a ser el doble de la real. La mejor forma de expresar esta incoherencia en las velocidades es tener en cuenta que el destino, Montreal, está situado a 6 husos horarios de la salida en Estocolmo. En cualquiera de los modelos correctos, el avión tarda 6 horas en situarse sobre Montreal. Pero en el modelo M, Montreal recorre en 3 horas 3 husos horarios hacia la derecha, y el avión otros tantos a su encuentro (hacia la izquierda), por lo que al cabo tan solo de tres horas el avión va a estar sobre Montreal, y esto contradice evidentemente lo que sucede en la realidad.
- Cada elemento (avión, montañas, atmósfera, etc.) puede estar simultáneamente en reposo y en movimiento, puesto que se aceptan los 2 SR (T y S) en la misma explicación. Esta incoherencia aparece reflejada en el TAP (M) en el respaldo R3 en relación con la atmósfera.

Los alumnos no ven por lo general esta incoherencia interna como un motivo para abandonar el modelo, y tienden a justificarla de diversas formas (Minstrell, 1982).

3.2. Organización de los modelos mediante el Diagrama bibimensonal

Una vez caracterizados los modelos correctos desde el punto de vista relativista (T y S), se observa que la diferencia de carácter cinemático entre ellos estriba en las velocidades asignadas al avión y a la Tierra. En las explicaciones de los alumnos aparecen otras combinaciones de estas velocidades, que no son correctas, para describir la situación presentada.



Para facilitar el análisis de estos modelos alternativos, estableceremos un diagrama bidimensional en el cual se puedan representar dichos modelos y sus interrelaciones de una forma objetiva (Jiménez *et al.*, 2005).

Asignando el valor numérico de 720 km/h para las velocidades implicadas,

Figura 7: Diagrama bidimensional

tendríamos el diagrama (Figura 7), en el que los modelos se organizan respecto a dos ejes:

-*Coherencia*: Mide la corrección del modelo desde el punto de vista relativista. Se trata de la velocidad relativa entre la Tierra y el avión:

$C = v_T - v_A$, la cual es un invariante para todas las transformaciones de SR correctas.

-*Perspectiva:* Mide el punto de vista adoptado. Se trata de la suma algebraica de las velocidades de la Tierra y del avión: $P = v_T + v_A$.

Se considera en los dos casos positivo el sentido Oeste, y negativo el sentido Este.

Aplicando estos criterios a los tres modelos descritos, podemos comprobar que se disponen los tres vértices de un triángulo isósceles (figura 7):

Los dos modelos válidos (T, S) se sitúan en la base, pues presentan una velocidad relativa correcta (720 km/h), y están separados por su diferente índice de perspectiva: negativo para el modelo T (pues al estar la Tierra en reposo, el avión se mueve hacia el Oeste, y positivo para el S (pues la Tierra se mueve hacia el Este y el avión está en reposo.

El modelo alternativo M se sitúa en el vértice superior, debido a su incoherencia relativista (pues genera una velocidad relativa de 1440 km/h, doble de la correcta). El índice de perspectiva p ara este modelo M es nulo, ya que se cancelan las velocidades de la Tierra y del avión, por lo cual el modelo M se sitúa centrado en la figura.

A partir de los 3 modelos principales descritos (T, S y M) se pueden reconocer hasta 25 variantes de los mismos que fueron apareciendo durante la realización de la prueba.

3.3. Evolución de los modelos mediante el Diagrama triangular

Su representación en el diagrama triangular (figura 8) permite comprobar la riqueza y variedad de las argumentaciones usadas por el grupo de alumnos durante toda la intervención. El diagrama permite visualizar la existencia de un lecho conceptual entre los tres modelos argumentativos básicos. Usando la terminología de la ecología conceptual, podríamos contemplar este resultado como la representación del ecosistema de los conceptos (Jiménez, 2006). Durante la intervención realizada, las situaciones de debate provocaron una presión evolutiva sobre los distintos modelos y variantes argumentativas que se ve reflejada en el diagrama triangular como un desplazamiento de las posiciones del alumnado.

Con el objeto de analizar la evolución de los modelos de argumentación del alumnado, estos fueron incorporados en el diagrama triangular (figura 8) mediante una letra identificativa para cada alumno, realizándose diagramas individualizados y colectivos, dividiendo para ello el discurso en 5 fases (numeradas de 1G a 5G).

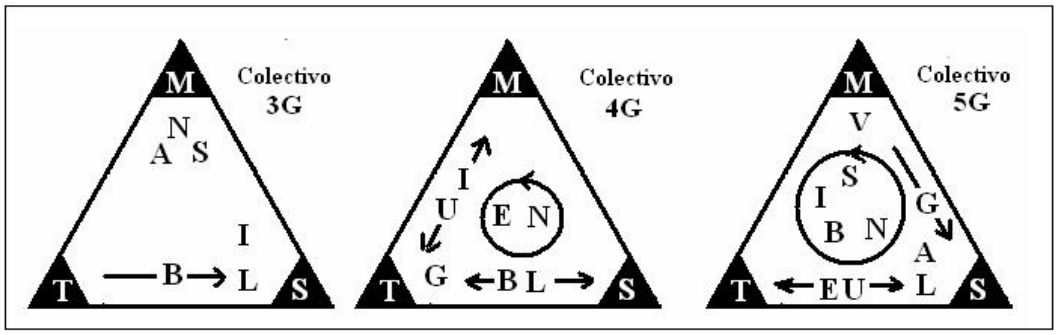


Figura 8: Diagrama triangular (evolución de los modelos de los alumnos)

Se observa (figura 8) una gran fluctuación entre los diferentes modelos para cada alumno, así como una paulatina tendencia a situarse en la base del triángulo (que recoge los modelos aceptables desde un punto de vista relativista). Esto constituye un interesante efecto didáctico del problema auténtico, que en un principio tenía un carácter meramente indagatorio. También aparece una curiosa circularidad argumental en sentido antihorario, tal vez debido a las características de los modelos:

T: intuitivo, permite explicar las observaciones de la forma más evidente.

S: aprendido, prestigiado por la instrucción, aparece cuando se cuestiona la movilidad solar implícita en T.

M: alternativo, incoherente, adaptable, sirve de refugio a las ideas intuitivas del modelo T ante las explicaciones no intuitivas producidas en el análisis consistente de las implicaciones de S.

El ciclo comienza de nuevo cuando el discurso explicativo del alumno regresa al modelo natural T.

4. Conclusiones e implicaciones didácticas

En relación con las posibilidades y oportunidades didácticas que ofrecen las ideas relativistas de carácter clásico que poseen los alumnos de 4º de ESO, como substrato para la construcción en el Bachillerato de las ideas de la relatividad einsteniana, constatamos una ausencia casi total de criterios relativistas, incluso una actitud generalizada de rechazo a los mismos, y en las pocas oportunidades en que se manejaron dichos

criterios, se observó una escasa estabilidad, insuficiente a nuestro parecer para aquel objetivo. A este respecto consideramos necesario asentar las ideas relativistas como paso previo a cualquier propuesta que pretenda lograr un aprendizaje significativo de la teoría en el Bachillerato (Hewson, 1982). Proponemos los siguientes caminos didácticos a modo de propuestas que precisarían ser investigadas para establecer su validez:

En cursos previos a 4º de la ESO: Asentar las ideas generales de carácter relativista en diferentes ámbitos.

En los cursos finales de Primaria, la introducción de la relatividad en las localizaciones espaciales, temporales, escalas de temperatura, o los cambios de perspectiva, pueden hacer más aceptable la idea de la variabilidad en la elección del origen. Paralelamente con lo anterior, se debe resaltar la necesidad de coherencia en las explicaciones una vez que fue definido un determinado origen. Se debería propiciar el manejo de técnicas de cambio de origen, de forma análoga a como se manejan las técnicas de cambio de unidades. Los diagramas espacio-temporales pueden ser introducidos en este nivel como una clase especial de representación en dos coordenadas. Pueden ser útiles materiales audiovisuales dado el carácter dinámico, no estático, de los diagramas e/t. No se debería propiciar un abandono prematuro del modelo geocéntrico para no perder sus potencialidades explicativas de los fenómenos cinemáticos observables (Lanciano, 1989).

En el curso de 2º de la ESO, se debería introducir la relatividad en la descripción del movimiento de un móvil en varios sistemas de referencia (SR), con varios objetivos:

- Lograr que se acepte la idea de que existen varios sistemas de referencia igualmente válidos.
- Desarrollar habilidades para la elección del sistema de referencia que mejor se adapte a la descripción y análisis de una situación dada.
- Capacitar para transformar la representación de un suceso a un sistema de referencia alternativo.
- Potenciar el compromiso epistemológico en la exigencia de coherencia. El alumnado debe tomar conciencia de los inconvenientes de utilizar simultáneamente varios sistemas de referencia en sus explicaciones o de analizar situaciones sin definir el sistema referencial de forma explícita o implícita.
- Describir los sucesos cinemáticos mediante diagramas espacio-temporales, realizando transformaciones gráficas de un SR a otro.

En 4º de la ESO, además de reforzar todos los aspectos contemplados para el segundo curso, es necesario dotar a los diagramas espacio-

temporales de significado físico, explicando de forma cualitativa mediante los mismos y siempre en consonancia con las ideas relativistas, las Leyes de Newton, los choques entre móviles, la variación de la energía cinética en función del SR elegido (de forma análoga a lo que se viene haciendo habitualmente en relación con la energía potencial), etc. Un adiestramiento previo en el manejo de los diagramas espacio/temporales para la visualización de los sucesos cinemáticos podría también ayudarles a enfrentarse más eficazmente con los modelos alternativos mixtos.

En los cursos de Bachillerato se debe comprobar la significatividad de las ideas anteriores, poniendo énfasis, en caso necesario en 1º de Bachillerato, en la consolidación del cuerpo conceptual de la relatividad clásica mediante el análisis visual y cualitativo (usando los diagramas espacio/tiempo) de sus consecuencias físicas como paso previo antes de intentar abordar un proyecto didáctico de construcción de la Relatividad

Proponemos, a este respecto, realizar un desglose de las actividades didácticas en los dos cursos de Bachillerato. En 1º de Bachillerato se realizaría una introducción de carácter cualitativo-visual a la construcción de la transformación de Lorentz a partir de un análisis simplificado del experimento de Michelson a modo de experiencia discrepante (Cudmani *et al*., 1991), seguido de un análisis igualmente cualitativo-visual de sus implicaciones (dilatación temporal, contracción espacial, velocidad límite, equivalencia entre masa y energía). En 2º de Bachillerato se incorporaría el cálculo numérico mediante la introducción y manejo de las conocidas fórmulas relativistas, que pueden ser deducidas de forma visual por los propios alumnos a partir de las construcciones gráficas realizadas (Sazánov, 1988).

Finalmente queremos señalar las posibles implicaciones que este trabajo puede tener respecto a la asignatura de “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”, de hecho uno de los temas de la misma se refiere a los modelos cosmológicos. A este respecto el haber puesto de manifiesto cómo argumenta el alumnado sobre la relatividad, ha servido de base para la elaboración de una “secuencia de actividades para la enseñanza de la relatividad en 4º de ESO” (se presenta en estos mismos Encuentros) entre cuyos objetivos está, tal como se contempla en el currículo de la citada materia (MEC, 2007), que el alumnado “perciba el significado de las teorías y modelos como explicaciones humanas a los fenómenos de la naturaleza, la provisionalidad del conocimiento científico y sus límites.”, “…adquiera actitudes de curiosidad, antidogmatismo, tolerancia y tendencia a fundamentar las afirmaciones y las refutaciones” y “reconozca la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, … a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico”.

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Relatividad especial en 2º de Bachillerato. Dicha propuesta constituye la variable independiente de la investigación de tesis de doctorado del segundo de los autores.

BIBLIOGRAFÍA

MEC (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.* B.O.E. nº. 266 de 6/11/2007, pp. 45387-45389.

CUDMANI, C. de, L., SALINAS, J., PESA, M. (1991). La generación autónoma de "conflictos cognoscitivos" para favorecer cambios de paradigmas en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las Ciencias* Vol. 9(3), pp. 237-242

GALILEO GALILEI. (1995). *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo tolemaico y copernicano.* Madrid: Alianza Editorial

GARCÍA DE CAJÉN, S, DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, J. M., GARCÍA- RODEJA FERNÁNDEZ, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias,* Vol. 20 (2), pp.217-228.

GARCÍA DE CAJÉN, S. B. (2007). *Perfiles argumentativos sobre la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica: currículo, libros de texto y profesorado*. Tesis de doctorado. Facultad de CC. de la Educación. Servicio de publicaciones e intercambio científico de la Universidad de Santiago de Compostela.

HEWSON, P.W. (1982). A case study of conceptual change in special relativity: The influence of prior knowlodge in learning. *European Journal of Research in Sciencie Education*, Vol. 4(1), pp. 61-78.

JIMÉNEZ, M.P., BUGALLO, A., DUSCHL, R.A. (2000). "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, pp. 757-792

JIMÉNEZ A., M.P., DIAZ B., J. (2005). Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 21 (3), pp. 359-370.

JIMÉNEZ A., M.P. (2006). Investigación etnográfica y análisis del discurso. *Parte da memoria "Procesos de construcción y contextualización del conocimiento en las clases de Ciencias".* Universidade de Santiago de Compostela.

LANCIANO, N. (1989). Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias,* Vol. 7 (2), pp. 173-182

MINSTRELL, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *Physics Teacher*, 20, pp. 10-14

PRADO, X. (2005). Modelo visual para o ensino da Relatividade. *En: XXX Reunión Bienal de la RSEF, Resúmenes de las comunicaciones, pp.343-344.* Carballo, E. (Ed.), Dep. de Física Aplicada, Fac. de Ciencias de Ourense, Univ de Vigo

SAZÁNOV, A.A. (1988). *El universo tetradimensional de Minkowski.* Moscú: Editorial Mir

SALTIEL, E., VIENNOT, L. (1985). Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3(1), pp. 137-144

SCOTT, P. y MORTIMER, E. (2002). *Discursive activity on the social plane of high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions*. Paper presented at the 2002 AERA. Annual Meeting, New Orleans. USA.

AGRADECIMIENTOS:

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto A/7510/07 «Un espacio compartido entre la investigación educativa y las prácticas docentes para la construcción de secuencias de enseñanza en ciencias experimentales y matemática»

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA: USO DE VARIAS ANALOGÍAS PARA LA COMPRENSIÓN DEL MODELO CINÉTICO – PARTICULAR

Sánchez Blanco, Gaspar; Valcárcel Pérez, Mª Victoria; González González, M. Benigno (*); Pro Bueno, Antonio de

Departamento Didáctica de Ciencias Experimentales (UMU Murcia).

(*) CPR Lorca (Murcia)

RESUMEN: El trabajo forma parte de una investigación más amplia sobre el diseño, desarrollo y evaluación de una propuesta didáctica sobre los estados de agregación y cambios de estado, donde se han utilizado cuatro analogías (batallón militar, celebración de una fiesta, partido de fútbol y clase de educación física) para propiciar la comprensión y uso del modelo cinético-particular. El trabajo presenta los resultados de la fase de diseño. La selección de analogías potencialmente eficaces y su análisis desde criterios estructurales han sido procesos previos al diseño de la propuesta de enseñanza propiamente.

PALABRAS CLAVE: analogía; modelo cinético molecular; diseño didáctico; educación secundaria obligatoria.

SUMMARY: This paper is included in an investigation project more extense about planning, development and evaluation of didactic proposal about state of matter and change of state, in wich are used four analogies (military unit, reunion party, soccer game and classroom physical education) to promove understanding and utilization of kinetic molecular model. This paper present the results of plannig step. The selection of successful analogies and their analysis from structurals criteria had been previously processed to make the design of the teaching proposal.

KEYWORDS: analogies; kinetic molecular model; didactic design; compulsory secondary education.

INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

La problemática didáctica de los modelos sobre la estructura y composición de la materia no sólo tiene que ver con la complejidad del contenido y con su adecuación a las capacidades cognitivas de los alumnos sino también, en gran medida, con las estrategias de enseñanza que se utilizan. Numerosas investigaciones han puesto de manifiesto que estamos ante un contenido de enseñanza problemático, a tenor de la escasa comprensión de las entidades conceptuales y de las relaciones que definen las diferentes teorías acerca de la composición y estructura de la materia, así como de la escasa capacidad para dar explicaciones a las propiedades características de la materia (nivel macroscópico) desde los modelos científicos escolares presentados (nivel microscópico), a pesar de

su enseñanza reiterada a lo largo de la educación secundaria (Garnett y Hackling,1995; entre otros).

La comprensión y utilización de los modelos sobre la estructura de la materia requiere que los alumnos participen más activamente en su construcción y que encuentren sentido a estos conocimientos. En este sentido, las analogías pueden posibilitar al aprendiz la construcción del modelo científico escolar, ya que favorece la creación de una imagen mental de hechos y conceptos científicos, en la mayoría de los casos abstractos (Dagher, 1995; Glynn, 1995).

La analogía puede concebirse como un proceso en el que se relaciona, mediante la comparación, una situación familiar al aprendiz (análogo) con otra nueva o desconocida (tópico). En un estudio previo (González, 2002), tras una amplia revisión bibliográfica, se han establecido criterios esclarecedores acerca de la estructura de la analogía, elementos que la constituyen y procesos mentales que tienen lugar durante su utilización. La figura 1 muestra la estructura de la analogía coherente con dicha investigación.

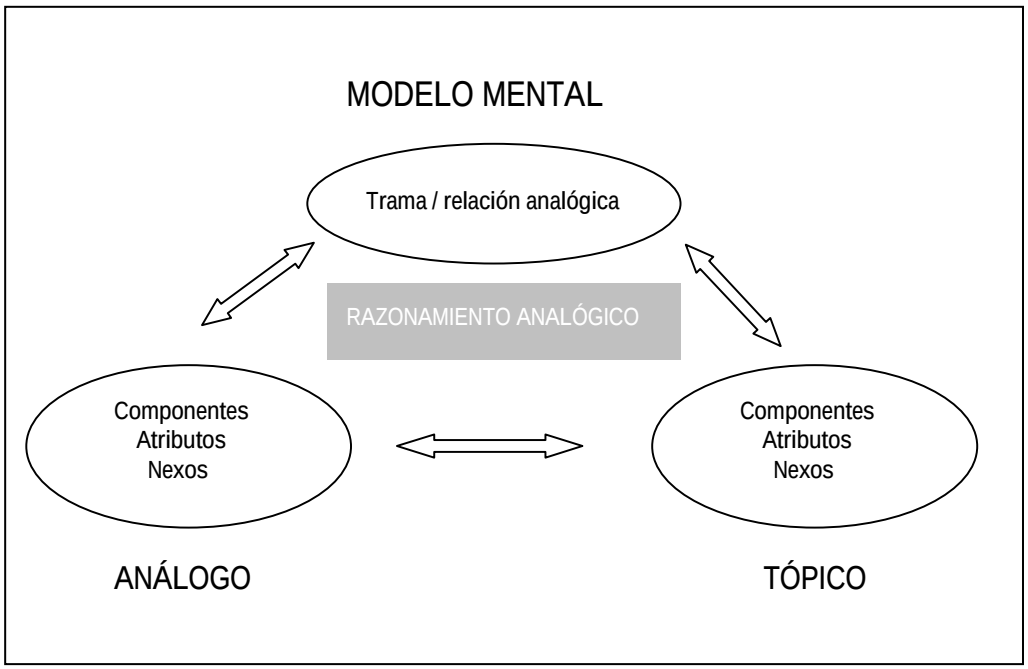


Figura 1. Estructura de la analogia

El
proceso fundamental del razonamiento analógico es el que conlleva el establecimiento de la trama o relación analógica entre el análogo y el tópico, lo que ocurre a través de dos subprocesos:

a) el acceso al análogo. Se produce una primera representación mental del análogo, se identifican sus elementos con algún grado de comprensión y plausibilidad sobre la relación con el tópico;

b) la extrapolación o establecimiento de relaciones relevantes. Se produce una diferenciación entre los componentes, atributos y nexos, descartándose la información irrelevante y estableciendo los nexos relevantes.

El acceso al análogo es necesario para que ocurra la comparación, pero la extrapolación es imprescindible para que ocurra la transferencia de conocimiento y se complete el aprendizaje. Esto implica una tarea no sencilla para el aprendiz pues debe ser capaz de descartar los atributos irrelevantes de los componentes, conservar los nexos entre componentes y decidir qué nexos son relevantes en la analogía que se está utilizando. Por tanto, entendemos que el análisis del contenido de las analogías por parte del docente debe ser un requisito previo a la elaboración de la propuesta didáctica, lo que ha constituido un objetivo de la investigación.

La literatura disponible parece indicar que el grado de interacción entre el alumno y la analogía constituye un elemento clave en su eficacia del aprendizaje (Coll y otros, 2005). No se trata sólo de que los alumnos aprendan analogías o modelos, sino que sería crucial que sean ellos los que desarrollen habilidades para compararlas y criticarlas. O bien que, llegado el caso, sean capaces de generar sus propias analogías o criticar los modelos mentales que se derivan de ellas tomando como referentes los modelos científicos.

En cuanto al cómo se deberían utilizar las analogías, todavía son escasas las investigaciones que se han ocupado de indagar en propuestas didácticas concretas llevadas al aula. Especial interés tienen trabajos realizados en nuestro contexto educativo sobre el tópico del modelo cinético-molecular (Oliva y otros, 2003; Oliva y Aragón, 2007). En general, la discusión se sitúa en la adecuación teórica de las estrategias de modelización atendiendo a fundamentos psicológicos, epistemológicos o didácticos, al carecer de suficientes resultados empíricos (Duit, 1991; Dagher, 1995; Glynn, 1995; Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Oliva y otros, 2001; González, 2002).

Las primeras propuestas didácticas han tenido como referencia el método TWA (Teaching With Analogies), desarrollado por Glynn con la siguiente secuencia:

1. Introducir el tópico.
2. Recordar a los alumnos el análogo.
3. Identificar las características relevantes del análogo.
4. Establecer comparaciones entre el análogo y el tópico.
5. Identificar las limitaciones de la analogía.

6. Describir las conclusiones del tópico.

Glynn destaca la importancia del contexto en la presentación de la analogía, afirmando que el acceso al análogo tiene lugar cuando se es consciente de la utilización de la analogía y de su intencionalidad didáctica, y cuando se conoce la utilidad del análogo en la adquisición del nuevo conocimiento. En este sentido, González (2002) identifica un buen número de variables contextuales (localización de analogía, forma de presentación, orientación analógica, posición del análogo respecto al tópico, nivel de abstracción, tipo de relación analógica, nivel de enriquecimiento, y multiplicidad de la analogía) que no sólo limitan el razonamiento analógico sino que posibilitan diversas formas de utilización en el aula. Compartiendo la importancia del contexto, creemos de gran interés la realización de estudios comparativos que analicen la incidencia de estas variables en los aprendizajes de los alumnos.

En cualquier caso, las analogías deben introducirse dentro de un marco interactivo entre el profesorado y sus estudiantes, de forma que se favorezca la participación activa del alumno en su construcción. En esta línea se sitúa el modelo didáctico analógico (MDA) de Galagovsky y Adúriz-Bravo (2001) y la propuesta didáctica de Oliva y otros (2001). Por tanto, indagar en la forma de trabajo en el aula constituye un objetivo de gran interés para obtener mejores resultados en el uso de este recurso didáctico.

Todo lo anterior ha llevado a que nos planteemos indagar en los aprendizajes que realizan los alumnos del segundo ciclo de la ESO sobre el modelo cinético – molecular (corpuscular o particular, según autores) de la materia para interpretar el comportamiento de los estados de agregación, cuando se utilizan diferentes estrategias didácticas basadas en el empleo de varias analogías simultáneamente y de tareas que conlleven diferente grado de implicación del alumno en el proceso de construcción del modelo científico.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo forma parte de un estudio más amplio sobre el papel mediador de las analogías en el aprendizaje científico sobre la estructura y comportamiento de la materia. Los objetivos de este trabajo se limitan a:

- *Seleccionar analogías sobre los estados de agregación de la materia, a partir de la consulta de libros de texto y revistas científicas.*
- *Analizar las analogías atendiendo a criterios estructurales que han de reunir, en relación con el modelo cinético particular.*

- *Diseñar y desarrollar, en aulas de Educación Secundaria Obligatoria, una propuesta didáctica basada en el uso de diferentes analogías y estrategias de modelización.*
- *Evaluar la incidencia de la propuesta didáctica en los aprendizajes de los alumnos sobre el modelo cinético particular y su utilización en la explicación de diferentes propiedades de la materia (puntos de fusión, solubilidad en agua, conductividad eléctrica, ...).*

Dado que la evaluación de la propuesta no se ha completado, la presente comunicación presenta los resultados de la fase de diseño de la propuesta didáctica.

ANALOGÍAS SOBRE LOS ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

En la Educación Secundaria Obligatoria resulta habitual iniciar la modelización de la materia a partir de la teoría cinético-corpuscular. Las analogías que se utilizan pueden representar uno o varios estados de agregación, destacar aspectos parciales del modelo cinético particular y explicar alguna propiedad o comportamiento de la materia. Sin embargo, estas características no siempre aparecen explícitas por lo que, en estos casos, se ha optado por inferirlas de la representación. La tabla 1 recoge algunas de las analogías encontradas.

Analogía	**Estados agregación**	**Aspectos modelizados**	**Propiedades y comportamiento de la materia**	**Fuente bibliográfica**
Unidad militar	Sólidos	Orden Separación Movimiento	Rigidez	Journal Chemical Education, 70 (1)
Celebración de fiesta	Líquidos	Orden Separación Movimiento	Fluidez	Journal Chemical Education, 70 (1)
Partido de fútbol	Gases	Orden Separación Movimiento	Difusión	Journal Chemical Education. 70 (1)
Diagrama de círculos	Sólidos Líquidos Gases	Orden Separación Movimiento	Forma Volumen	Praxis, 3º ESO
Arena de la playa	Sólidos Líquidos Gases	Movimiento	Forma Volumen	Oxford 1º ESO

Monedas	Sólidos Gases	Separación	Forma	Revista Eureka, 4 (1)
Pelotas de tenis sobre cama elástica	Líquidos Gases	Movimiento	Cambio estado	Revista Eureka, 4 (1)

Tabla 1. Analogías utilizadas para el modelo cinético – molecular

ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LAS ANALOGÍAS

La capacidad de razonamiento analógico está determinada por las posibles relaciones que puedan establecerse entre análogo y tópico. Por tanto, se ha realizado un análisis del contenido de las analogías previo al diseño de la propuesta de enseñanza para decidir sobre su adecuación, introducir modificaciones y derivar implicaciones para la enseñanza. Siguiendo el modelo estructural (Figura 1), el análisis ha supuesto:

a) identificar los sistemas que se comparan: análogo y tópico;

b) diferenciar los elementos que intervienen en la comparación: componentes, atributos y nexos;

c) establecer la trama analógica o relaciones entre análogo y tópico.

Para completar el posible razonamiento analógico, se ha tenido en cuenta que las relaciones entre análogo y tópico deben contemplar tanto las semejanzas como diferencias. Por tanto, también se ha tenido en cuenta en el análisis las limitaciones de la analogía.

Para diseñar la propuesta de enseñanza, el análisis se ha realizado sobre los siguientes sistemas:

1. El modelo cinético – particular de la materia
2. La unidad militar para el estado sólido
3. La celebración de una fiesta para el estado líquido
4. El partido de fútbol para el estado gaseoso
5. La clase de educación física para el cambio de estado

El análisis ha supuesto la discusión y consenso del significado atribuido a los elementos que constituyen la estructura de la analogía, su aplicación a los sistemas señalados y la triangulación de resultados entre cuatro investigadores.

Los resultados del análisis pueden concretarse en los siguientes hechos:

i) Se ha mejorado la formulación de los presupuestos del modelo cinético particular que estamos utilizando.

ii) Se han redefinido los sistemas análogos que se habían seleccionado para el estado sólido, líquido y gas, aunque sin modificar la imagen pictórica.

iii) Se han definido los elementos estructurales y relaciones analógicas entre los diferentes análogos seleccionados y el modelo cinético particular.

iv) Se ha generado una nueva analogía, clase de educación física, y completado el análisis para explicar los cambios de estado.

Se presentan un ejemplo para ilustrar los resultados del análisis. El cuadro 1 recoge la estructura completa de la analogía para el estado sólido.

Cuadro 1. Ejemplo análisis del contenido de una analogía

	ANALOGO	TOPICO
SISTEMA	Batallón militar en formación	Materia: estado sólido
COMPONENTES	*Son los elementos que configuran el sistema*	
	Soldados	Partículas
ATRIBUTOS	*Son propiedades o características de los componentes o del sistema*	
	Todos los batallones militares están formados por soldados.	Todos los sólidos están formada por partículas.
	Entre soldado y soldado, en formación, no hay nadie.	Entre las partículas el espacio está vacío.
	Los soldados son personas de tamaño grande.	Las partículas son tan pequeñas que no pueden verse.
	Los soldados tienen masa y ocupan un espacio.	Las partículas tienen masa y ocupan un espacio.
	Todos los soldados de un batallón llevan el mismo uniforme.	Todas las partículas de una sustancia puras son iguales.
	Los soldados, sin romper la formación, pueden moverse.	Las partículas están en continuo movimiento intrínseco, llamado agitación térmica.
	Los soldados están obligados a permanecer en formación y saludar.	Las partículas establecen interacciones o fuerzas de cohesión con otras.
NEXOS	*Son relaciones entre los componentes y sus atributos*	
	Los soldados en formación ocupan posiciones fijas y están ordenados en filas.	En los sólidos las partículas ocupan posiciones fijas y están ordenadas.
	Los soldados en formación sólo se balancean, no pueden desplazarse ni girar.	El movimiento en los sólidos es sólo de vibración, no se trasladan ni rotan.
	La distancia entre soldados es	La distancia entre partículas es

	pequeña, aproximadamente igual a su anchura.	muy pequeña, aproximadamente igual su tamaño.
	La distancia entre soldado y soldado en formación es igual.	La distancia entre partículas en el sólido es igual.
	La obligación de los soldados de permanecer en formación es muy grande.	Las fuerzas de cohesión entre las partículas en los sólidos son fuertes.
LIMITACIONES	Al contrario que las partículas de una sustancia pura, los soldados de un batallón no son iguales ni tienen la misma masa y volumen. Entre los soldados existe aire; la ausencia de soldados representa el vacío. Aunque puedan oscilar, los soldados deben estar quietos; el sistema no representa el movimiento continuo de las partículas. En el batallón no existe un efecto similar al de la temperatura sobre el movimiento de las partículas; aunque, el cansancio podría tener efecto sobre el movimiento y relacionarse con la temperatura. Al contrario que las partículas de una sustancia pura, que están distribuidas en tres dimensiones, los soldados en formación se distribuyen en dos dimensiones.	

DISEÑO DE LA PROPUESTA DE ENSEÑANZA

La propuesta didáctica forma parte de una unidad más amplia, para el 2º ciclo de ESO, que aborda los estados de agregación y cambios de estado. El diseño de la propuesta, centrado en la revisión y utilización del modelo cinético particular, ha requerido:

a) delimitar los planteamientos metodológicos;

b) concretar la secuencia de enseñanza, a través de un programa – guía de actividades;

c) elaborar materiales escritos para su desarrollo en el aula: hojas de trabajo para los alumnos y documentos de apoyo al profesor.

Los planteamientos metodológicos de la propuesta son coherentes con un enfoque constructivista del aprendizaje y la enseñanza, dado que el alumno debe activar sus conocimientos iniciales, compartir y negociar significados con otros alumnos y el profesor, aplicar los nuevos conocimientos y revisar lo aprendido. Sin embargo, en cuanto al tratamiento específico de cada analogía, se ha optado por compartir dos enfoque, el TWA para las tres primeras (estados de agregación) y el MDA para la última (cambios de estado), buscando que el proceso de razonamiento analógico del alumno vaya progresando en autonomía. También, resulta pertinente para definir los planteamientos de la propuesta precisar el sentido de las variables contextuales identificadas anteriormente, así:

- las analogías se localizan durante la fase de desarrollo de la secuencia de enseñanza;
- el formato de presentación de las analogías es pictórico-verbal para los estados de agregación;
- las analogías se presentan simultáneamente al tópico para los estados de agregación y, para los cambios de estado, se construye por los alumnos antes de la presentación del tópico;
- el nivel de abstracción para todas las analogías es concreto (análogo) – abstracto (tópico);
- la relación analógica promovida, también en todos los casos, ha sido estructural – funcional, es decir, con una alta semejanza entre análogo y tópico tanto en su estructura (componentes, atributos, nexos) como en su semántica (masa, tamaño, distancia, orden, movimiento, etc.);
- el nivel de enriquecimiento ha sido alto, dado que la comparación entre análogo y tópico ha precisado tanto semejanzas (explicaciones) como diferencias (limitaciones);
- por último, también la multiplicidad ha sido alta, dado que se han utilizado cuatro análogos (batallón militar, celebración de una fiesta, partido de fútbol y clase de educación física) para un solo tópico (modelo cinético – particular).

En cuanto a la secuencia de enseñanza, el cuadro 2 recoge la propuesta completa identificando las tareas que incluye. Se debe señalar que la secuencia se ha diseñado para alumnos de tres profesores que meses antes habían recibido instrucción sobre los estados de agregación y cambios de estado, si bien se desconocía los contenidos y planteamientos metodológicos de cada uno. Por tanto, con el diseño, se ha buscado que la propuesta estuviera abierta a su desarrollo completo o a parte del mismo. Para precisar en mayor medida la secuencia, el cuadro 3 recoge las actividades incluidas en el caso del estado sólido.

Cuadro 2. Secuencia de enseñanza de la propuesta didáctica

EL ESTADO SÓLIDO
Tarea 0. Presentación del tópico y análogo
Tarea 1. Analizamos qué sabemos del batallón militar en formación
Tarea 2. Analizamos las semejanzas entre el estado sólido y el batallón militar en formación
Tarea 3. Aplicamos lo que sabemos sobre los sólidos a nivel microscópico para explicar y predecir algunas propiedades

EL ESTADO LÍQUIDO
Tarea 0. Presentación del tópico y análogo
Tarea 1. Analizamos las semejanzas entre el estado líquido y el análogo: celebración de una fiesta
Tarea 2. Aplicamos lo que sabemos de los líquidos a nivel microscópico para interpretar algunos fenómenos
Tarea 3. Vamos a repasar y concluir las principales ideas
EL ESTADO GASEOSO
Tarea 0. Presentación del tópico y análogo
Tarea 1. Analizamos lo que sabemos sobre el análogo: partido de fútbol
Tarea 2. Analizamos las semejanzas entre el estado gaseoso y el análogo: partido de fútbol
Tarea 3. Aplicamos lo que sabemos sobre el estado gaseoso a nivel microscópico para interpretar algunos fenómenos
Tarea 4. Vamos a repasar y concluir las principales ideas
CAMBIOS DE ESTADO DE LA MATERIA
Tarea 0. Presentación de hechos científicos
Tarea 1. ¡Inventamos una analogía¡
Tarea 2. Analizamos las semejanzas en la analogía inventada
2.1. Presentación del tópico
2.2. Análisis de semejanzas y diferencias

Por último, en cuanto a los materiales escritos, el diseño de las hojas de trabajo se completó tras ser supervisado su contenido por dos de los tres profesores que han implementado la propuesta. A modo de ejemplo el cuadro 4 recoge la hoja para que el alumno, en la tarea 2, organice y complete análisis de la analogía tras la puesta en común. También se proporcionaron a los tres profesores, como materiales de apoyo para el desarrollo de la propuesta, el resultado de los análisis estructurales de las diferentes analogías. En cualquier caso, los materiales elaborados han estado abiertos a aclaraciones y modificaciones por parte del profesorado de Educación Secundaria.

Cuadro 3. Ejemplo de secuencia de actividades

EL ESTADO SÓLIDO	
Tarea 0. Presentación del tópico y análogo	▪ Explicación profesor. Sabemos que… (estado sólido) Propiedades características Modelo cinético particular ▪ Explicación profesor. Imaginamos que … (batallón militar en formación)

	Similitud en comportamiento de partículas y soldados
Tarea 1. Analizamos qué sabemos del batallón militar en formación	▪ Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características de los soldados Describir comportamiento de los soldados ▪ Puesta en común. Clase: intercambio de información Organizar y completar el análisis sobre análogo
Tarea 2. Analizamos las semejanzas entre el estado sólido y el batallón militar en formación	▪ Lectura del modelo cinético-particular: estado sólido ▪ Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Identificar características de las partículas Describir comportamiento de las partículas ▪ Trabajo en grupo. Clase: intercambio de información Comparar ambos sistemas: batallón y modelo cinético Organizar y completar análisis: razonamiento analógico
Tarea 3. Aplicamos lo que sabemos sobre los sólidos a nivel microscópico para explicar y predecir algunas propiedades	▪ Trabajo en grupo. Respuesta a interrogantes Explicar el comportamiento de los sólidos en relación con algunas propiedades (divisibilidad, fragilidad, dureza, deformación ante el calor, dilatación)

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Aunque la propuesta didáctica ha sido implementada, y se dispone de una primera valoración de resultados por parte de los profesores implicados, obviamente las conclusiones deben contar con los resultados definitivos, especialmente, aquellos relacionados con los aprendizajes de los alumnos. Sin embargo, centrados en el diseño de la propuesta, debemos destacar la importancia que ha tenido el análisis previo de las analogías para tomar decisiones sobre los planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza y las hojas de trabajo del alumno, así como para comprender las dificultades y riesgos que puede tener para el alumno el empleo de analogías si no se incorporan en la enseñanza adecuadamente. Creemos que las analogías, al menos cuando se utilizan para el estudio de la estructura y comportamiento de la materia, no deben ser sólo un recurso anecdótico para capturar la atención del alumno y mejorar su comprensión, en alguna medida, sobre los modelos científicos escolares utilizados. Además, deben permitir activar ideas y procesos de razonamiento en el aula, individuales y compartidos, así como para reflexionar sobre el papel y naturaleza de los modelos científicos escolares en la exploración de la realidad.

Cuadro 4. Hoja de trabajo del alumno

❖ Compara ambas situaciones, la de las partículas en un sólido y la de los soldados en un batallón militar, y completa el siguiente cuadro

Estado Sólido	**Batallón militar en formación**	
MCP	**Semejanzas**	**Diferencias**
Partículas	Soldados	
Las partículas son extremadamente pequeñas		
Entre las partículas no hay nada, el espacio está vacío		Entre los soldados hay aire
Las partículas ocupan un espacio y pesan	Los soldados ocupan un espacio y pesan	
Las partículas son iguales para cada sustancia pura	Los soldados visten el mismo uniforme	Los soldados son personas diferentes
	Los soldados no se giran ni se trasladan	
La distancia entre partículas es pequeña, aproximadamente igual a su tamaño.		
La fuerzas de cohesión en los sólidos es muy grande		
	Los soldados ocupan posiciones fijas y están	

BIBLIOGRAFÍA

COLL, R.K., FRANCE, B. and TAYLOR, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education,* 27(2), pp.183-198.

DAGHER, Z. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education,* 79 (3), pp. 295-312.

DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, pp.649-672.

GALAGOVSKY, L. y ADURIZ-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), pp.231-242.

GARNETT, P.J. and HACKLING, M.W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of resarch and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education,* 25, pp.69-95.

GLYNN, S. (1995). Conceptual Bridges. Using analogies to explain scientific concepts. *Science Teacher,* 62 (9), pp. 25-27.

GONZALEZ, B.M. (2002). *Las analogías en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Ciencias de la Naturaleza*. Tesis Doctoral. La Laguna: Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.

OLIVA, J.M., ARAGON, M.M., MATEO, J. y BONAT, M. (2001). Una propuesta didáctica, basada en la investigación, para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (3), pp.453-470.

OLIVA, J.M., ARAGON, M.M., BONAT, M. y MATEO, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp.429-444.

OLIVA, J.M. y ARAGON, 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), pp.21-41.

LA CUESTIÓN DE LA SINTAXIS Y DE LA SEMÁNTICA EN LA NEGOCIACIÓN DE SIGNIFICADOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

José Luís Nami Adum Ortega1 - ortega@if.usp.br

Cristiano Rodrigues de Mattos2 - mattos@if.usp.br

1Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo

2Instituto de Física – Universidade de São Paulo

RESUMEN

Este trabajo propone un análisis y defensa de los procesos de diálogo y negociación de significados entre profesor y alumno. Tal objetivo débese a la necesidad de combatirse la imagen negativa de enseñanza de la Física como una memorización de un conjunto de fórmulas vacías de significado. La idea de una enseñanza mecánica tiene respaldo en la actual enseñanza de la Física centrada en la estructura lógica y sintáctica del lenguaje matemático. La superación de este tipo de enseñanza depende del establecimiento de las interacciones dialógicas que tornen posibles progresivas negociaciones de significado, las cuales nos llevan a compartir un mismo contexto discursivo.

PALABRAS-CLAVE: enseñanza de la Física, lenguaje científica, sintaxis, semántica, intersubjetividad.

ABSTRACT

In this work, we propose an examination and a defense of the processes of dialogue and negotiation of meanings between teacher and student in the classroom. This objective is fundamental to combat a negative image of the teaching of physics, popular among students, as a memory centered process of a set of empty formulas and indecipherable symbolic sequences. The idea of a mechanized education in the current teaching of physics is based on the emphasis given to the logical structure and syntax of the mathematics language. Overcoming this type of education depends on how we could establish of dialogical interactions, enabling progressive meaning negotiations, which lead us to share the same discursive context.

KEYWORDS: Physics education, scientific language, syntax, semantics, intersubjectivity.

INTRODUÇÃO

Vigotski (2001) atribui um papel de grande relevância à interação social no desenvolvimento do ser humano. Essa interação é mediada pela manipulação simbólica, característica da linguagem humana, que atualiza nossa experiência social e nosso contato com o mundo. Nesse sentido, a formação de conceitos pelos indivíduos é determinante em sua inserção

na sociedade. O ensino escolar desempenha um papel crucial nesse processo, tanto na formação de conceitos em geral como nos conceitos científicos em particular. A escola propicia aos indivíduos um conhecimento sistemático sobre aspectos que não estão presentes em sua experiência social. Ela possibilita que o indivíduo tenha acesso ao conhecimento científico construído e preservado por sua comunidade. Por envolver operações que exigem consciência e controle deliberado, torna necessário que os indivíduos se conscientizem de seus próprios processos mentais (metacognição), e percebam a natureza da relação entre seu viver social e sua produção simbólica. Assim, o estabelecimento do que é significativo, do ponto de vista sócio-histórico, implica a criação de intersubjetividade nos processos comunicativos (ROMMETVEIT, 1979) dialógicos, dentro de certos contextos (RODRIGUES & MATTOS, 2007a, 2007b).

É nesta perspectiva que pretendemos tratar alguns aspectos semióticos da resolução de problemas. Qualquer que seja a concepção ou modelo teórico de resolução de problemas, temos de estabelecer algumas relações entre modelos que representem os estados cognitivos dos sujeitos e suas atuações ao resolver um problema. Uma revisão do tema pode mostrar uma diversidade de enfoques teóricos e metodológicos que vão desde a psicologia comportamentalista aos rincões da inteligência artificial. Apesar da diversidade de enfoques, poucos são os dados que dão conta dos eventos interativos em sala de aula. No caso da resolução mecânica de problemas Gil-Perez e Martinez-Torregrosa (1988) identificaram o operativismo mecânico como a resolução sem uma reflexão sobre os significados dos elementos que compõem o problema. Pozo (1998), por exemplo, identifica a noção de algoritmo “sobreaprendido”, no qual “o aluno realiza um cálculo pela aplicação automática de um procedimento, sem pensar os conceitos que ele envolve” (POZO, 1998, 36). Esses enfoques, em sua maioria, tratam a resolução de problemas do ponto de vista epistêmico.

Neste trabalho pretendemos acrescentar uma perspectiva semiótico-cultural à modelagem da resolução de problemas. Para isso, tomamos como base o modelo de perfil conceitual ampliado (RODRIGUES & MATTOS, 2007a), cujo pano de fundo é a teoria histórico-cultural de Vigotski (2001).

NARRATIVA E IMAGINAÇÃO: UM EXEMPLO LITERÁRIO

Para elucidar alguns aspectos lingüísticos de nossa análise, apresentamos abaixo um poema, fragmento da obra de Lewis Carroll (1871), considerado um dos maiores poemas *nonsense* da língua inglesa. A seguir estão, lado a lado, a tradução em português (CAMPOS, 1971) e o original em inglês (CARROL, 1871)

O Jaguadarte	*Jabberwacky*
Era briluz. as lesmolisas touvas roldavam e reviam nos gramilvos. Estavam mimsicais as pintalouvas, E os momirratos davam grilvos. "Foge do Jaguadarte, o que não morre! Garra que agarra, bocarra que urra! Foge da ave Fefel, meu filho, e corre Do frumioso Babassura!" Ele arrancou sua espada vorpal e foi atrás do inimigo do Homundo. Na árvore Tamtam ele afinal Parou, um dia, sonilundo. E enquanto estava em sussustada sesta, Chegou o Jaguadarte, olho de fogo, Sorrelfiflando através da floresta, E borbulia um riso louco ...”	Twas brillig and the slithy toves Did gyre and gimble in the wabe. All mimsy were the borogroves And the mome raths outgrabe. "Beware the Jabberwock my son! The jaws that bite, the claws that catch! Beware the Jubjub bird And shun the frumious Bandersnatch!" He took his vorpal sword in hand Long time the manxome foe he sought So rested he by the Tumtum tree, And stood awhile in thought. And, as in uffish thought he stood, The Jabberwock, with eyes of flame, Came whiffling through the tulgey wood, And burbled as it came ...

Esta é uma curiosa tradução, pois é a tradução de palavras inexistentes em ambos os idiomas. O poeta, trabalhando com as palavras inventadas (*brilight* e briluz) e brincando com a semelhança de sonoridade dos vocábulos (*galumphing* por galunfante), conseguiu produzir um efeito de narrativa fabulosa. O poema é narrado em terceira pessoa e podemos depreender que se trata de um herói, ou um cavaleiro que enfrenta um ser fantástico num campo, durante o dia. No entanto a formação dessas imagens em nossa consciência é aberta e depende da forma como a história é lida, dos referenciais de cada indivíduo que a lê e do contexto em que a história é lida. São esses os elementos que carregarão de significado as palavras criadas e recriadas pela narrativa.

O poema acima, lido para crianças, sempre produz impacto, reações de estranhamento, divertidos e inesquecíveis bricadeiras com as palavras. Um dos autores do presente trabalho relata sua experiência de infância com esse poema, que, ao mesmo tempo, o fascinava e o aturdia:

“Quando criança, minha mãe me lia histórias e fábulas antes de dormir com uma graça teatral. Sua dramatização das cenas que transcorriam na narrativa estimulava minha imaginação e produzia imagens vivas dentro de mim. Uma das histórias em particular, requeria especial esforço dramático de sua parte e de mim, mais atenção e imaginação. Era a história do *Jaguadarte* que, apesar de estar escrita em português, meu idioma, continha pouquíssimas palavras reconhecíveis, somente alguns verbos, conjunções, artigos. O resto eram palavras inventadas. Evidentemente que eu não entendia o significado de cada palavra, mas conseguia perceber a narrativa como um todo. Graças a fala dramatizada

de minha mãe, aos seus gestos, eu formava uma imagens mentais de uma batalha, numa manhã iluminada, dos seres rastejantes que se escondiam na relva do campo etc. Sua interação comigo realmente carregava de significados provisórios aquelas palavras no contexto de uma fábula lida para mim antes de dormir". (ORTEGA, 2006)

ASPECTOS SINTÁTICOS E SEMÂNTICOS NA COMPREENSÃO DE ENUNCIADOS

O mais importante, para os objetivos deste trabalho, é observar que, embora o texto de Carrol preserve, (tanto no original quanto na tradução), a estrutura sintática da língua, com seus nexos frasais, ele não tem, ou tem pouco, conteúdo semântico. Em outros termos, a narrativa opera com palavras sem significado. Dessa maneira, o que confere verossimilhança ao texto, ou seja, o que lhe confere esse aspecto de narrativa, que pode ser lida e assimilada, é principalmente sua forma, sua estrutura sintática.

Alguns neologismos como 'momirratos' podem sugerir um ser semelhante ao rato, mas essa sugestão é uma ilusão resultante da estrutura narrativa, das semelhanças de sonoridade, da forma como o poema é lido. São esses aspectos que fazem aflorar as potencialidades e virtualidades semânticas do *Jaguadarte*.

No ensino de gramática, a sintaxe pode prover uma ferramenta poderosa para a compreensão mais precisa da semântica nos enunciados, uma vez que a posição ocupada pelas palavras modifica seu significado. Mas esse processo não basta para que se estabeleça a compreensão, é necessário a negociação de significados e contextualizações para atingir certo grau de compreensão semântica.

Quando conseguimos diferenciar a palavra casa em uma oração do tipo:

"o padre *casa* pessoas na *casa* de deus"

é porque localizamos o verbo casar (conjugado na primeira pessoa do presente do indicativo) e o substantivo casa ("moradia", no adjunto adverbial do predicado). Trata-se de uma definição precisa de significado orientada pela sintaxe de estruturas gramaticais que trazemos internalizadas. Da mesma forma um software de tradução se vale desse processo. Porém, como veremos, podem falhar na tradução da sentença proposta, como nos dois exemplos a seguir: "the priest house people in the house of god" (Powertranslator, 2008) em vez de "the priest house people in the house of god" (Google Translator, 2008). Assim, apesar da estrutura sintática correta, a compreensão do enunciado não foi garantida.

Apesar de conferirem definirem o valor semântico, as regras sintáticas prescindem da semântica. No texto de Carrol, a ausência de significados

não permite uma visualização definida, específica, contextualizada das imagens sugeridas no texto, mas a preservação das regras sintáticas nos possibilita perceber a conexão e a relação que as palavras estabelecem entre si. Sua força lógica que nos cria a ilusão da narrativa permite até mesmo elaborar um exercício de compreensão textual ou uma análise sintática. Podemos exemplificar isso analisando uma oração com sujeito, verbo, complementos e adjuntos.

Nesta frase, por exemplo:

"E os momirratos davam grilvos",

podemos identificar-lhe, com facilidade, o sujeito, perguntando, antes do verbo 'dar': 'quem dava grilvos'? A resposta, certamente, será: 'os momirratos', um possível ser, um substantivo.

Notemos que não é necessário saber o que são 'momirratos', nem o que são 'grilvos' para respondermos à pergunta. Ela praticamente independe dos conteúdos semânticos do enunciado, contudo depende das regras lógicas da sintaxe que determinam suas posições na ordem frasal (sujeito – verbo - predicado) e atribuem-lhe substantividade.

Podemos, também, localizar um adjunto adverbial no predicado, perguntando *onde* ao verbo desta outra frase:

"As lesmolisas touvas roldavam e reviam nos gramilvos"

'onde roldavam e reviam as lesmolisas'? A resposta será: 'nos gramilvos'.

Os dois casos exemplificam como é possível operar exclusivamente com a lógica da sintaxe para produzir um certo nível de compreensão textual e manipular a relação dos termos num enunciado. Nesse nível de análise textual, não necessitamos definir significados.

Analogamente, um enunciado de mecânica na Física, como o que se segue, pode ser manipulado somente no nível de operação das regras lógicas e formais:

"Uma força F de 20N atua sobre um corpo de massa m igual a 5kg."

Podemos perguntar-nos qual a aceleração do corpo com essa massa submetido a essa força. Simplesmente, substituímos o valor na equação $F = m \cdot a$, o que nos leva a "$20 = 5 \cdot a$", usando as regras algébricas obtemos $a = 4\ m/s^2$.

É comum vermos alunos de Física recorrerem aos formulários e tentarem encaixar os valores expressos nos termos do enunciado, respeitando as regras lógicas, mas sem uma compreensão clara dos modelos e grandezas ali envolvidos.

O freqüente esquecimento dos alunos na indicação de unidades de medida (a = 4) pode ser uma evidência da falta de significado físico, falta de semântica dos conceitos com os quais estão trabalhando.

Os "divertidos" recursos mnemônicos para que os alunos consigam lembrar-se das fórmulas são outra faceta dessa realidade como, por exemplo, as famosas frases utilizadas entre alunos brasileiros, entre as as quais se a relativa à equação de Clapeyron:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

que é memorizada com a seguinte sentença: "**P**or **V**ocê = **N**unca **R**ezei **T**anto". Ou ainda, na cinemática, a função horária da posição com relação ao tempo:

$$s = s_0 + v \cdot t$$

reduz-se a uma só palavra: "sorvete".

Nesse nível de operacionalidade, um enunciado ou problema de Física não precisa ser compreendido para ser manipulado.

A leitura de um enunciado de um problema em Física envolve uma complexa rede de significações, modelagens de mundo, recortes valorativos que influenciam a escolha de dados, caldos paradigmáticos que determinam o significado dos conceitos envolvidos. Nessa perspectiva, uma fórmula como a da gravitação universal ($F = G \cdot M \cdot m / r^2$) representa muito mais que uma operação matemática quantitativa.

Uma fórmula é uma síntese paradigmática, é a forma mais simplificada de expressar uma visão de mundo, um modelo de natureza. Sem essa dimensão, não há Física. Enunciados como "uma onda luminosa é refletida num anteparo", "um satélite num campo gravitacional com uma certa velocidade" tornam-se tão vazios de significado como as "lesmolisas touvas" do *Jaguadarte*. Cumprem, apenas, o papel de permitir que o aluno relacione operacionalmente as grandezas para a resolução de um enunciado lógico: sintático ou matemático.

Como decorrência, o ensino de Física fica reduzido a um formalismo asséptico, no qual a apropriação que o aluno faz dos conhecimentos se dá mecanicamente pela reprodução irrefletida de seqüências lógicas, sem internalizar a rede de significados que aquele determinado assunto representa. Trata-se, em última instância, de uma espécie de adestramento, que permite aos alunos manipularem relações e conceitos sem perceberem os modelos de realidade a eles vinculados.

"Estudantes que têm dificuldade em Física costumam vê-la como uma disciplina distante da vida real, o conhecimento físico se restringe a uma coleção de fatos, fórmulas e métodos de solução de problemas, em

suma, uma linguagem hermética e não uma possibilidade de compreensão mais profunda do mundo. Essa visão engendra uma concepção de aprendizagem centrada na memorização mecânica." (HAMMER & ELBY, 2003, p.54)

Conseqüentemente, esgota-se, na sala de aula, o valor do conhecimento que não se incorpora à visão de mundo do aluno. O curioso é que esse esgotamento não é privilégio do aluno. O próprio professor que apresenta o discurso como um todo coerente e funcional não se apropria dele fora do espaço da sala de aula, ou, se o faz, é de maneira muito superficial. Afinal, nós nos construímos como professores dentro do ambiente educacional já cindido.

Se lançarmos olhar panorâmico sobre o ensino tradicional, perceberemos que os professores não são treinados para identificar os elementos da realidade na qual se inserem nem para refletir sobre a imagem que fazem do mundo, sobre as necessidades específicas de seus alunos, sobre os meios de comunicação de que dispõem, sobre as estratégias e objetivos compartilhados etc. São poucas as escolas em que os professores formam grupos de discussão e analisam sua estrutura curricular numa dimensão que vá além da reorganização dos conteúdos tradicionais. Na maioria dos casos, os professores estão à margem desse processo, o que acarreta uma desestruturação de suas habilidades profissionais. (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002).

Sua atividade se reduz à reprodução dos conteúdos, normalmente estabelecidos pelo livro didático, de forma pouco refletida, vertical e não-dialógica. Tampouco a instituição escolar consegue definir objetivos para além dessa atividade mecânica de transmissão passiva de conteúdos, nem estabelece mecanismos de medição adequados para avaliar o desenvolvimento dos seus alunos, principalmente por que as avaliações têm mais a função de enquadrar o aluno num ideal de aluno-padrão do que de acompanhar seu desenvolvimento. Os alunos, por sua vez, são depositários passivos do conteúdo e não participam da construção do conhecimento ali produzido.

O PROBLEMA DA LINGUAGEM NA CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS COMPARTILHADOS

Para ilustrar nossa discussão sobre o operacionalismo sintático na manipulação de enunciados científicos abordaremos o experimento imaginário da caixa chinesa proposto por Searle (1981).

Figura 1: Ilustração da caixa chinesa proposta por Searle (1981).

Nesse experimento, um homem numa sala dispõe de um livro de regras para usar símbolos chineses. As regras de manipulação dos símbolos restringem-se a operações formais associativas do tipo: *para o símbolo X, pegue o símbolo Y*. Ou seja, estão simplesmente definidas em termos de sintaxe e não de semântica: Na sala, há um cesto com inúmeros símbolos, e o homem desconhece completamente seus significados, mas, por meio do livro de regras, ele pode interagir com mensagens do exterior e respondê-las a contento.

Ainda que o homem adquira cada vez mais prática em responder e manipular os símbolos, nesse sentido, ele jamais chegará a aprender chinês somente por meio dessas operações formais.

Da mesma maneira, um ensino de Física centrado nesse tipo de operacionalismo não permite a estruturação de um conhecimento genuíno de Física. A resolução de problemas para que o aluno adquira familiaridade com as grandezas envolvidas, com as fórmulas expressas em linguagem matemática cumpre uma função importante, mas muito restrita para o ensino de Física, pois ela permite que o aluno adquira certa habilidade na manipulação sintática, mas não o permite estruturar uma semântica. Isso, porque esse nível de operação não permite a construção de pontes entre o nível de compreensão científica dos alunos e as concepções de ciência que se quer estruturar.

A formação do discurso científico pressupõe um grau crescente de precisão vocabular, rigor formal e impessoalidade, mas não deve restringir-se a isso. Quando consolidada uma linguagem científica, o caráter polissêmico das palavras – átomo, massa, força, energia etc. – vai adquirindo significados mais específicos, dentro de seus contextos de utilização e campos de validade do modelo (RODRIGUES & MATTOS, 2007a). Pode-se transitar do primeiro tipo de linguagem, o menos formal e mais individual, ao qualificado de mais “científico” quando se tem uma teia semântica mais estruturada.

As palavras são polissêmicas e seus significados, que representam conceitos, desenvolvem-se na medida em que as relações, na estrutura conceitual dos indivíduos, vão tornando-se complexas durante as

interações dialógicas comunicativas, daí a distinção dos contextos de uso. Os significados são produzidos livremente pelo pensamento humano, mas sua origem, apropriação e estruturação em zonas de perfil estão determinadas pelas relações e compromissos que os homens estabelecem entre si e a partir de suas vivências sociais (MORTIMER, 2000).

Conclusão

Em nossa perspectiva, essa estruturação semântica expressa-se pela interação social no desenvolvimento do ser humano. A manipulação simbólica que caracteriza a linguagem humana é atualizadora de nossa experiência social e fundadora de nosso contato com o mundo.

Nesse sentido, a formação conceitual dos indivíduos depende de como ele se insere na sociedade, e o ensino escolar desempenha um papel crucial nesse processo, tanto na formação de conceitos em geral como na conceituação científica em particular.

A escola propicia aos indivíduos um conhecimento sistemático sobre aspectos que não estão presentes em sua experiência social. Ela possibilita que o indivíduo tenha acesso ao conhecimento científico construído e preservado por sua comunidade. Por envolver operações que exigem consciência e controle deliberado, permite que os indivíduos se conscientizem de seus próprios processos mentais (metacognição), e percebam a natureza de sua relação entre seu viver social e sua produção simbólica. O “significado” do prisma sócio-interacionista implica a criação de intersubjetividade na comunicação. É no estabelecimento de um diálogo que se permitirá a determinação do que é significativo, no contexto, entre as novas informações que se apresentam. (RODRIGUES & MATTOS, 2007b).

A discussão que desenvolvemos até este momento traz à tona a problemática da escola como uma instituição em que o conhecimento produzido aparece desconectado das práticas sociais da sociedade em que se insere (ZABALA, 2005), o que torna extremamente relevante a questão das negociações de significados e de sua contextualização, sobretudo porque o compartilhamento de significados dependerá de uma relação construída e negociada entre professor e aluno no espaço da sala de aula (VILA, 1998). Assim, definimos a contextualização não como um fato, uma situação dada, estática, mas um processo dialético em que ambos interlocutores modificam e transformam sua compreensão do cenário discursivo, o que requer uma negociação permanente para que a comunicação se estabeleça e se mantenha.

Por esse raciocínio, queremos mostrar que a apropriação que o aluno faz dos modelos de explicação da realidade, elaborados pela ciência, aprimora-se na constelação de interações possíveis que se estabelecem

em sala de aula pelas relações: aluno/livro, aluno/professor, aluno/aluno, aluno/escola, aluno/sociedade.

Consideramos a relação professor/aluno a relação central por meio da qual todas demais se articulam e se recriam no processo da aprendizagem de ciência. É nela que se estabelecem as possibilidades de o aluno construir nexos com o mundo. Esse é um dos aspectos fundamentais da Zona de Desenvolvimento Imediato (ZDI) (VIGOTSKI, 2001) como uma construção compartilhada de significados. O professor, numa perspectiva vigotskiana, é aquele que proporciona à criança, numa relação em que ele se transforma num parceiro mais capaz, a participação em formas de discursos mais sofisticadas que, ao serem internalizadas, reconstroem e ampliam sua capacidade de interagir e compreender fenômenos, aos quais não poderiam ter acesso sem essa interação. O professor oferece apoio e orientações de forma intencional e consciente, criando uma situação em que as potenciais habilidades de compreensão do estudante são ampliadas.

Uma aprendizagem significativa tem como principais fatores o conhecimento prévio e a disponibilidade da estrutura cognitiva na ancoragem de novos conhecimentos. A aprendizagem de nova informação ancora-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, síntese das experiências anteriores de aprendizado. Em contrapartida, o “significado” do ponto de vista sócio-histórico pressupõe a criação de intersubjetividade na comunicação. É no estabelecimento de um diálogo que se permitirá a determinação do que é significativo, no contexto, entre as novas informações que se apresentam (RODRIGUES; MATTOS, 2007).

Como diria Bakhtin (1995, 146), “como na realidade aprendemos o discurso de outrem? ... Como é que o discurso é ativamente absorvido pela consciência e qual a influência que ele tem sobre a orientação das palavras que o receptor pronunciará em seguida ... o mecanismo desse processo não se situa na alma individual, mas na sociedade, que escolhe e gramaticaliza apenas os elementos da apreensão ativa, apreciativa da enunciação de outrem ...”

Neste trabalho, propusemos elementos teóricos para tornar mais claras as relações entre sintaxe e semântica nas interações e negociações de uma atividade comunicativa. Esse recorte analítico abre possibilidades para a compreensão das relações entre a aprendizagem e intersubjetividade, criando mais ferramentas para a compreensão das relações entre contextos e a estruturação e modulação do perfil conceitual.

BIBLIOGRAFIA

Bakhtin, M. (1995) *Marxismo e filosofia da linguagem.* São Paulo: Hucitec.

Campos, H. (1971) Panaroma em Português. In: *Panaroma do Finnegans Wake*. São Paulo: Perspectiva, 102-103.

Carroll, L. (2008) *Through the Looking-Glass and What Alice Found There*. Electronic Text Center, University of Virginia Library. <http://etext.virginia.edu/toc/modeng/public/CarGlas.html>. Consultado el 02 de marzo de 2008.

Fiedler-Ferrara, N. & Mattos, C. R. (2002) Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade. In: VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. *Atas*... São Paulo: SBF,. 1 CD.

Freire, P. (1996) *Pedagogia da autonomia.* Saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra.

GIL PÉREZ, D. & MARTINEZ TORREGROSA, J. (1988). El fracasso em la resolución de problemas de física: uma investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de Las Ciencias*, 6(2), 131-146.

GoogleTranslator (2008) http://translate.google.com/. Consultado el 01 de abril de 2008.

Hammer, D. & Elby, A. (2003) Tapping epistemological resources for learning physics. *The Journal of the Learning Science*, 12, 53-90.

Monk, M., Ke, J. & Duschl, R. (2005) Learning introductory Quantum Physics: Sensori-motor experiences and mental models. *International Journal of Science Education*. 27(13), 1571-1594.

Mortimer, E. F., & Machado, A.H. Anomalies and conflicts in classroom discourse. *Science Education*. 84, 2000, 429-444.

Mortimer, E. F. (2000) *Linguagem e formação de cientistas na formação de conceitos no ensino de ciência.* Belo Horizonte: UFMG.

Ortega, J.L. (2006) Relato pessoal.

Powertranslator (2008) *L&H™ Power Translator Pro Versão 7.0*. Copuright 1993-2000. Lernout & Hauspie Speech Products, N.V.

Rodrigues, A.M. & Mattos, C.R. (2007a) Theoretical Consideration about conceptual profile dynamic. In: European Science Education Research Association Conference, 2007, Malmö. *Proceedings European Science Education Research Association Conference*. Malmö: Mlamö University,. v. 1, 1-12.

Rodrigues, A.M. & Mattos, C.R. (2007b) Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, v. 7, 323-331.

Rommetveit, R. (1979) On the architecture of intersubjectivity. In: Rommetveit, R. & Blakar, R.M. (Eds.). *Studies of language, thought and verbal communication*. London: Academic Press, 93-108.

Searle, J. (1984) *Minds, Brains & Science.* New York:Penguin Books.

Vigotski, L.S. (2001) A construção do pensamento e da linguagem (trad. P. Bezerra) São Paulo: Martins fontes.

Vila, I. (1998) *El espacio social en la constrcción compatida del conocimiento.* Revista Educar, 22/23, 55-58.

Zabala, A. (2002) *Enfoque globalizador e pensamento complexo*: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artes Médicas.

TÉCNICA DE ANÁLISIS DIDÁCTICO DEL ÁTOMO DE BOHR COMO SISTEMA PLANETARIO[1]

Juan José Marrero; Nicolás Elórtegui, Carmelo Tejera, y José Fernández. Grupo Blas Cabrera Felipe. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna

PALABRAS CLAVE: Átomo de Bohr, recursos en ciencias, analogías, técnica metodológica.

RESUMEN: Se presenta un protocolo de trabajo para el estudio de analogías basado en una técnica metodológica (ERPADLA) y se aplica al caso del modelo Sistema Solar/átomo de Bohr.

ABSTRACT: We present a working protocol for the study of analogies based on a technical and methodological (ERPADLA) applicable model of the Solar System / Bohr atom.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la docencia en ciencias de secundaria se buscan con frecuencia situaciones conocidas por el alumnado, para explicar algunos conceptos de cierta abstracción, como es el átomo de Bohr. Este es el caso del uso de los modelos como recurso metodológico, y entre ellos las analogías.

Se conocen estudios acerca de la concepción de analogía, su estructura, el papel de las relaciones analógicas, los tipos de analogías existentes, su clasificación y reflexiones sobre al aprendizaje de analogías (Glynn y col. 1995; Oliva y col. 2005; Galogovsky y col. 2001; González, 1997).

No cabe duda que para estudios en detalle de las analogías y que además sean generalizables, cabe proponer diferentes herramientas de análisis y estudio, así como una dinámica adecuada de aprendizaje de la analogía (Iding y Speitel, 1994; Gentner, 1983).

Esto se ha desarrollado en un trabajo anterior (Marrero, 2008) donde se llega a configurar una técnica de análisis de analogías consistente en delimitar un enunciado genérico (E), un resumen (R), un acopio de formas en que suele presentarse (P), un análisis (A) de su estructura, un desarrollo (D) y explicación didáctica de cómo es la analogía, un estudio de sus limitaciones (L), y una propuesta de aprendizaje en un nivel acorde (A). Se ha denominado abreviadamente ERPADLA.

En este trabajo se propone aplicar la técnica ERPADLA al átomo de hidrógeno de Bohr, comparándolo con el análogo que con más frecuencia

[1] Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación PI042005/081 del Plan Integrado Canario I+D+I llevado a cabo por el Grupo Blas Cabrera-GITEP en el Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de La Laguna.

utilizan los textos y/o el profesorado, como es el sistema solar o sistema planetario.

METODOLOGÍA

Se utilizan los documentos que son los pilares de la técnica ERPADLA:

- La hoja de datos de la presentación del átomo de Bohr.
- La ficha de análisis de la estructura de la analogía.
- El desarrollo y explicaciones de la ficha de análisis.
- Las limitaciones.
- Propuesta de Aprendizaje Con Analogías (ACA).

Como soporte para aplicarlo al caso concreto que nos ocupa del "Sistema Solar / átomo de Bohr".

RESULTADOS

En el Cuadro I aparecen los *"datos"*, donde se detallan el enunciado idóneo, el resumen, y la presentación que se ha dado; una clasificación de la analogía dando una reseña de su tipología, acompañada de los criterios que se han aplicado y las diferentes características a tener en cuenta en la presentación de la analogía.

En el Cuadro II se expone la "*ficha de análisis*" de la estructura de la analogía, con detalles de los rangos de las distintas comparaciones. En el Cuadro III los criterios que se han utilizado para implementar la ficha de análisis mencionada.

A continuación se presenta un "*desarrollo de la ficha de análisis*" para el caso de la analogía que nos ocupa, "Sistema Solar / átomo de Bohr" donde aparece pormenorizada la trama de las relaciones propuestas.

Cuadro I. Hoja de toma de datos de uso de analogías en el aula

Analogía nº 109

Enunciado	Área
Sistema Solar / Atómo de Bohr	Química
Resumen	**Subárea**
Existe cierto parecido entre el Sistema Solar y la estructura del Átomo de Bohr donde el Sol sería el núcleo y los planetas los electrones.	Átomo

Análogo	Tópico
Sistema Solar	**Atómo de Bohr**

Clase

Profesor		
Anónimo		
Tema	Modelos atómicos	
Fecha	Febrero 2005	
Curso	3º A ESO	
Lugar	IES César Manrique	
Duración	30 min	Digitalizado ☐
Enlace al fichero digitalizado		

Características de la analogía en la clase

Momento en que se introduce respecto al tema (localización)	Inicio Desarrollo Actividades finales	☐ ☒ ☐
Formato de presentación	Pictórica Verbal Pictórico-verbal	☐ ☐ ☒
Orientación analógica	Advertida Sin orientación	☒ ☐
Posición del análogo con respecto al tópico	Antes Durante Después	☐ ☐ ☒
Nivel de abstracción del análogo y del tópico	Concreta/concreta Abstracta/abstracta Concreta/abstracta	☐ ☐ ☒
Relación analógica entre el análogo y el tópico	Estructural Funcional Estructural/funcional	☐ ☐ ☒
Nivel de enriquecimiento	Simple Extendida Enriquecida Enriquecida con limitación	☐ ☐ ☐ ☒

Observaciones

Criterios para la aplicación de las diferentes características en la presentación de la analogía.

Inicio Desarrollo Actividades finales	Cuando la analogía se presenta en el **inicio** de la clase con una o dos secuencias de video, o bastante a menudo, con una breve introducción motivadora, en un esquema de la clase o en actividades para sondear los conocimientos previos de los alumnos. La analogía está localizada en el **desarrollo**, constituye el fundamento de la clase y consta, normalmente, de actividades de lectura, ejercicios, biografías, actividades experimentales, ... La analogía aparece en las **actividades finales** que se componen, normalmente, de actividades de síntesis, de ejercicios de autoevaluación, ampliación, prácticas de laboratorio, C.T.S., ...
Pictórica Verbal Pictórico-verbal	Una analogía será clasificada como **pictórica** cuando se presenta en la clase sólo en formato pictórico, es decir, la imagen que aparece en la clase y que representa al análogo es la única referencia disponible de la analogía. Una analogía será clasificada como **verbal** cuando se presenta en la clase sólo en formato verbal, es decir, la explicación de la clase carece de la imagen del análogo. Una analogía será clasificada como **pictórico-verbal** cuando se presenta en la clase exhibiendo imágenes con texto, o imágenes con explicación verbal del profesor.
Advertida Sin orientación	Cuando en la analogía hay alguna orientación relativa a explicaciones o descripciones del análogo, o llamadas de atención de que se trata de una analogía, se dice que es una analogía advertida; en caso contrario se considera sin orientación.
Antes Durante Después	Muchos investigadores han postulado que la eficacia de una analogía puede residir en si el análogo es presentado antes, durante o después de la explicación del tópico.
Concreta/concreta Abstracta/abstracta Concreta/abstr	Las analogías que se usan son concretas, cuando tanto el análogo como el tópico son concretos (**C/C**). Página: 4 Analogías en las que tanto el análogo como el tópico son abstractos (**A/A**).

acta	Las analogías empleadas presenten análogos **concretos** para explicar conceptos (o tópicos) **abstractos** (**C/A**).
Estructural Funcional Estructural/funcional	Una analogía es *estructural (***E***)*, cuando en la relación analógica los nexos del análogo y del tópico tienen una semejanza estructural. Es decir, apariencia física, forma, ordenamiento, configuración y proporciones o relaciones entre componentes del análogo se asemejan a las del tópico. La analogía es *funcional (***F***),* cuando la relación analógica tiene una semejanza funcional, es decir, la función, y el comportamiento del análogo se asemeja a los del tópico. Una analogía es estructural-funcional (**E.F**) cuando se dan simultáneamente semejanzas del tipo estructural y funcional.
Simple Enriquecida Enriquecida con limitación Extendida	Las analogías **simples** se presentan con una frase sencilla, en la que figura el análogo, el tópico y un conector tal como “es parecido a”, “es semejante a”, o “es análogo a”. Está ausente en este caso la descripción y la explicación. Página: 5 Los nexos y atributos que se proyectan entre el análogo y el tópico pueden estar descritos y explicados en la clase; en este caso decimos que la analogía es **enriquecida**. ~~Página: 5~~ Se trata de advertir a los alumnos (en concordancia con el nivel de sus posibilidades) de las limitaciones de las comparaciones que se han propuesto y de aquellas comparaciones que no se deben establecer entre el análogo y el tópico. Si en la clase figura alguna limitación explícita de la analogía, dicha limitación se considera como un ejemplo de enriquecimiento y la analogía se denomina analogía **enriquecida con limitaciones** (**EL**). Existen analogías en las que se emplean varios análogos para explicar un único tópico. Estas analogías se consideran enriquecidas, como las anteriores, y reciben el nombre de analogías **extendidas**

CUADRO II

109

Nº analogía

Enunciado analogía	Área
Sistema Solar / Átomo de Bohr	Química

Resumen	Subárea
Puede existir cierto parecido entre el Sistema Solar y la estructura del Átomo de Bohr donde el Sol sería el núcleo y los planetas los electrones.	Átomo

Nivel de abstracción del análogo y del tópico	Concreta/concreta	☐	Nivel enriquecimiento	Simple	☐
	Abstracta/abstracta	☐		Extendida	☐
	Concreta/abstracta	☒		Enriquecida	☐
				Enriquecida con limitación	☒
Relación analógica entre el análogo y el tópico	Estructural	☐			
	Funcional	☐			
	Estructural/funcional	☒			

ANÁLOGO:	COMPARACIÓN ⟷	**TÓPICO:**
Sistema Solar		**Átomo de Bohr**

Componentes:		**Componentes:**
Sol		Núcleo
Planetas		Electrones
Espacio entre astros		Corteza atómica
Atributos:		**Atributos:**
Tamaño		Tamaño
Forma		Forma: geometría y disposición
Masa		Masa

Movimientos		Movimientos
Trayectorias		Trayectorias
Energía		Energía
Nº componentes		Nº componentes
Composición		Constituyentes
Temperatura		Carga
Color		

NEXOS		**NEXOS**
Distancia entre el Sol y los planetas, y entre planeta-planeta.		Distancia entre el núcleo y los electrones y entre electrones-electrones.
Fuerza atractiva entre el Sol y los planetas y entre planetas-planetas.		Fuerza atractiva entre el núcleo y los electrones. Fuerza entre electrones-electrones.
Mayor tamaño y masa del Sol que los planetas. La mayor parte de la masa del Sistema Planetario está en Sol.		Mayor tamaño y masa del núcleo que los electrones. La mayor parte de la masa del átomo está en el núcleo.
Los planetas giran en órbitas alrededor del Sol.		Los electrones giran en órbitas alrededor del núcleo.
Entre los planetas hay vacío.		Entre los electrones hay vacío.
La composición del Sol es distinta a la de los Planetas.		Los constituyentes del núcleo son diferentes a la de los electrones.
Mayor temperatura del Sol que los planetas. El Sol calienta y da luz.		Los electrones tienen carga - y el núcleo +.
La forma del sistema Solar es un disco muy grande.		La forma del modelo atómico es esférica y muy pequeño.
Relaciones de 2º orden		**Relaciones de 2º orden**
El nº de planetas es fijo y hay uno por órbita.		El nº de electrones es variable y pueden existir varios por órbita.

Los planetas son diferentes entre sí. Hay distintos tipos de planetas.		Todos los electrones son iguales.
Los planetas tienen una composición entre gaseosa y rocosa.		El núcleo tiene toda la carga positiva la corteza la carga negativa.
Las trayectorias de los planetas son elípticas.		Las trayectorias de los electrones son circulares.
Los planetas se atraen ligeramente entre sí.		Los electrones se repelen entre sí.
Forma esférica de los planetas.		En este modelo desconocemos la forma de los electrones.
Los planetas giran sobre si mismos.		En este modelo desconocemos si los electrones giran sobre si mismos.
Cada órbita planetaria tiene su propia energía.		Cada órbita atómica tiene su propia energía.

Cuadro III

ANÁLOGO: Situación o concepto conocido y familiar.
TÓPICO (o dominio): Situación o conocimiento (concepto, procedimiento o actitud) nuevo o desconocido, que se pretende explicar, diferente al análogo aunque presenta características similares o semejantes.
TRAMA O RELACIÓN ANALÓGICA (o mapping): es el conjunto de relaciones que se establecen para comparar el análogo y el tópico.
COMPONENTES: Son los elementos que constituyen el análogo (ídem en el tópico).
ATRIBUTOS: Son las características de los componentes que constituyen el análogo (ídem en el tópico).
NEXOS: Son las conexiones que existen entre los componentes que constituyen el análogo (ídem en el tópico).
RELACIONES 2º ORDEN: Son las relaciones que existen entre los atributos y los componentes, entre los atributos entre sí, caracterización de un componente, etc. Del análogo (ídem en el tópico). En general aportan una comparación secundaria.

COMPARACIÓN DE COMPONENTES: Son el reflejo de la correspondencia de los componentes, es decir la que pueda existir entre algunos componentes del análogo con los del tópico.
COMPARACIÓN DE ATRIBUTOS O SEMEJANZA SUPERFICIAL: Es la semejanza de los atributos entre el análogo y el tópico.
COMPARACIÓN DE NEXOS O SEMEJANZA ESTRUCTURAL: Es la semejanza entre los nexos del análogo y del tópico. Es la responsable de que análogo y tópico presenten configuraciones similares, con relaciones o proporciones semejantes entre sus componentes. No todos los nexos del análogo forman parte de la semejanza estructural, dado que hay nexos del análogo sin un semejante que le corresponda en el tópico.
SEMEJANZA SEMÁNTICA: Es la semejanza de significado entre los nexos del análogo y del tópico.
SEMEJANZA FUNCIONAL: Es la semejanza de comportamiento y función entre el análogo y el tópico.
COMPARACIÓN DE RELACIONES DE 2º ORDEN O SEMEJANZA SECUNDARIA: Es la semejanza que puede haber entre el análogo y el tópico en algunas de sus relaciones de 2º orden.

DESARROLLO DE LA FICHA DE ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN

Se puede afirmar que toda analogía lleva implícito un razonamiento analógico que permite la transferencia de conocimiento entre el análogo (situación familiar) y el tópico (situación nueva o desconocida). Se han desarrollado orientaciones y dificultades para la aplicación en el aula de la relación analógica (Fdez. y Elórtegui 2005).

En esta analogía el **análogo** es el sistema solar y el **tópico** es el átomo. La **trama o relación analógica** está constituida por todo tipo de comparaciones o similitudes que se puedan establecer entre ambos.

La analogía puede concebirse como un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece una correspondencia de relaciones entre las características similares de ambos. Se puede imaginar esta malla de relaciones como un entretejido que relaciona el tipo de semejanza y las características similares del análogo y del tópico.

Cuando los profesores abordan el concepto de átomo con los alumnos, es habitual empezar por dar idea de sus dimensiones (por la dificultad que tiene comprender lo muy pequeño) para pasar a continuación a intentar crearles una imagen, un modelo mental, valiéndonos de modelos conocidos por el alumno. Dependiendo del grado de desarrollo cognitivo del alumno y de sus conocimientos, podemos ofrecer modelos más o menos evolucionados, pero siempre modelos, porque el átomo no lo podemos mostrar.

Aquellos alumnos que tengan una idea del Sistema Solar permiten al profesor utilizarlo para empezar a establecer comparaciones.

El análogo (lo familiar), es el Sistema Solar y los componentes que lo constituyen son el Sol y los planetas y el espacio entre astros. El tópico (lo desconocido) es el átomo de Bohr y los componentes que lo constituyen son el núcleo, los electrones y la corteza atómica.

Los atributos del Sistema Solar son las propiedades de los componentes, por ejemplo, el tamaño del Sol y los planetas, su forma, su temperatura, su color (amarillo del Sol), ... Los atributos del átomo de Bohr son, por ejemplo, la forma –geometría y disposición- del núcleo y de los electrones, su tamaño, la distribución de la carga.

Los nexos son las conexiones y comparaciones que existen entre los componentes del Sistema Solar, y son los siguientes: distancia entre el Sol y los planetas, fuerza atractiva entre el Sol y los planetas, giro de los planetas alrededor del Sol, mayor masa del Sol que la de los planetas y mayor temperatura del Sol que la de los planetas. Los nexos que existen entre los componentes del átomo de Bohr son los siguientes: distancia entre el núcleo y los electrones, fuerza atractiva entre el núcleo y los

electrones, giro de los electrones alrededor del núcleo y mayor masa del núcleo que la de los electrones.

Los nexos tal como hemos comentado son conexiones entre componentes, pero no se les “requiere” que tengan su correspondiente en el tópico (caso de estar tratando el análogo), y menos aún que haya de tener un nexo semejante en el tópico. Son nexos del análogo “por si mismos”. La “semejanza con algo” no es lo que caracteriza a un nexo; es decir, no ha de existir necesariamente una “determinada conexión con componentes del análogo”. De hecho hay muchos nexos en el análogo que no se correlacionan en el tópico y recíprocamente.

En el razonamiento analógico se distinguen dos tipos de comparaciones entre el análogo y el tópico:

a) De los atributos (consideradas de orden inferior).

b) De los nexos (consideradas de orden superior).

Si se comparan nexos semejantes estamos en la categorización superior. Si se comparan atributos semejantes, estamos en comparaciones inferiores, secundarias.

Tal y como se ha expuesto anteriormente no todos los nexos se extrapolan entre el análogo y el tópico. Es obvio que hay también nexos en el análogo y en el tópico que no son comparables, así tenemos en el análogo:

La composición del Sol es distinta a la de los planetas.
Mayor temperatura del Sol que los planetas. El Sol calienta y da luz.
La forma del sistema Solar es un disco muy grande.

En el átomo de Bohr, en lugar de tener nexos similares, presentan los siguientes:

Los constituyentes del núcleo son diferentes a los de los electrones.
Los electrones tienen carga - y el núcleo +.
La forma del modelo atómico es esférica y muy pequeño.

También pueden existir “Relaciones de 2º orden”, consistentes en las relaciones que existen entre los atributos y los componentes, entre los

atributos entre sí, etc. En general aportan una comparación secundaria. Así, en el análogo:

El nº de planetas es fijo y hay uno por órbita. El Sistema Solar no pierde planetas con facilidad.
Los planetas son diferentes entre sí. Hay distintos tipos de planetas.
Los planetas tienen una composición entre gaseosa y rocosa.
Las trayectorias de los planetas son elípticas.
Los planetas se atraen ligeramente entre sí.
Forma esférica de los planetas.
Los planetas giran sobre si mismos.
Cada órbita planetaria tiene su propia energía.

Para el tópico aparecen otras relaciones secundarias entre sus atributos:

El nº de electrones es variable y pueden existir varios por órbita. El átomo pierde electrones con facilidad.
Todos los electrones son iguales.
El núcleo concentra toda la carga positiva y la corteza la carga negativa.
Las trayectorias de los electrones son circulares.
Los electrones se repelen entre sí.
En este modelo desconocemos la forma de los electrones.
Los electrones giran sobre si mismos.
Cada órbita atómica tiene su propia energía.

Hay que reflexionar sobre la idoneidad del tratamiento de estas Relaciones de 2º orden porque pueden dar lugar a que se transfieran relaciones no relevantes para el aprendizaje; es decir, introducen tanto “ruido conceptual” que distrae al alumno. Un ejemplo de ello está en que el color amarillo del Sol, debido a su elevada temperatura, puede dirigir a los

alumnos a pensar que es un atributo que tiene su semejante en el núcleo y, por este motivo, les lleva a transferir el nexo “más caliente que”.

Este hecho es especialmente importante en los alumnos más jóvenes, porque suelen ser los que dan mayor importancia a esta semejanza, teniendo como consecuencia más dificultades para entender la analogía.

LIMITACIONES

Las limitaciones son aspectos de la analogía que provocan un problema en el aprendizaje del alumno.

Hay unas limitaciones que son intrínsecas a la analogía, ya que las tiene en su propia estructura, en la trama de relaciones entre el análogo y el tópico, independientemente de cómo se ponga en práctica.

Pero, además, las analogías tienen otras limitaciones que se caracterizan por una serie de aspectos extrínsecos relacionados con el contexto en el que se llevan a la práctica. Dicho contexto influye en la trama de relaciones que el alumno establece entre el análogo y el tópico, restringiendo el proceso de extrapolación e influyendo en la información relevante que se transfiere. Se trata, por tanto, de limitaciones o restricciones contextuales.

Las limitaciones o restricciones contextuales pueden ser:

a) De intenciones, determinadas por la finalidad o propósito para el que se usa la analogía.

b) De planificación, que vienen determinadas por las características de los alumnos y el profesor y aparecen al llevar a la práctica la analogía (profesor, autor de libro de texto, realizador de un vídeo, etc.) en sus explicaciones, al resaltar unas comparaciones entre nexos como más importantes que otras.

c) De características de la analogía: el nivel de abstracción, tipo de relación analógica, formato en el que presenta la analogía, su localización en la explicación, la orientación analógica, la posición del análogo respecto a la explicación del tópico, y el nivel de enriquecimiento.

En la “Ficha de análisis” se ha insertado, en distintos rangos, una serie de limitaciones que pueden afectar de manera notoria a la posibilidad de comunicar errores inconscientemente o, simplemente, provocarlos sin pretenderlo como consecuencia del razonamiento analógico.

A continuación se hace una descripción de las limitaciones de la analogía “Sistema Solar-átomo de Bohr”, señalando en recuadros el texto correspondiente de la ficha de análisis y su desarrollo.

Con relación al nº de componentes:

En el Sistema Solar hay otros cuerpos distintos de los planetas (satélites, cometas y asteroides) mientras que en el átomo de Bohr sólo hay un núcleo y los electrones.

Con relación a los nexos:

En general, se debe evitar el uso de nexos que no tengan correspondencia en el análogo, como por ejemplo:

- Se debe evitar el uso de los nexos "no correspondientes". Por ejemplo, en el caso de *"mayor temperatura del Sol que la de los planetas"*, si esto se relaciona con *"el Sol calienta y da luz",* puede ocasionar que el alumnado se pregunte por la temperatura del núcleo y concatenarlo con la energía nuclear. Este nexo puede provocar que el alumno haga un paralelismo entre energía nuclear del Sol y energía nuclear del núcleo.

Mayor temperatura del Sol que los planetas.
El Sol calienta y da luz

- Se debe evitar la extrapolación de la composición de los planetas (rocosos o gaseosos) a los electrones, ya que este atributo de los planetas no es relevante de cara a la analogía y desvía la atención de lo fundamental.

La composición del Sol es distinta a la de los Planetas

Los constituyentes del núcleo son diferentes a la de los electrones

- A diferencia del Sistema Solar, que tiene un tamaño muy grande, y que el alumno percibe como visible, el átomo ni se ve ni se ven sus componentes. Esta es una limitación evidente a todos los alumnos que no dará problemas.
- Un alumno aventajado o un profesor que no domine la dinámica de las analogías, ni el modelo que se utiliza, puede discrepar con que "*la forma del modelo atómico es esférica y es muy pequeño".* En este caso, hay que tener en cuenta el nivel al que va dirigido y considerar que esta afirmación es aplicable en una evolución histórica del modelo atómico, hasta llegar al de Bohr, no siendo aplicable a otros modelos atómicos.
- Habrá que determinar los conocimientos del alumno sobre el análogo. Puede darse el caso de que conozcan que el Sistema Solar es un disco muy grande y plano y queden sin concretar los aspectos de la analogía referentes a la forma de ambos sistemas. Estas situaciones abren la

puerta a extrapolaciones inadecuadas y deben evitarse concretando los nexos entre análogo y el tópico.

La forma del Sistema Solar es un disco muy grande		La forma del modelo atómico es esférica y es muy pequeño.

Respecto a las relaciones de segundo orden

- Al decir que "*las trayectorias de los electrones son circulares*" debemos insistir en que esto es en el modelo de Bohr (donde sólo conocemos el primer nº cuántico o número cuántico principal) porque desde que nos elevemos de este modelo elemental, aparecen los orbitales donde no se puede hablar de trayectorias. Esto hace apropiada la analogía para su uso con alumnos que posean conocimientos básicos de estructura atómica, desaconsejándose en niveles superiores.

Las trayectorias de los planetas son elípticas.		Las trayectorias de los electrones son circulares.

- Afirmar que "*desconocemos la forma de los electrones*" puede resultar llamativo para un alumno que domine el modelo de Dalton y que tiende a asignar automáticamente forma esférica a todas las partículas del átomo. Sin embargo, la forma de los electrones no está caracterizada en este modelo atómico.

Forma esférica de los planetas		En este modelo desconocemos la forma de los electrones

- Aunque aparece de forma espontánea el giro de los electrones, en este modelo hay que evitar la mención, por cuanto el spin del átomo no está caracterizado en este modelo atómico.

Los planetas giran sobre si mismos		Los electrones giran sobre si mismos.

- Los planetas dependiendo de su energía mecánica pueden encontrarse o estar a cualquier distancia del Sol, mientras que en el átomo de Bohr los electrones sólo pueden estar a unas distancias permitidas por la cuantización de la energía.

Cada órbita planetaria tiene su propia energía		Cada órbita atómica tiene su propia energía.

APRENDIZAJE

Un método de aprendizaje de esta analogía se está experimentando, y parece que en determinadas condiciones es apropiada para un nivel aproximado a 3º de la E.S.O. para el que se postulan soportes para hacer una propuesta de aprendizaje apropiado (Tejera, C. 2008).

CONCLUSIONES

La aplicación de la técnica ERPADLA puede servir como protocolo y ejemplo de estudio para cualquier otra analogía por cuanto se especifica los enunciados, resumen y presentación en una Tabla de datos.

Se detalla cómo realizar un análisis de la estructura de la analogía: componentes, atributos, nexos, y relaciones de 2º orden, tanto en el análogo como en el tópico. Se hace un desarrollo razonado de la ficha de análisis indicando la semejanza estructural, y la semejanza superficial.

Hay verdadera dificultad para el uso del Sistema Solar como ejemplo de un átomo y esto constituye las limitaciones de la analogía para determinados niveles.

BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ, J. y ELÓRTEGUI, N. (2005). Orientaciones y dificultades para la aplicación en el aula de la relación analógica en los modelos de las ciencias. *Enseñanza de* las *Ciencias.* En edición electrónica Número Extra. Actas VII Congreso Internacional de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada. ISSN; 0212-4521.

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*, Vol. 19, nº 2 Junio 2001, pp. 231-242.

GENTNER, D. (1983). Structure-Mapping: a Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science,* Vol. 7, pp. 155-170.

GONZÁLEZ LABRA., Mª J. (1997). Aprendizaje por analogía. *Editorial Trotta, S.A.*

GLYNN, S. M., DUIT, R. y THIELE, R. B. (1995). Teaching science with analogies: A strategy for constructing knowledge. In S. M. Glynn & R. Duit, eds., *Learning science in the schools: Research reforming practice* (pp. 247–274). Mahwah, N.J.: Erlbaum.

IDING, M. y SPEITEL, T. (1994). Structure mapping for learning from science texts with analogies. *Poster presented at the meeting of the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, Anaheim.*

MARRERO, J. J., MORENO, T., TEJERA, C. y FERNÁNDEZ, J. (2008). El profesorado y las analogías habituales. *Congreso Internacional Virtual de Educación (CIVE).* Universidad de las Islas Baleares 2008.

OLIVA, J. M., NAVARRETE, A. y AZCÁRATE, P. (2005). Las analogías como recurso en la clase de Ciencias: distintos perfiles docentes. *Enseñanza de*

las Ciencias, nº Extra: VII Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias, 6 pg.

TEJERA, C., MARRERO, J. J., ELÓRTEGUI, N., GONZÁLEZ, B. Y FERNÁNDEZ, J. (2008). Ejemplificación del método de aprendizaje con analogías. Trabajo aceptado. *23 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería 2008.

APRENDIENDO EL MODO DE CONOCER DE LA CIENCIA: EL CASO DE LA VISIÓN Y EL COLOR[1].

Bravo, Bettina[1]; Pesa, Marta[2] y Pozo, Juan Ignacio[3]

[1]Dpto. Cs. Básicas, Facultad de Ingeniería, UNCPBA Argentina

[2] Dpto. de Física, FCEyT, UNT .Tucumán. Argentina

[3] Dpto. de Psicología Básica. UAM. España

PALABRAS CLAVE: propuesta de enseñanza – caracterización de aprendizaje – visión y color.

RESUMEN: Se estudia el aprendizaje experimentado por un grupo de alumnos de educación secundaria, cuando se implementa en el aula una propuesta de enseñanza diseñada para propiciar un cambio ontológico, epistemológico y conceptual de su modo de conocer. Los resultados revelan que los estudiantes han experimentado un cambio paulatino del modelo conceptual que usan para explicar la visión y el color y de los principios más implícitos que guían la manera en que se conciben dichos fenómenos.

SUMMARY: What is studied is the experimented learning of a group of students of secondary school education when a specially designed teaching proposal is implemented in the classroon to foster an ontological, epistemic and conceptual change in the way of knowledge. Results show that students have experienced a gradual change in the conceptual model they use to explain sight and colour and the implicit principles that guide the way in which these things happen.

INTRODUCCIÓN:

Cuando los alumnos concurren a la escuela llevan consigo un bagaje de experiencias y la capacidad de comprender intuitivamente muchos fenómenos de la vida cotidiana. Por lo general, dicho conocimiento difiere sustancialmente del modo de conocer de la ciencia escolar que se pretende desarrollar con la instrucción, no sólo en su componente conceptual sino también en la ontológica y epistemológica.

Así, desde la ciencia se concibe que para ver un objeto y percibir un color, la luz debe interaccionar con los objetos, dando lugar a los procesos de absorción y reflexión selectiva y especular. Luego, la radiación reflejada debe incidir en el sistema visual y estimular selectivamente las células fotosensibles. Esto desencadena complejas reacciones químicas que conducen a la emisión de estímulos nerviosos, los cuales llegan al cerebro

[1] El presente trabajo es parte de la Tesis Doctoral “La enseñanza y el aprendizaje de la visión y el color en Educación Secundaria”

y, a partir de procesos de índole psicológica y cognitiva permiten la interpretación de lo que se ve y determinan el color que se percibe (Gregory, 1990; Flak, F, Brill, D, Stork, D,1990). Desde el saber intuitivo, en cambio, el color se interpreta como una propiedad de la materia. De este modo, resulta que para ver basta con abrir los ojos y mirar al objeto (Anderson y Kärrqvist, 1983; Bravo, Pesa y Colombo, 2001; Chauvent, 1993; Collins, y otros, 1998; Feher y Meyer, 1992; Galili y Hazan, 2000; Guesne, 1989; Pesa, Cudmani y Bravo, 1995; Pesa y Cudmani, 1998; Salina y Sandoval, 1996; Selley, 1996; Viennot, 2002; entre otros).

Pero, según ha sido detectado en distintos trabajos de investigación (Bertelle, y otros, 2000; Bravo, 2002; Bravo y Rocha, 2004; Bravo y Rocha, 2006; Bravo y Pesa, 2005; Bravo, 2008), estos modos de explicar el color (científico e intuitivo) constituirían los extremos de un continuo que los estudiantes suelen transitar durante su aprendizaje escolar.

En tal sentido, dichos trabajos permitieron detectar cuatro formas distintas que los alumnos tienden a emplear con mayor frecuencia para explicar el color y la visión. Estas formas se hallan caracterizadas, tal como se muestra en la tabla 1, por el modelo explicativo subyacente (y con ello por los elementos que se consideran involucrados en los procesos perceptivos y por las funciones e interacciones que se les reconocen), por las características ontológicas y conceptuales, y por los modos de razonamiento asociados a su uso.

Categoría I: Se reconocen parcialmente los elementos implicados en la visión pero no se reconocen interacciones entre ellos. Principio subyacente: Estado – Hecho o dato – Realismo ingenuo. Razonamiento reduccionista, monoconceptual, no sistémico. Ejemplos: Vemos los objetos porque los miramos – El color es una propiedad del objeto
Categoría II*:* Se reconocen relaciones causales lineales entre algunas de las variables*.* Principio subyacente: Causalidad Lineal Simple – Estado – Realismo ingenuo. Razonamiento reduccionista no sistémico. Ejemplos: Vemos porque la luz ilumina al objeto y lo miramos – Si iluminamos a un objeto con luz roja lo veremos rojo
Categoría III*:* Se reconocen las interacciones entre la luz y la materia como causa de la percepción. Principio subyacente: Causalidad Lineal Múltiple – Proceso – Proceso de superación del realismo ingenuo. Razonamiento pluri conceptual no sistémico. Ejemplos: Vemos un objeto porque lo miramos y refleja para de la luz que lo iluminó - Un objeto se ve rojo porque refleja luz roja y absorbe las demás componentes de la luz incidente.

***Categoría IV**:* Se reconocen las interacciones luz – objeto (absorción y reflexión) y luz reflejada – sistema visual (percepción). Principio subyacente: Sistema – Interacción – Superación del realismo ingenuo. Razonamiento sistémico, pluri-variado, no reduccionista. Ejemplos: Vemos porque la luz reflejada selectiva y difusamente por los objetos, incide en el ojo y estimula el sistema visual produciéndose complejos procesos que conducen a la visión del objeto y percepción de un color"

Figura 1: Distintos *modos* de explicar y concebir la visión y el color

El aprendizaje del modo de conocer de las ciencias en relación a al visión y el color implicaría pasar de concebir el fenómeno en términos de las ideas involucradas en la categoría I y II (las cuales son de naturaleza intuitiva) a concebirlas en términos de los sistémicos modelos propuestos en las categorías III y IV. Aprender el modo de conocer de la ciencia, va más allá de interpretar un concepto, una ley o un modelo explicativo. Implica, por el contrario, un cambio sustancial en el modo de conocer de los estudiantes, en el sentido que conlleva una modificación en los principios más implícitos que guían la comprensión, interpretación y explicación de los fenómenos naturales (Pozo, 2001), y un cambio en el tipo de razonamiento (Viennot, 2002) que se activan desde estos contextos.

A fin de favorecer dicho aprendizaje, se diseñó una propuesta de enseñaza tendiente a propiciar la profundización y enriquecimiento del modo de conocer de alumnos de educación secundaria. Dicho enriquecimientos implicaría, no sólo la integración de nueva información, sino también la construcción de nuevos modelos y perspectivas, las cuales puedan ser reconocidas por los estudiantes como maneras de conocer alternativas a las propias.

Con dicha propuesta se abordó de forma interdisciplinaria y paulatina, un modelo coherente con el de la ciencia, que implica explicar que: "cuando la luz incide en un objeto, éste, según su naturaleza, absorbe luz con determinadas características y refleja con otras. La mezcla reflejada interacciona con el sistema visual del observador estimulando selectivamente las células fotosensible (conos y bastones), lo que conduce a una trasformación de energía lumínica en pulsos eléctricos que son transportados hacia el cerebro, donde, a partir de complejos procesos psicológicos se interpreta lo que se ve y el color que se percibe".

El estudio de estos modelos comenzó con el análisis detallado de las variables que intervienen (luz – objeto – sistema visual), propiciando su identificación y el reconocimiento de sus características. Posteriormente se abordaron las interacciones "duales" que se producen entre ellas (luz – objetos: procesos de absorción, transmisión y reflexión difusa y selectiva;

luz – sistema visual: fisiología y funcionamiento del ojo humano; percepción). Finalmente se analizaron situaciones más complejas cuya interpretación y explicación requirió de la interconexión e interrelación de todas las variables y procesos que entre ellas ocurren.

A su vez, y dado que se concibe que aprender ciencias no implica "sólo" comprender el modelo explicativo que ella propone, se implementaron otras instancias especialmente diseñadas que permitan que los alumnos:

- logren reconocer al conocimiento científico como un modo de conocer alternativo al suyo pero potencialmente útil para explicar diversas situaciones y que aprendan a aplicarlo con consistencia y coherencia argumentativa. La importancia de esta instancia radica en que se asume que el aprendizaje no implica sustitución de concepciones, y por tanto que coexistirán en la mente del estudiante sus ideas iniciales y las construidas con la instrucción.

- desarrollen actitudes críticas sobre el propio proceso de aprendizaje, reconociendo qué aprendieron y cómo aprendieron, a fin de clarificar aquellas herramientas que podrán seguir usando para seguir aprendiendo.

Finalmente, esta propuesta involucró un docente cuya función principal fue la de guía del proceso de aprendizaje, siendo el responsable de presentar las ideas de la ciencia escolar, enseñar explícitamente procedimientos característicos del quehacer científico, despertar el interés y la curiosidad de los alumnos, ayudándolos a hacer explícitas sus ideas, propiciando que sean conscientes de lo que piensan; animándolos a probarlas, desarrollarlas y aplicarlas para explicar experiencias cotidianas. Así también, atender a las ideas manifestadas por ellos en las distintas etapas de la instrucción a fin de ayudarlos a construir otras nuevas, aplicarlas en distintos contextos y ser concientes del aprendizaje experimentado.

En este trabajo se evalúa la potencialidad de la enseñanza diseñada para favorecer el aprendizaje deseado (la descripción y caracterización de la propuesta didáctica por cuestiones de espacio no puede presentarse aquí, y se las describirá en un próximo trabajo).

METODOLOGÍA

A fin de cumplir el objetivo mencionado, se estudió el modo de conocer de un grupo de 32 estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria, antes de la instrucción, inmediatamente después de su implementación de la propuesta didáctica, y luego de pasados tres meses de su culminación. La importancia de esta instancia radica en que permite evaluar la permanencia del uso de las ideas construidas en clase de ciencia, y con ello la significación del aprendizaje experimentado por los alumnos como consecuencia del proceso de enseñaza implementado.

Como instrumento de recolección de datos se elaboró y utilizó un Test de Respuesta Múltiple conformado por diversas problemáticas (ver ejemplo en Bravo, Pesa y Pozo, 2005), las cuales presentan cuatro opciones de respuestas entre las que los estudiantes deben elegir a fin de explicar la situación planteada. A dichas opciones subyacen los cuatro modos de explicar la visión y el color que fueron descritos en la tabla 1.

A partir de las respuestas dadas por los alumnos, se obtuvo la probabilidad media con la que se usan las distintas concepciones y se empleó la función ANOVA sobre un diseño factorial 3 x 4 (tres momentos y cuatro categorías de respuestas) para cada contenido (visión y color).

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Para estudiar la influencia de la instrucción sobre el modo de conocer de los estudiantes, resulta indispensable conocer a priori cuál era su forma de explicar los fenómenos antes de la instrucción.

Al hacer un análisis intragrupo se halla que en ambos fenómenos los alumnos utilizan con una probabilidad significativamente mayor que en el resto de las concepciones, las ideas subyacentes a la categoría I ($p<0,01$). Esto implica explicar que “vemos porque tenemos ojos y miramos” y que el color “es una propiedad de los objetos”.

Pero tal como se puede observar en los gráficos 1 y 2, con la instrucción y el paso del tiempo cambia la manera en que los alumnos usan las distintas categorías de respuestas. Tal es así que la interacción *momento x categoría* resulta estadísticamente significativa para ambos contenidos ($F(364;6)=45,12$; $p<0,0001$ para visión y $F(364;6)=46,36$; $p<0,001$, para color).

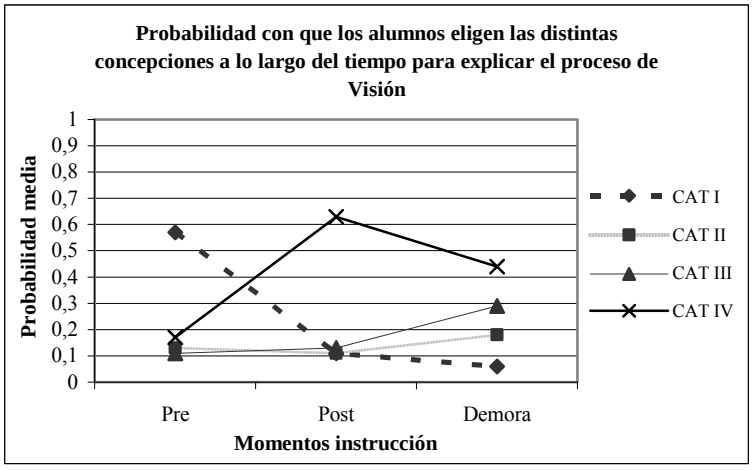


Gráfico 1 Probabilidad con que se usan las distintas ideas en visión

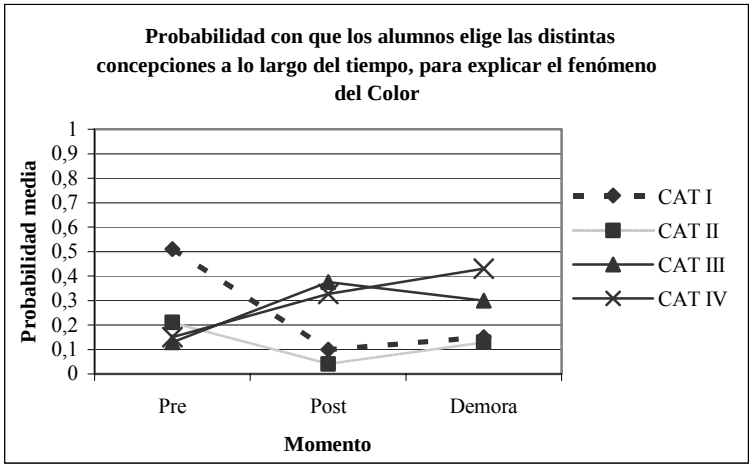


Gráfico 2 Probabilidad con que se usan las distintas ideas en color

- ¿Qué cambios propicia la instrucción?

Entre la instancia pre – postest se observa que la propuesta de enseñanza favorece una disminución significativa ($p<0,01$) de la probabilidad con que los alumnos eligen las ideas intuitivas (subyacentes a la categoría I en visión y I y II en color) y un aumento estadísticamente significativo ($p<0,01$) de la probabilidad con que los estudiantes eligen ideas coherentes con las de la ciencia escolar (categoría IV en el caso de la visión y III y IV en el caso del color).

Estos cambios conllevan a que luego de la instrucción los alumnos elijan con una probabilidad significativamente mayor que al resto ($p<0,01$), a la idea de la ciencia escolar (categoría IV) para explicar cómo vemos. En relación al color los cambios mencionados llevaron a que los alumnos utilicen con una probabilidad estadísticamente mayor que las concepciones intuitivas ($p<0,01$), las ideas de la ciencia escolar subyacente a las categorías III y IV (pero sin existir diferencias significativas en el uso que hacen de las mismas).

- ¿Qué cambios provoca el paso del tiempo?

Entre las instancias postest y demora disminuye significativamente ($p<0,01$) la probabilidad de que los alumnos expliquen el fenómeno de la visión en términos de la categoría IV y aumenta, también significativamente ($p<0,01$), la probabilidad a que utilicen los modelos involucrados en la categoría III. En tanto, en relación al color se observa un aumento significativo de la probabilidad de elegir las ideas subyacentes a las categorías II y IV ($p<0,01$) y una disminución también significativa de la probabilidad a elegir la idea involucrada en la III ($p<0,01$).

Pero, pese a estos cambios en la instancia demora, los alumnos eligen con una probabilidad estadísticamente mayor que las demás ($p<0,01$ para

visión y $p<0,05$ para color) las ideas de la ciencia escolar para explicar ambos fenómenos de percepción visual.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en la etapa pretest, permiten apreciar que antes de implementados los procesos de enseñanza, los alumnos tendían a dar explicaciones (tanto al proceso de visión como el de percepción del color) a partir de ideas intuitivas. En tal sentido, activaban modos de razonar no sistémicos sino reduccionistas y monovariados. Así, basándose en un saber construido cotidianamente, a partir de la información otorgada principalmente por sus sentidos, explicaban por ejemplo que "vemos porque tenemos ojos y miramos" y que "el color es una propiedad de los objetos". A este modo de conocer subyacen entonces principios ontológicos, conceptuales y epistemológicos de estado, hecho o dato y realismo ingenuo.

Los resultados alcanzados en la instancia postest permitieron apreciar que, en lo que se refiere al proceso de visión, la instrucción potenció la disminución en la probabilidad a usar ideas intuitivas y el aumento de la probabilidad a usar las ideas coherentes con las de la ciencia. Estos cambios llevaron a que los alumnos terminaran eligiendo con mayor probabilidad las ideas coherentes con las de la ciencia escolar, pudiéndose caracterizar al modo de razonar que activaron como plurivariado (en tanto se reconocen los tres elementos involucrados) y sistémico (en tanto se interpreta la función de cada uno en términos de interacciones múltiples). Luego de la instrucción, los alumnos explicaron que "vemos porque la luz reflejada por los objetos incide y estimula el sistema visual". A este modo de conocer subyacen principios ontológicos y conceptuales de sistema e interacción, en un proceso superador del epistemológico de realismo ingenuo.

En relación al proceso de percepción del color, la propuesta diseñada potenció la disminución de la probabilidad con que los alumnos usan las ideas netamente intuitivas y promovió el aumento de la probabilidad a que se elijan las involucradas en las categorías III y IV. A partir de esto, luego de la instrucción fueron las concepciones subyacentes a estas categorías las que se usaron con probabilidad estadísticamente mayor que las intuitivas. Los alumnos terminan explicando este proceso perceptivo, entonces, en función de modelos abstractos y modos de razonar plurivaridos.

Pero las concepciones involucradas en las categorías III y IV se usaron sin diferencias estadísticamente significativas entre sí, por lo que el núcleo conceptual central de la idea compartida por los alumnos (núcleo central que subyace a ambas categorías) implicaría reconocer que la luz

interacciona con los objetos, y que esto da lugar a los fenómenos de absorción, reflexión y/o transmisión selectiva, e interpretar, por otro lado, que el color depende de las características espectrales de la luz emitida por el cuerpo. Esto significa que los estudiantes no concebirían todavía al color como un proceso de percepción visual, sino que tenderían a interpretarlo como producto de las interacciones que ocurren entre la luz y los objetos y "fuera del observador", en tanto éste solo debe "mirar" para percibir el color.

Pero el haber superado la idea de que el color es una propiedad de la materia, y haber reconocido que el mismo es producto de la interacción que se da entre ella y la luz, es una base conceptual sólida y más que pertinente, para que a partir de ella, los alumnos sigan construyendo la idea de la ciencia escolar, al incorporar al modelo que manifiestan haber construido con la instrucción, la interacción luz - sistema visual y otorgarle entonces un papel más relevante al órgano perceptivo y al sistema visual en su conjunto.

Lo dicho lleva a concluir que la instrucción habría propiciado el aprendizaje buscado, ya que se observó un cambio sustancial en el modo de conocer, que evolucionó desde uno netamente intuitivo hacia otro más coherente con el de la ciencia. Esta evolución está caracterizada por principios ontológicos y conceptuales de sistema e interacción (para el caso de la visión) y de proceso y causalidad lineal múltiple (en lo que respecta al color) y manifiesta un evidente proceso de superación del epistemológico de realismo ingenuo.

Finalmente, tres meses después de culminada la instrucción, se observó que los alumnos siguen eligiendo con mayor probabilidad por sobre las demás las ideas de la ciencia (subyacente a la categoría IV) para explicar ambos fenómenos. Un dato más que relevante que permite concluir que el aprendizaje propiciado habría implicado un cambio radical en el modo de conocer de estos alumnos.

Estudiar cómo influye el accionar docente sobre la manera en que los alumnos aprendieron y delimitar cuáles son los puntos de la intervención que tienen relación e impacto directo sobre los aspectos más relevantes de dicho aprendizaje, es el principal objetivo que se persigue actualmente. Ahondar en esta línea de investigación y estudiar y analizar la interacción docente – alumno en el contexto de clase, seguirá otorgando datos concretos que permitan concluir sobre qué estrategias didácticas favorecen más exitosamente el aprendizaje de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersson, B., & Kärrqvist, C. (1983) How Swedish pupil, aged 12 - 15 years, understand light and its properties. International Journal of Science Education, 5 (4), 387 - 402.

Bertelle, A., Bravo, B., Iturralde, C., y Rocha, A. (2000). Enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias. Un compromiso compartido. Buenos Aire: Consejo Editorial de la Universidad Nacional del Centro.

Bravo, B (2008) La enseñanza y aprendizaje de la visión y el color en educación secundaria obligatoria. Tesis Doctoral no publicada. Departamento de psicología Básica, Universidad Autónoma de Madrid.

Bravo, B. (2002). Aprendiendo sobre la luz y el color. Un estudio longitudinal en E.G.B. 2 y 3. Trabajo Final Especialización en Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ingeniería. UNCPBA.

Bravo B. y Rocha, A. (2004). Aprendiendo sobre la luz y el color en Segundo Ciclo de Educación General Básica (E.G.B.). Journal of Science Education. Revista de Educación en Ciencias. Colombia. vol.5 N°1. Pgs 43-46.

Bravo, B. y Pesa, M. (2005) Concepciones de alumnos (14-15 años) de educación general básica sobre la naturaleza y percepción del color. Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias. vol 10. N°3.

Bravo, B., Pesa M., Pozo JI. (2005) Concepciones acerca de la visión y el color. Diseño y evaluación de un Test de respuestas múltiples. Memorias de la REF XIV. (Argentina).

Bravo, B. y Rocha, A. (2006) Concepciones de alumnos de educación primaria sobre la visión y percepción del color. Memorias del SIEF VIII (Argentina)

Bravo, S., Pesa, M. Colombo, E. (2001). Formación y actualización de maestros: una experiencia referida a la conceptualización de los fenómenos de la visión del color. Revista de Enseñanza de la Física, 14 (1), 5-17.

Chauvet, F (1993) Teaching light, color and vision Proceeding of the conference. International Conference on physics education. Universidad do Minho. Portugal (16-21 jul 1993)

Collins KF, Jones BL, Sprod T., Watson JM, Fraser SP. (1998) Maping development in students' understanding of vision using a cognitive structural model. International Journal of Science Education, 20 (1), 45 - 66.

Feher, E., & Meyer, R. (1992). Children´s conceptions of color. Journal of Research in Science Teaching, 29 (5), 505 - 520.

Flak, F, Brill, D, Stork, D (1990) Seeing the Light. Optics in nature, photography color, vision and holography. NY Harper & Road Pub.

Galili I., Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. International Journal of Science Education, 22 (1), 57 - 88.

Gregory R. L.(1990) "Eye and Brain. The psychology of Seeing" London: Weidenfeld and Necolson PRSA.

Guesne, R. (1989) La luz En: Driver,R., Guesne, E. y Tiberghien (comp) Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. España: Editorial Morata S.A.

Pesa, M ; Cudmani L. y Bravo, S. (1995). Formas de razonamientos asociadas a los sistemas preconceptuales sobre naturaleza y propagación de la luz. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 12 (1), 17-31.

Pesa M. y Cudmani L. (1998). ¿Qué ideas tienen los estudiantes respecto a la visión?. 4° Simposio de Investigadores en Educación en Física. 311 – 321. (Argentina)

Pozo J.I (2001). Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne. Madrid: Ed. Morata. SL.

Salinas de Sandoval, J. y Sandoval, J. (1994). Filtros de colores y teorías intuitivas sobre color y visión. Revista Enseñanza de Física, 8 (4), 27 – 30.

Selley, N. J. (1996) 1.a. Children´s ideas on light and vision. International Journal of Science Education, 18 (6) 713 – 723 .

Viennot, L. (2002). Razonar en física. La contribución del sentido común. Madrid: A. Machado libros, SA.

EDIFICACIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE. UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ESO EN EL MARCO DEL PSE – ARFRISOL.

Rafael López-Gay (rlucio@ual.es)

Dpto. de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, U. Almería.

RSEF – PSE ARFRISOL

INTRODUCCIÓN

La expresión *alfabetización científica* resume un punto de encuentro sobre la finalidad de la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria. Esa expresión no debe interpretarse como el aprendizaje de operaciones básicas (leer, escribir y sumar) para moverse por el mundo, sino como la necesidad de un currículo básico para todos los ciudadanos que vaya más allá de la mera transmisión de conocimientos, que incluya un acercamiento a la naturaleza de la ciencia, la práctica de la ciencia y las relaciones con la tecnología y la sociedad. Distintos autores han señalado la necesidad del aprendizaje de las ciencias para entender los problemas del mundo y participar en la toma de decisiones que requiere una sociedad democrática (Gil et al., 2005).

Entre esos problemas es fácil reconocer la demanda energética en las sociedades avanzadas y sus variadas repercusiones, en particular el calentamiento global. Es un problema estrechamente vinculado al desarrollo sostenible, cuya importancia ha merecido la iniciativa de la ONU al declarar la Década de Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. Este tipo de problemas requiere una convergencia de esfuerzos en distintos campos como el de la política, la investigación científico-tecnológica y la educación, entre otros.

En este trabajo queremos mostrar una aportación desde el campo de la educación para abordar este problema, dentro de un proyecto que tiene su origen en medidas políticas y cuya finalidad principal es la investigación científico-tecnológica. Se trata de un claro ejemplo de la convergencia de esfuerzos, y responde por otro lado al llamamiento realizado en distintos foros internacionales para la realización de contribuciones que permitan plantear propuestas coherentes sobre la alfabetización científica.

PSE-ARFRISOL: JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El PSE-ARFRISOL, sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar, es un Proyecto científico-tecnológico singular de carácter estratégico, financiado por el Plan Nacional de I+D+I del MEC, de ámbito estatal y que se está desarrollando desde 2005 hasta 2009. La responsabilidad y coordinación

del Proyecto corresponde al CIEMAT, Organismo Público de Investigación y desarrollo tecnológico adscrito al MEC, y en él participan grupos de investigación del propio CIEMAT y de las Universidades de Almería y Oviedo, así como un gran número de empresas españolas del sector de la construcción y del diseño, fabricación e instalación de dispositivos solares.

La justificación de este proyecto se encuentra en la situación energética de nuestro país. En efecto, el crecimiento continuo de la demanda de energía, la carencia de fuentes energéticas a escala nacional y el incumplimiento de lo estipulado en el Protocolo de Kyoto nos obligan a buscar en las energías renovables la alternativa del futuro. Al mismo tiempo, una tercera parte de la energía primaria que consumimos (y el 50% de emisiones de producto contaminantes) se encuentra en la edificación, y más concretamente en el sector residencial y servicios, que es el principal sector sobre el que se puede mejorar considerablemente la eficiencia energética.

Las circunstancias anteriores han conducido a la consideración de la arquitectura bioclimática y a la utilización de la energía solar, en forma pasiva y activa, como fuente energética más adecuada para el acondicionamiento ambiental de los edificios desde las primeras fases de su diseño (edificios energéticamente eficientes). De esta manera, el consumo energético en los edificios podría reducirse más de un 50% en la UE, para el año 2010, siendo este valor para España de más del 60%, según se ha comprobado experimentalmente en el CIEMAT.

A la vista de todo lo anterior, el objetivo general del PSE-ARFRISOL es demostrar que la arquitectura bioclimática y la energía solar activa de baja temperatura son los elementos básicos adecuados para la edificación del futuro. Para ello, se pretenden evaluar, en condiciones reales de uso, cinco edificios públicos simbólicos, tanto de nueva planta como a rehabilitar, y que son considerados como prototipos experimentales o contenedores–demostradores de la investigación.

Mediante el uso de las estrategias pasivas y la aportación de sistemas solares activos, se pretende reducir el uso de fuentes de energía convencional en tales edificios a valores inferiores al 20% de la que consumiría un edificio convencional construido en el mismo emplazamiento y para el mismo uso. Si se añade el uso de combustibles procedentes de otras fuentes de energía renovable como la biomasa, los edificios que componen el PSE- ARFRISOL podrían funcionar con niveles de confort global superiores a cualquier edificación convencional, sin consumir ningún tipo de fuente de energía fósil o no renovable, y con una disminución esencial en las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

El PSE-ARFRISOL esta estructurado en nueve subproyectos. Los ocho primeros se ocupan de los estudios previos y construcción de los mencionados edificios, así como de su monitorización y evaluación en condiciones reales de uso. El noveno subproyecto, SP 9, se ocupa de la *Difusión con la elaboración de guías de diseño y del paquete educativo*.

SUBPROYECTO 9 (SP9): PSE-ARFRISOL Y EDUCACIÓN

Para alcanzar el objetivo final del PSE-ARFRISOL, y que este esfuerzo tenga sentido, resulta imprescindible llevar a cabo otras acciones complementarias destinadas a concienciar a los usuarios y a la sociedad en general de las posibilidades reales de construcción de edificios de alta eficiencia energética, para poder incidir así de forma significativa en el problema que hemos planteado en relación con el consumo de energía en España y nuestros compromisos internacionales.

Por este motivo, El PSE-ARFRISOL considera estratégicamente urgente promover un *cambio de mentalidad* en la utilización de la energía en los edificios, objetivo final del SP9. Este cambio afecta a los agentes responsables de la construcción, y por ello se propone elaborar guías de diseño que recojan los resultados de la I+D+I del PSE-ARFRISOL, pero afecta también directamente a todos los ciudadanos, como usuarios y como partícipes en la toma de decisiones en una sociedad democrática.

Con el fin de favorecer la toma de conciencia y el cambio de mentalidad entre los más jóvenes, uno de los bloques más importantes del SP9 se propone elaborar y difundir materiales educativos dirigidos a los distintos niveles de enseñanza: Infantil, Primaria, Secundaria y Universidad, encargo que se realiza a profesores de esos niveles pertenecientes a la Real Sociedad Española de Física (RSEF).

Conviene resaltar en este punto dos características importantes del SP9. Por un lado, es una de las pocas ocasiones en las que un proyecto científico tecnológico de tal envergadura incluye en su contenido, *estratégicamente urgente*, la elaboración de material educativo vinculado directamente al éxito del proyecto. Por otra parte, el grupo de investigadores posee un carácter transversal pues reúne en su seno a expertos de todos los niveles educativos con una finalidad común.

Aunque el trabajo del SP9 va dirigido a todos los niveles educativos, nos centraremos en adelante en el trabajo realizado para la Secundaria Obligatoria, en concreto para la asignatura de Física y Química en 2º o 3º curso de ESO.

ESTADO DE LA CUESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Como tarea previa a la elaboración de una propuesta de enseñanza, se realizó un estudio en profundidad de los materiales educativos y/o divulgativos que pudieran existir sobre: *ahorro energético en edificios mediante la utilización de energía solar pasiva y activa*. Se analizaron y evaluaron críticamente páginas web, multimedia, libros de texto, catálogos y manuales de laboratorio, libros especializados, publicaciones oficiales… elaborándose un total de 160 fichas.

La conclusión general de ese estudio es que los materiales analizados no abordan con la profundidad suficiente y adaptada al nivel de conocimientos de los alumnos los temas de ahorro energético y aprovechamiento de energía solar térmica, y mucho menos el frío solar. En la mayoría de las ocasiones el ahorro se centra en promover hábitos de consumo responsable y en aprovechamiento solar fotovoltaico. No obstante, hemos podido identificar distintos materiales con ideas aprovechables pero que requieren una adaptación didáctica.

En particular, los catálogos de material de laboratorio se centran principalmente en energía solar fotovoltaica, y los manuales presentan algunas experiencias descontextualizadas y demasiado puntuales. En cuanto a los libros de texto de la ESO, se analizaron 59 textos de 17 editoriales distintas editados en los últimos doce años (21 del primer ciclo y 38 del segundo), encontrando que en el 60% de ellos no existe referencia alguna relacionada con nuestro tema de estudio, y en el 40% restante se hace generalmente un tratamiento puntual y disperso. Para describir el contenido de este último grupo de textos, hemos identificado cuatro grandes apartados relacionados con la energía solar y el ahorro energético, y estas son las conclusiones obtenidas:

- Planteamiento del *problema energético*: se describen brevemente inconvenientes de las fuentes de energía “convencionales”: agotabilidad y contaminación. En general, abundan datos sobre el uso de carbón, petróleo, gas natural, uranio… y las consecuencias medioambientales, pero son muy pocos los libros que proponen actividades para buscar o manejar esa información. Algunos textos aislados hacen un enfoque Ciencia – Técnica - Sociedad de la unidad de Energía y aportan bastante información.
- El *ahorro energético* como solución al problema energético. La información a veces se reduce a un párrafo y otras veces es un apartado de dos páginas, generalmente al final de la unidad didáctica. A veces se limita a proponer medidas como reciclado o la disminución del consumo de agua, otras veces se mencionan los

aparatos de bajo consumo y eficientes, y en muy pocas ocasiones se trata el aislamiento de viviendas, incluyendo dibujos y porcentajes de pérdidas de "calor" por distintas partes. Tan sólo en un texto de 2º ESO se propone una actividad experimental sobre el poder aislante de distintos materiales.

- El *movimiento del Sol* visto desde la Tierra apenas aparece en los textos. En 1º y 4º ESO se estudia el movimiento de la Tierra visto desde el Sol, y se intenta relacionar con las estaciones climáticas, pero es muy raro que se intente relacionar esa perspectiva con la perspectiva terrestre, informando sobre las horas de luz solar y la inclinación de los rayos solares, y cuando se hace es de una forma tan rápida que resulta difícil de entender.
- La *energía solar* y su aprovechamiento. En general se informa del aprovechamiento para calentar agua (captadores térmicos) y para producir electricidad (células fotovoltaicas): algunos textos se limitan a nombrar ambos usos, otros completan con esquemas y dibujos de los dispositivos y las instalaciones en la vivienda. Son pocos los textos que proponen actividades experimentales o caseras, como por ejemplo: influencia del color y del recubrimiento de vidrio en la absorción de energía solar, construcción de un captador solar con materiales sencillos, desalinización de agua mediante energía solar, influencia de la inclinación de los rayos en el rendimiento de una célula fotovoltaica, central solar a escala…

A continuación de este análisis previo, planificamos el trabajo a realizar: elaborar materiales didácticos, ponerlos a prueba en una serie de centros mediante un estudio piloto, y realizar la difusión mediante publicaciones y cursos de formación del profesorado.

Se elaboró una Unidad Didáctica (Barandiarán et al., 2006) para desarrollar en 4 semanas en segundo o tercer curso de la ESO, acompañada de una serie de materiales complementarios: una guía comentada para el profesor, un paquete de material experimental con una guía de montaje y uso (López-Gay y Martínez, 2006), una presentación multimedia (Landazábal, 2006) y una guía de lectura de las unidades o glosario de términos científicos (Guerra y Varela, 2006).

Ese material se puso a prueba durante el curso 2006-2007 en 6 centros de secundaria (5 públicos y uno concertado) de las cuatro Comunidades Autónomas donde se ubican los edificios singulares del PSE – ARFRISOL (Andalucía, Asturias, Castilla y León, Madrid). En total participaron 220 alumnos de ESO, repartidos en cinco grupos de 2º y cinco de 3º curso, todos ellos intactos. El seguimiento, evaluación y conclusiones de este

estudio piloto es objeto de otras publicaciones, y nos ha llevado a introducir cambios en los materiales didácticos elaborados.

A continuación se presentan las características y el contenido de la Unidad Didáctica elaborada.

UNIDAD DIDÁCTICA 2º-3º ESO: EDIFICACIONES PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

La finalidad de la Unidad Didáctica, en el marco del PSE – ARFRISOL, era promover un cambio de mentalidad en relación con el ahorro energético en los edificios y el aprovechamiento de la energía solar térmica, y no se trataba por tanto de probar un planteamiento didáctico concreto. No obstante, la elaboración de esa Unidad requería tomar un conjunto de decisiones pertenecientes al ámbito didáctico dirigidas a conseguir los mejores resultados. Ello exigió un conjunto de reflexiones con la intención de recoger aportaciones procedentes de nuestra experiencia docente y de la investigación e innovación educativa, determinando así que la Unidad a elaborar debería poseer las siguientes características:

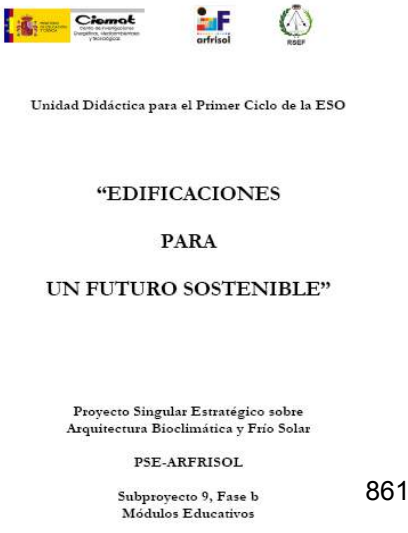
- Utilizar el currículo oficial (actualmente, Real Decreto 1631/2006), no seguir al pie de la letra dicho currículo. Aunque la letra y el espíritu de los Decretos no lo indiquen así, la mayoría de los textos y materiales siguen fielmente la organización y temporalización de contenidos que se propone, generalmente estructurados en torno a los conceptos de las asignaturas, como si de un temario a la antigua usanza se tratara. En nuestro caso, esos conceptos deben convertirse en un medio para conseguir la finalidad del proyecto. El problema no es enseñar la situación de crisis energética, el calentamiento global, la trayectoria en el movimiento del Sol, el efecto invernadero… sino que estos contenidos son necesarios para enseñar sobre el ahorro energético en la edificación. No obstante, para que la Unidad pueda ser difundida de manera generalizada entre los docentes, los contenidos conceptuales del currículo deben ser claramente reconocibles.
- Estructurar la enseñanza en un programa de actividades que permita el aprendizaje en una doble interacción: entre los esquemas de conocimiento del sujeto y la nueva información e interacción entre iguales. Esto supone concebir la unidad didáctica no como un conjunto de conocimientos a transmitir sino como un conjunto de actividades a realizar en pequeños grupos, y a través de las cuales deben aportar sus ideas y construir otras nuevas.
- Conceder importancia al trabajo experimental, no entendido como una actividad independiente del desarrollo de contenidos teóricos, ni como un conjunto de pasos dentro de una receta estructurada.

Entendemos el trabajo experimental como una parte más del programa de actividades, que incluye tareas que van desde el reconocimiento del problema, la emisión de hipótesis, el diseño de experiencias, la realización de experimentos propiamente dicha, y la elaboración de informes en los que se analicen los resultados y se elaboren conclusiones. Todas estas tareas necesitan ser aprendidas, y además de forma gradual, lo que exige que las actividades tengan un nivel de complejidad creciente, adaptadas siempre a las capacidades de los alumnos.

- Partir del entorno cercano y cotidiano para construir explicaciones más generales y abstractas. Por ejemplo, discutir y comprobar inicialmente el papel del vidrio en los huecos de un edificio para estudiar después el efecto invernadero como una explicación de ese comportamiento, y no al contrario. Por ejemplo, observar y estudiar los cambios en la trayectoria del sol vista desde la Tierra para estudiar después una posible explicación de esos cambios cuando se adopta un punto de vista en reposo en el Sol, y no al contrario como suele hacerse en la gran mayoría de los libros de texto. Esta característica permite además dotar de funcionalidad al contenido científico, a la expresión de ideas personales y al cambio de esas ideas.
- Organizar las actividades como solución a problemas más amplios y a preguntas que se derivan de esos problemas. Con ello, pretendemos que las actividades tengan un claro hilo conductor, y que el alumno reconozca el trabajo que está realizando como una respuesta, nunca completa del todo, a un problema global. La resolución de ese problema global y concreto debe incluir de forma integrada actividades de discusión de ideas, de trabajo experimental, de búsqueda y análisis de información, de aprendizaje de conceptos, de relaciones CTS… evitando la consideración de apéndices que muchas de estas actividades adquieren en la enseñanza habitual.

De acuerdo con estas reflexiones, el programa de actividades quedó estructurado en torno a cuatro grandes bloques:

1. Una situación insostenible. Las cuestiones que estructuran este primer bloque son: ¿Por qué el consumo de combustibles fósiles representa un problema a escala planetaria?, ¿qué soluciones podemos buscar para ese



problema? En la búsqueda de respuestas se analizan distintas caras del problema mediante la búsqueda y análisis de información: dependencia de las sociedades avanzadas, agotamiento, desigual distribución geográfica, calentamiento global… y distintas soluciones: medidas internacionales (Protocolo de Kyoto) o el ahorro energético, lo que lleva a analizar el consumo de energía en España según sectores y actividades.

2. Orientación adecuada. Este bloque se estructura en torno a las siguientes cuestiones: ¿cuáles son las características generales de un edificio energéticamente eficiente?, más concretamente: ¿cuál es la orientación adecuada en un momento dado?, ¿y a lo largo de todo un día?, ¿y durante todo el año?, ¿qué dispositivos pueden utilizarse para evitar la captación de energía solar en época de calor? En la búsqueda de respuesta a estas preguntas se estudian los conceptos de azimut y altura solar, se diseñan y analizan experiencias para cuantificar el efecto de la orientación sobre la temperatura en una maqueta de una casa (ver figura 1), se estudia la trayectoria del sol durante un día y los cambios que se

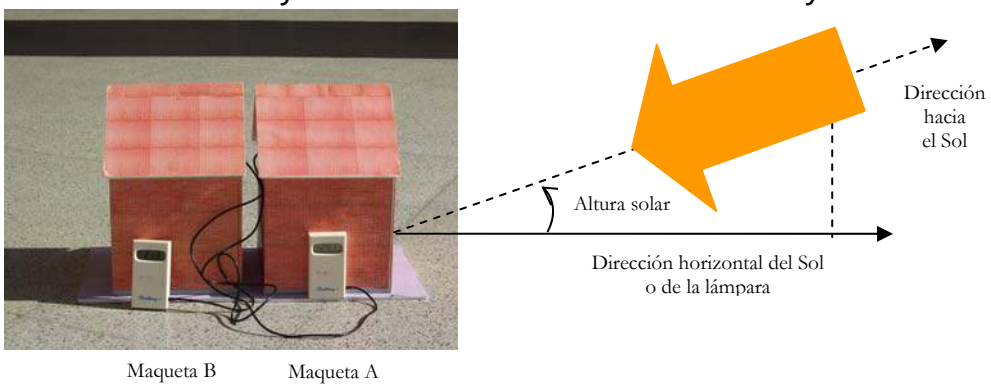


Figura 1. Dispositivo experimental

producen en esa trayectoria a lo largo del año en una localidad cualquiera de nuestro país. Del mismo modo, se estudia la distribución de espacios más adecuada para una vivienda bien orientada, la orientación de avenidas y calles que favorecen esa orientación, y dispositivos como voladizos, toldos y persianas para evitar el la entrada de energía solar en época de calor.

3. Huecos y muros. Este bloque se estructura en torno a las siguientes cuestiones: ¿cuáles son las características generales de un edificio energéticamente eficiente?, más concretamente: ¿cómo deben ser los huecos o ventanas de un edificio para favorecer la entrada de energía solar y amortiguar su salida?, ¿cómo deben ser los muros exteriores de un edificio para amortiguar la salida de

la energía solar captada? En la búsqueda de respuesta a estas preguntas se diseñan y realizan experimentos para probar el efecto del vidrio y su tamaño en la temperatura interior de la maqueta, se explica ese comportamiento mediante el efecto invernadero, se emiten hipótesis sobre las características de un muro que aumentan su capacidad aislante, se diseñan y realizan experimentos para contrastar esas hipótesis.

4. ¿Qué podemos hacer? Las cuestiones que estructuran este bloque son: ¿Son energéticamente eficientes los edificios que te rodean?, ¿es coherente el urbanismo de tu barrio o de tu localidad con la construcción de esos edificios?, ¿quién es responsable de esa situación? En la búsqueda de respuesta a estas preguntas los alumnos observan y valoran los edificios de su entorno, determinan criterios de eficiencia energética y evalúan sus viviendas y el propio centro educativo, proponen medidas de mejora al Consejo escolar y al propio Ayuntamiento, y adquieren compromisos individuales sobre hábitos de consumo energético en las edificaciones.

En la comunicación oral en el Congreso se presentarán algunas actividades, en especial el dispositivo experimental utilizado y los resultados empíricos que se obtienen. También se presentarán algunos resultados del estudio piloto realizado.

Esos resultados no nos permiten asegurar que los estudiantes hayan experimentado ya un cambio de mentalidad, aunque sí que observan los edificios y el consumo energético que se deriva de su uso desde otra perspectiva más atenta y más crítica. Ciertamente, el conocimiento y la reflexión realizada durante el desarrollo de una Unidad Didáctica no es una condición suficiente para el cambio de mentalidad, pero la difusión de este trabajo u otros similares sí puede contribuir a promover un cambio social de mentalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barandiarán, J., Guerra, I., López-Gay, R., Martínez, J.L. y Pérez de Landazábal, M.C. (2006). *Edificaciones para un futuro sostenible.* Ciemat. PSE-ARFRISOL SP 9b, IT, 5 – 0.

Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (2005). *¿Cuál es la importancia de la formación científica en la sociedad actual?* Capítulo 1 del libro: *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, editado por UNESCO/OREALC.

Guerra, I. y Varela, Mª P. (2006). *Guía de lectura de las Unidades Didácticas "Tengo un Sol de casa" y "Edificaciones para un futuro sostenible".* Ciemat. PSE-ARFRISOL SP 9b, IT, 4 – 0.

Landazábal, M.C. (2006). *Multimedia: Edificaciones para un futuro sostenible.* Ciemat. PSE-ARFRISOL SP 9b.

López-Gay, R. y Martínez, J.L. (2006). *Guía de realización de experimentos*. Ciemat. PSE-ARFRISOL SP 9b.

Real Decreto 1631/2006, de 29 de Diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (BOE nº5, 05/01/2007)

LA UNIDAD DIDÁCTICA: "TENGO UN SOL DE CASA" PARA EDUCACIÓN INFANTIL

Miembros de ARFRISOL-Educación (Infantil y Primaria): Alberto DOPAZO GONZÁLEZ; Fernando GARCÍA PASTOR; Mª Esther LÓPEZ TORRES; Mª Mercedes MARTÍNEZ AZNAR[a)] (Coordinadora); Pilar REBOLLEDA TOBAR y Mª Paloma VARELA NIETO.

[a)] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación-C.F.P. Universidad Complutense. C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040-Madrid.

PALABRAS CLAVE: Ciencia para Educación Infantil, Unidad Didáctica, Arquitectura bioclimática.

RESUMEN: Esta Unidad Didáctica forma parte del Módulo Educativo (Subproyecto 9b) del Proyecto Singular y Estratégico sobre Arquitectura Bioclimática y Frío Solar (PSE-ARFRISOL) del MEC, dentro del marco del Acuerdo de Colaboración entre el Ciemat y la RSEF. Su finalidad es introducir al alumnado del segundo ciclo de infantil en el tema de "la edificación bioclimática dirigida al ahorro energético". Para su elaboración se han considerado las necesidades, observaciones, percepciones y experimentaciones que puede realizar el alumnado en edad infantil, sobre las condiciones naturales, el confort y algunas características técnicas básicas y especiales de los edificios, para favorecer la construcción de una imagen o modelo precursor de los edificios bioclimáticos.

1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La Unidad Didáctica "Tengo un Sol de casa", pretende introducir a los alumnos de Educación Infantil en el tema de la edificación bioclimática, edificios diseñados con criterios de eficiencia energética. El planteamiento está enmarcado en la preocupación creciente por el Ahorro Energético y el Medio Ambiente y, en este sentido, constituye una aportación a la Década para una Educación por la Sostenibilidad (2005-2014).

Esta Unidad es un pequeño eslabón de una gran cadena: El Proyecto Singular Estratégico denominado Arquitectura y Frío Solar (ARFRISOL), subvencionado por el MEC, con fondos FEDER, dentro del Plan Nacional de I+D 2004-2007 a través de Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat) y que va a llevarse a cabo en cuatro Comunidades Autónomas de diferente climatología: Andalucía, Asturias, Castilla-León y Madrid.

A grandes rasgos, el objetivo del proyecto ARFRISOL es demostrar que la arquitectura bioclimática, basada en el aprovechamiento de la energía solar activa y pasiva en edificios, es la forma adecuada de la edificación del futuro; para ello se están analizando y monitorizando (evaluando en

condiciones reales de uso) varios edificios públicos simbólicos, tanto de nueva planta como a rehabilitar, construidos en cuatro emplazamientos con condiciones climatológicas distintas (Almería, Madrid, Soria y Asturias) considerados como prototipos experimentales. El proyecto comenzó el 1 de Mayo de 2005 y finalizará el 31 de Diciembre de 2010.

La justificación de este proyecto se encuentra en el crecimiento de la demanda de energía en España (3,3% medio anual) al mismo tiempo que se vislumbra una crisis de los combustibles fósiles, la carencia de fuentes energéticas a escala nacional (importación de más del 80% de energía primaria) y el incumplimiento en nuestro país de lo estipulado en el Protocolo de Kyoto (superamos en más de 30 puntos porcentuales el 15% de aumento permitido en las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 1990).

Por todo ello, estamos obligados, con mayor intensidad que en otros países de la Unión Europea, a buscar en las energías renovables la alternativa del futuro, al mismo tiempo que utilizar en el mayor grado posible las denominadas energías limpias, es decir que no produzcan o produzcan en cantidades controlables gases de efecto invernadero.

La contribución de las energías renovables a la creciente demanda energética en España es actualmente (2006) de 9.800 ktep, lo que supone un 6,8% de los consumos de energía primaria, muy lejos del 12% previsto para 2010 por el Plan de Energías Renovables 2005 – 2010, cifrado en 20.200 ktep.

Al mismo tiempo, uno de los mayores puntos de consumo energético se encuentra en la edificación y más concretamente en el sector residencial y servicios (doméstico y cualquier otro tipo de uso de los edificios), que es el principal sector sobre el que se puede mejorar considerablemente la eficiencia energética. En efecto, el sector de la edificación consume más del 33% de la energía primaria total (hace 5 años era del 29%), a lo que hay que añadir el que esto supone el 50% de las emisiones de productos contaminantes.

Además, el consumo de energía final en los hogares suponía ya en 2003 el 15%, porcentaje que se eleva hasta el 25% si se le añade el correspondiente a los hoteles, el comercio y las oficinas, lugares todos ellos en los que el acondicionamiento energético (calefacción y refrigeración) es fundamental para lograr niveles suficientes de confort.

Las circunstancias anteriores han conducido a la consideración de la arquitectura bioclimática y a la utilización de la energía solar, en forma pasiva y activa, como fuente energética más adecuada para el acondicionamiento ambiental de los edificios desde las primeras fases de su diseño (edificios energéticamente eficientes). Esto se obtiene utilizando

la energía solar de forma pasiva a través de una arquitectura coherente energéticamente o Arquitectura Bioclimática, y la energía solar activa dotando a los edificios de captadores solares, paneles fotovoltaicos, etc. De esta manera, el consumo energético en los edificios podría reducirse más de un 50% en la UE, para el año 2010, siendo este valor para España de más del 60%, según se ha comprobado experimentalmente en el Ciemat.

También, cabe señalar que en el marco de las iniciativas de la UE contra el cambio climático y la seguridad de abastecimiento, el 16 de diciembre de 2002 se aprobó la Directiva Europea 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética en Edificios. El Código Técnico de la Edificación, que traspone esa normativa a España y ha entrado en vigor recientemente, establece los requisitos técnicos y las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones al objeto de reducir a límites aceptables los consumos energéticos en los edificios, así como la exigencia de que una parte importante de ese consumo proceda de fuentes renovables, sobre todo del Sol.

Por otra parte, el proyecto ARFRISOL está formado por una serie de subproyectos, cada uno de ellos con objetivos muy concretos. El Subproyecto 9b tiene como finalidad “Cambiar la Mentalidad ciudadana” y para ello se ha constituido un Grupo de Trabajo formado por profesores pertenecientes a la Real Sociedad Española de Física que ejercen su profesión en los distintos niveles que constituyen nuestro sistema educativo. Este grupo ha procedido a la elaboración de Unidades Didácticas desde la Educación Infantil hasta el Bachillerato que han sido experimentadas en situaciones escolares reales, en centros educativos en las Comunidad Autónomas participantes en el proyecto. Como consecuencia de la evaluación de los resultados se han revisados todos los materiales y, en lo que respecta a la etapa de Educación Infantil, el producto obtenido es la unidad: “Tengo un sol de casa”.

Los contenidos de esta Unidad constituyen el punto de partida de un planteamiento más amplio y profundo que se desarrollará a lo largo de la Educación Primaria y Secundaria incorporando este tipo de contenidos a los currículos oficiales. En esta línea, la unidad pretende abordar algunos objetivos educativos de la etapa infantil.

2. MODELO DIDÁCTICO

Como es sabido, los docentes actúan profesionalmente de acuerdo con un conjunto de conocimientos que orientan su práctica y que se refieren a los contenidos de las ciencias, la estructura de dichos conocimientos, a como se aprende, a como se enseña de forma eficaz, etc. No obstante, muchos de dichos conocimientos son de naturaleza implícita, es decir, el propio

docente no es consciente de su existencia. Pero como el papel fundamental de los mismos es orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, resulta necesario e imprescindible que sean expresados de manera consciente, para facilitar la tarea profesional y permitir un sólido desarrollo profesional donde las innovaciones educativas tengan cabida.

2.1. ¿Cómo se aprende?, y ¿cómo se enseña?

En el diseño de esta Unidad Didáctica hemos tenido en cuenta las características del alumnado a quienes va dedicada, y **los presupuestos constructivistas** asumidos en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales; es decir, se asume que el aprendizaje supone un proceso de "cambio conceptual" evolutivo, a través de las diferentes representaciones o modelo mentales y, en consecuencia, la enseñanza es una actividad práctica que ayuda y guía al estudiante en dicho proceso, a partir de **actividades potencialmente significativas** para él.

La edad de los escolares a quiénes va dedicada supuso considerar sus características psicoevolutivas (Kamii y Devries, 1987). Las actividades propuestas son inteligibles y parten de sus experiencias personales sobre fenómenos o hechos concretos de sus vidas cotidianas. Así, se busca favorecer la construcción de representaciones o modelos mentales "precursores" sobre las sombras, los cambios producidos en los objetos por la radiación solar, el carácter material del aire, la idea de confort térmico y procedimientos experimentales sencillos.

En este sentido, las estrategias didácticas para ayudar a los niños a construir su propio conocimiento serán el planteamiento y resolución de situaciones "problemáticas" abiertas, interesantes y motivadoras para los escolares (Science Education Now, 2007).

Las actividades propuestas, están centradas en las observaciones, percepciones, experimentaciones e inferencias, por parte de los niños, sobre las condiciones naturales ligadas al clima (temperatura, radiación solar, aire), el confort y las técnicas básicas de edificabilidad (orientación, distribución de huecos, características de los muros) (Teaching Science in School, 2002). Todo ello les permitirá construir una imagen o modelo precursor de los denominados **edificios bioclimáticos,** construcciones cuya finalidad es el uso de la energía solar como sistema de ahorro de energías convencionales sin disminuir el confort. Se considera fundamental introducir al alumnado en el uso de los procedimientos científicos como herramienta metodológica para su trabajo de cara a logran los cambios conceptuales, representacionales, deseados.

En todo momento, las tareas que se proponen tomarán como **punto de partida las experiencias de los niños adquiridas a través de sus sentidos.** Por ejemplo, se establecerá el paralelismo entre nuestra piel

y el exterior de los edificios (la piel está caliente o fría y nos aislamos con los vestidos ⇔ los cristales de las ventanas están más calientes o más fríos que las paredes, ponemos aislantes en los muros) y, el paralelismo entre sus ojos y las ventanas de los edificios (tenemos que entornar o cerrar nuestros ojos, nos ponemos gafas de sol ⇔ bajamos persianas, ponemos toldos).

Figura 1. Isomorfismo de una casa utilizado en la Unidad

Las actividades se realizarán de forma individual, para que los alumnos manifiesten sus propias ideas, y a nivel de grupo para poder contrastarlas, es decir, para propiciar los aprendizajes con los iguales. Además, se contará con la orientación del docente y la colaboración de los padres o adultos que les tutelen.

Por otra parte, los contenidos de la unidad se abordarán desde las diferentes áreas de forma **globalizada,** de manera que además de facilitar al alumno un mejor conocimiento del entorno, contribuya a un mejor conocimiento de sí mismo y una mayor autonomía personal y, a una mejora de sus capacidades comunicativas.

3. EDUCACIÓN INFANTIL Y LOS BLOQUES DE LA UNIDAD

Para que las iniciativas sociales tengan éxito, resulta fundamental que se incluyan como contenidos escolares. Así, la presente Unidad Didáctica se enmarca dentro de las enseñanzas mínimas que establece la LOE para el segundo ciclo de Educación Infantil (RD 1630/2006, de 29-12-06; BOE 4-01-07), una de cuyas finalidades es: "*el desarrollo de las destrezas y capacidades individuales y su interacción con el medio y con los iguales contribuyen a la evolución del pensamiento, enseñando a pensar y a aprender (pensamiento crítico, toma de decisiones, resolución de problemas, utilización de recursos cognitivos. etc.) y sientan las bases para el posterior aprendizaje".*

Por otra parte, la Unidad se adapta a las áreas y contenidos que la citada ley establece para el segundo ciclo de la Educación Infantil. De las áreas contempladas, el Conocimiento del Entorno es en la que mejor se enmarcan los objetivos y contenidos a los que hace referencia la unidad, aunque como ya hemos señalado, éstos tienen sentido desde la complementariedad con el resto de las áreas y habrán de abordarse desde la globalidad de la acción y los aprendizajes.

. . .“Las interacciones que niñas y niños establezcan con los elementos del medio, que con la entrada en la escuela se diversifica y amplía, deben constituir situaciones privilegiadas que los llevarán a crecer, a ampliar sus conocimientos sobre el mundo y a desarrollar habilidades, destrezas y competencias nuevas. Se concibe, pues, el medio como la realidad en la que se aprende y sobre la que se aprende”.

La Unidad Didáctica “Tengo un Sol de casa” consta de cinco bloques que presentamos seguidamente.

- Bloque 0.- Detección de ideas previas

El bloque 0 sería algo parecido a una introducción para centrarnos en “las casas –edificios-” sobre los que vamos a tratar. Tal y como está planteada la Unidad, las ideas previas de los alumnos las abordamos en las preguntas que les vamos planteando en cada actividad. Partimos de las ideas previas que los niños han construido, a través de su experiencia, para hacerles conscientes de las diferencias existentes entre las “casas tipo cuento” que ellos dibujan y las casas reales. Es una primera aproximación para diferenciar las casas reales (en las que vivimos) de las imaginarias e introducir el tema central de las “casas bioclimáticas”.

- Bloque 1.- El sol nos calienta, nos proporciona luz y se mueve

En el bloque 1 nos centramos en el SOL. Sin él ninguno de los bloques siguientes tendría sentido ya que va a ser nuestra fuente de energía. Aquí queremos averiguar cosas sobre él y saber que: nos calienta, nos proporciona luz (y sombras) y se mueve. En los siguientes apartados tratamos algunas características climáticas relacionadas con el Sol que afectan a las edificaciones en términos de ahorro energético. Buscamos oportunidades para que los niños ‘sientan’ los efectos de la presencia o ausencia del Sol sobre ellos mismos para luego extrapolarlas a los edificios.

La actividad de la Figura 2, incluida en este bloque, es un ejemplo de cómo proponemos experimentar sobre los efectos del Sol sobre algunos objetos.

- Bloque 2.- El aire existe, nos calienta y nos enfría

A continuación investigamos sobre el AIRE. Aunque no se ve, llena, entre otras muchas cosas, nuestros edificios. Puede estar frío o caliente y se mueve siguiendo unas curiosas reglas.

Las condiciones del aire en el interior de los edificios van a determinar el grado de confort en el interior de los mismos. En este bloque intentamos concienciar a los niños de algo tan difícil como es la existencia del aire. Para ello nos valemos de los efectos que produce (ocupa espacio, se mueve, está frío o caliente), ya que es “invisible”.

ACTIVIDAD 5: "EL SOL CAMBIA LOS OBJETOS".

5.1. ¿QUÉ LE PASA...?

Colocamos papel fotográfico al sol, habiendo dejado un objeto (llave, moneda, lápiz, goma de borrar...) opaco sobre él. Les hacemos preguntas del tipo:

- ¿Qué creéis que ocurrirá?
- ¿Qué habrá pasado?

Figura 3. Cambio en el papel fotográfico por el efecto del Sol.

Retomamos la actividad retirando el objeto opaco y observando el papel fotográfico. Planteamos la siguiente pregunta:

- ¿Qué ha cambiado? (Tenemos que tener en cuenta que hay diferencias de color entre la parte cubierta por el objeto opaco y la que ha estado directamente expuesta al sol).

Figura 2. Actividad del bloque 1 de la Unidad

- Bloque 3.- El aire existe, nos calienta y nos enfría

¿Por qué nos interesa el aire? Porque su temperatura en el interior de nuestros edificios hace que estemos o no confortables. En el bloque 3

pretendemos familiarizarnos con el concepto de CONFORT como “estar a gusto”. Empezamos viendo la relación entre los vestidos y las condiciones climatológicas para “sentirnos a gusto” (estar confortables) o no. Seguidamente relacionamos la función de los vestidos con la de los edificios: ambos deben proporcionarnos confort. A continuación nos preocupamos de ver qué características de nuestras casas y nuestro colegio lo consiguen mejor (orientación, ventanas, persianas, toldos...).

Introducimos el concepto de confort a través de las vestimentas para luego investigar si el colegio y nuestras casas son confortables. Por último, relacionamos los edificios con nuestro cuerpo y los vestidos.

- Bloque 4.- Las casas bioclimáticas “se alimentan” con el Sol

A estas alturas, estamos en el bloque 4, seguramente hemos caído en la cuenta de que tal vez nuestros edificios no son los más adecuados para proporcionarnos confort en cualquier época del año (quizá sean confortables en invierno pero no en verano, o a la inversa) y que tenemos que gastar mucha energía para que sean confortables. La alternativa son LOS EDIFICIOS BIOCLIMÁTICOS, que utilizan la orientación, el diseño y los materiales más adecuados para que el Sol sea un aliado que caliente el aire en invierno y no sea un enemigo en verano. Así conseguimos confort ahorrando energía y contaminación. Como no tenemos ningún edificio bioclimático a mano vamos a construir nuestro propio modelo de casa bioclimática, en la que podemos manipular los muros, ventanas, toldos... para conseguir mejores condiciones de confort utilizando únicamente el Sol (simulado en algún caso por una lámpara).

Observamos viviendas tradicionales adaptadas a las condiciones de su entorno para conseguir confort.

Manipulamos los elementos estructurales de una maqueta (ventanas-ojos, persianas–párpados, muros–piel, ver figura 1), orientándola para que el Sol nos ayude a conseguir el confort, con un importante ahorro energético y disminuyendo la contaminación.

Observamos los edificios que nos rodean para ver que no están construidos teniendo en cuenta criterios bioclimáticos y sacamos conclusiones.

También acompaña a la Unidad Didáctica un CD de Recursos que incluye dos versiones de un Glosario de imágenes con términos de interés para trabajar los contenidos de la misma.

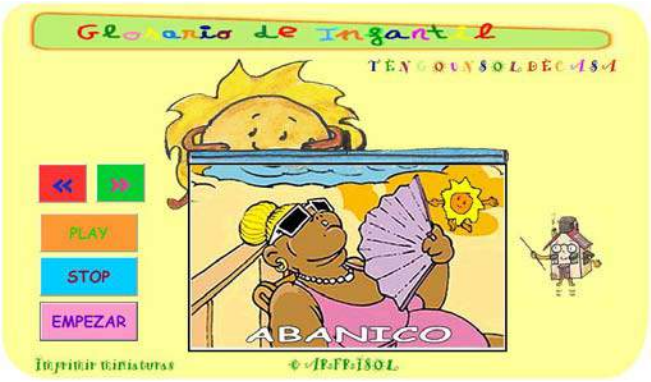


Figura 3. Glosario de imágenes incluido en el CD de Recursos

4. ESTUDIO PILOTO Y EVALUACIÓN

La Unidad Didáctica ha sido experimentada en centros escolares de las cuatro Comunidades Autónomas que participan en el Proyecto-ARFRISOL. A partir de los resultados obtenidos en este estudio se han llevado a cabo las modificaciones pertinentes para el diseño definitivo de la misma.

Debido a las características de la investigación, que se llevó a cabo en un entorno distribuido por varias comunidades autónomas, se hizo casi imprescindible disponer de herramientas y recursos que permitieran la comunicación con los profesores que ponían en práctica la Unidad. Esta circunstancia, unida a la posibilidad de disponer de los materiales en formato digital fue la motivación para desarrollar un sitio Web dedicado al estudio piloto 2007. A través de este portal se han recogido fichas de seguimiento, elaboradas por los profesores sobre las actividades desarrolladas por los escolares, que han servido para realizar modificaciones.

Figura 4. Portal del estudio piloto

Además, se ha llevado a cabo una prueba de evaluación final por parte de los escolares participantes para constatar los aprendizajes conseguidos. Las actividades propuestas fueron:

1. Dibujamos sombras,

2. Cambios físicos,

3. Las estaciones y el confort, y

4. Vestimos “la casita”.

1. La primera tarea (ver Figura 5) tiene como objetivo comprobar si el alumnado reconoce el color de la sombra y su posición en el suelo (el sujeto entre el Sol y la sombra). Estos aspectos serían “modelos precursores” para la construcción de contenidos posteriores y constituyen verdaderos obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de los escolares.

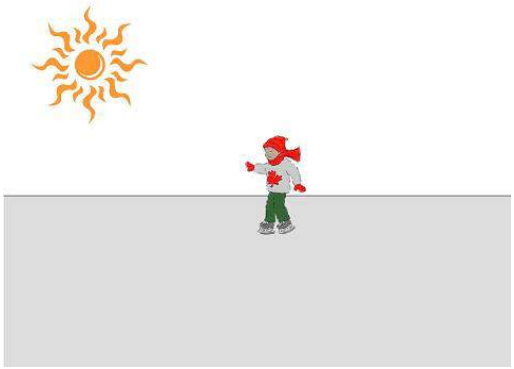


Figura 5. Prueba de evaluación 1

Para la corrección y el análisis de los dibujos de los alumnos se debe considerar que la sombra correcta debería estar en posición diagonal, y ser de color negro o gris. No obstante, una sombra en posición horizontal y con un perfil más o menos aproximado sería suficiente, pues a los niños les falta precisión para realizar trazos.

El estudio piloto realizado nos ha permitido observar que los niños dibujan sombras: en diagonal, detrás del patinador, en el suelo y a los pies del patinador, a un lado y vertical y, delante del patinador. Es decir, hay una amplia variedad de casos. Por ello, el maestro deberá hacer hincapié, durante el desarrollo de la Unidad, en la observación de las sombras, aunque en estas edades ello no asegura que el niño asuma la realidad y construya una imagen adecuada de las mismas. La fantasía y la imaginación juegan un papel muy importante en su pensamiento.

2. La segunda actividad de evaluación propuesta, tiene como objetivo evaluar la construcción del cambio de estado, como ejemplo de cambio físico, provocado por la energía del Sol. Desde el punto de vista didáctico,

esta actividad incluye unos contenidos conceptuales fundamentales para la comprensión de la realidad físico-natural y que presenta un gran número de “ideas alternativas” por parte de los escolares de primaria y secundaria. Por ello, consideramos que el tema debe abordarse desde los primeros niveles educativos, para que los niños vayan construyendo representaciones sucesivas de la realidad que les permitirán, en el futuro, aproximarse a la concepción científica sobre los cambios físicos y los cambios químicos. La observación de objetos y fenómenos, adecuadamente seleccionados, ayudarán a este objetivo.

Al analizar las producciones de los escolares debemos tener presente que todos los objetos se calentarán por exposición al Sol (aumentarán su temperatura) pero, algunos cambian de estado o pueden cambiar su naturaleza química. En este caso, el hielo (agua sólida), el chocolate y la mantequilla, cambian al estado líquido, aunque su naturaleza sigue siendo la misma, agua, chocolate y mantequilla.

En el estudio piloto los alumnos responden satisfactoriamente esta prueba en más del 90%.

3. La tercera actividad de evaluación utiliza una tabla para buscar relaciones entre objetos y su posibilidad de proporcionar confort según las estaciones. Esta actividad presenta aspectos más interdisciplinares, y resulta muy adecuada para los más pequeños por basarse en la importancia de las percepciones personales sobre sí mismos en la construcción del conocimiento.

En la realización de la prueba, los maestros deberán, de acuerdo a las características de su alumnado, elegir si deben utilizar un gomet, hacer un dibujo o una señal para responder las preguntas. La actividad resulta adecuada, también, para conocer nuevos objetos, saber su uso y aprender palabras.

En el estudio piloto se puso de manifiesto que los niños relacionan correctamente los objetos con las estaciones respecto al confort que proporcionan. No obstante, se han observado dificultades en la comprensión de la tabla de doble entrada. Así, proponemos que los maestros, hagan hincapié en este tipo de tablas, que aún suponiendo una gran dificultad cognitiva, pueden facilitar el desarrollo intelectual de los niños.

4. La última prueba presentada está relacionada con el bloque sobre “la casita”, y se refiere a los elementos propios de una edificación bioclimática.

Con esta tarea, estaríamos tratando de sensibilizar a los niños en el tema de las edificaciones bioclimáticas y el ahorro energético, aspecto de

interés para el currículo escolar y para la formación de los futuros ciudadanos.

En la realización del estudio piloto, los alumnos ubican correctamente los elementos de la casa. Pero, tenemos que prestar gran atención a los porqués de las acciones. Cuando hace calor, una mayoría contesta que hay que abrir las ventanas; cuando hace frío, algunos dicen que hay que poner la calefacción, pero algún alumno responde que "*hacer eso gasta energía y contamina*". Se han recogido frases como: "*La seño sube la persiana para que entre el sol en invierno*"; "*Mamá baja las persianas en invierno para que no entre el frío*". En relación a los elementos de la casita podemos mencionar, por ejemplo para el caso del invernadero: "*se abre en verano y se cierra en invierno*", "*en invierno el calor queda atrapado*", "*el invernadero sirve para que no entre el Sol*".

Con los resultados de esta evaluación (151 alumnos) y los comentarios realizados por sus profesores (8 maestros pertenecientes a las cuatro CCAA participantes), se realizaron las modificaciones pertinentes que nos han llevado a la versión definitiva de esta Unidad Didáctica, el primer eslabón del Proyecto Educativo ARFRISOL.

5. BIBLIOGRAFÍA

KAMII, C. y DEVRIES, R. (1987). *El conocimiento físico en la educación preescolar. Implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Siglo XXI.

SCIENCE EDUCATION NOW: A renewed pedagogy for the future of Europe. (2007). Brussels: European Commission. Directorate-General for Research.

TEACHING SCIENCE IN SCHOOL. La main à la pâte resources materials for the primary classroom. (2002). French Academy of Sciences. www.inrp.fr

¿CÓMO CONTRUIR LA COMPETENCIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN TERMODINÁMICA CLÁSICA?

Susana Flores Almazán, Luis Miguel Trejo

RESUMEN: Queremos introducir en un curso de Termodinámica a nivel licenciatura la construcción explícita de la competencia de resolución de problemas. Empleamos la visión de Perrenoud sobre competencias, la estrategia de trabajo colaborativo en grupos pequeños y la evaluación del proceso como regulación del aprendizaje. Ejemplificamos nuestros resultados con el tema de estudio de los gases.

PALABRAS CLAVE: Competencias, resolución de problemas, evaluación-regulación, trabajo cooperativo.

TITLE: How to construct the solving problem competency in classical Thermodynamics?

ABSTRACT: Our aim is to construct the solving problem competency in a Thermodynamics course at university level in explicit way. We use Perrenoud´s vision about competencies, together with collaborative work in small groups and the assessment as regulation of the learning process. We use as example of our results the findings on the study of gases.

KEYWORDS: Competencies, problem solving, assessment-regulation, cooperative work.

INTRODUCCIÓN.

En la primera conferencia mundial sobre educación superior se estableció que la educación superior es fundamental para el desarrollo sociocultural y económico y para la construcción del futuro. Se propuso que la educación especializada debe estar centrada en las competencias y aptitudes, pues ambas preparan a los individuos para vivir en situaciones diversas y poder cambiar de actividad. Se desea que el egresado pueda contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad y a resolver los problemas complejos más importantes que afectan al bienestar de las comunidades, las naciones y la sociedad mundial (UNESCO, 1998). Para alcanzar algunos de estos objetivos se recomienda:

Reformular los planes de estudio y utilizar métodos nuevos y adecuados que permitan superar el mero dominio cognitivo de las disciplinas; se debería facilitar el acceso a nuevos planteamientos pedagógicos y didácticos y fomentarlos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para la comunicación, el análisis creativo y crítico, la reflexión independiente y el trabajo en equipo en contextos multiculturales, en los que la creatividad exige combinar el

saber teórico y práctico tradicional o local con la ciencia y la tecnología de vanguardia.

En México estos y otros acuerdos se han traducido en diversas acciones. Un acuerdo reciente a nivel superior (ANUIES, 2000) establece que los graduados de la educación superior deberán caracterizarse, por ejemplo, con algunos de los siguientes elementos para enfrentar los retos del mundo del trabajo:

- Ser capaces de contribuir a la innovación y ser creativos.
- Ser capaces de trabajar en equipo.
- Contar con capacidades de comunicación y sensibilidad social.
- Contar con una formación sólida en los conocimientos y capacidades generales.
- Desarrollar aptitudes para resolver problemas.

Ideas similares aparecen en niveles educativos anteriores al superior. Así, en nuestra escuela secundaria, con alumnos entre 12 y 15 años de edad, se establece (SEP, 2006) que los alumnos construyan las competencias básicas para seguir aprendiendo a lo largo de su vida; enfrentar los retos que impone una sociedad en permanente cambio, y desempeñarse de manera activa y responsable como miembros de su comunidad y ciudadanos de México y del mundo. Entre las competencias básicas están: Competencias para el aprendizaje permanente, competencias para el manejo de la información, competencias para el manejo de situaciones (donde se fomenta tomar decisiones y asumir sus consecuencias; plantear y llevar a buen término procedimientos o alternativas para la resolución de problemas, etc.).

Y en nuestro bachillerato, con alumnos entre 12 y 15 años de edad, se programa una reforma curricular basada en competencias (SEP, 2008). Los desempeños terminales que el egresado del bachillerato debe alcanzar se delimitan por tres conjuntos de competencias y conocimientos a desarrollar: Competencias genéricas, competencias y conocimientos disciplinares y competencias profesionales. Algunas de las once competencias genéricas (generales y básicas) son: Se conoce y valora a sí mismo y aborda problemas y retos teniendo en cuenta los objetivos que persigue; escucha, interpreta y emite mensajes pertinentes en distintos contextos mediante la utilización de medios, códigos y herramientas apropiados; desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos; y participa y colabora de manera efectiva en equipos diversos.

En este contexto, en nuestra facultad de Química de la UNAM, en los últimos años (2001 a 2006) la idea de competencia estaba explícita en su misión (FQ, 2001 & 2006):

Proporcionar a la sociedad profesionales de la química con alto grado de competencia, que coadyuven al desarrollo nacional sustentable y contribuyan a una mejor calidad de vida; atendiendo la formación universitaria integral de los estudiantes en licenciatura y posgrado, así como su actualización permanente, con personal académico de alta calidad, integrando la docencia, la investigación y la práctica profesional; contemplando tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y la capacidad para la innovación.

Sin embargo, los actuales planes y programas de estudio no incluyen, de forma explícita, la recomendación de trabajar utilizando el enfoque de <competencias>, como marco para sustentar el desarrollo de la formación de los estudiantes. Como se menciona en la literatura, aunque en las universidades como la nuestra no se menosprecian las competencias, pero ni las mencionan, ni las incluyen explícitamente en los objetivos de aprendizaje, ni tampoco estimulan a que los niveles educativos inferiores reformulen sus programas en términos de competencias porque existe la idea de que es suficiente con tener una relación intensa y fundamental con los saberes y los textos (Perrenoud, 2003).

La asignatura Termodinámica Clásica en nuestra facultad.

La termodinámica clásica es una asignatura básica de carreras científicas. Por ejemplo, en la facultad de Química de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) se ha impartido en los primeros semestres de los diferentes planes y programas de estudio de las carreras que ahí se han enseñado. En nuestros planes y programas de estudio actuales de las carreras de Química (Q), Ingeniería Química (IQ), Ingeniería Química Metalúrgica (IQM), Química de Alimentos (QA) y Química Farmacéutica-Biológica (QFB) se imparte como asignatura teórico (4 horas semanales)-práctica (3 horas semanales) en el tronco común durante el segundo semestre. Preceden a esta materia los cursos del primer semestre: Física I, Cálculo I, Álgebra superior, Química General y Ciencia y Sociedad (humanística). Y con respecto a temas de termodinámica estudiados en niveles educativos anteriores, los programas oficiales de materias científicas contemplan estudiar algunos de ellos, pero de manera muy superficial y no conceptual.

El programa actual (DFQ, 2005) plantea estudiar sistemas gaseosos (ideales y reales), las leyes de la termodinámica con sus aplicaciones a sistemas físicos (cambios de fase y procesos) y a sistemas químicos (termoquímica), analizando cuidadosamente conceptos como equilibrio

termodinámico, temperatura, calor, energía interna, entalpía, entropía, energía de Helmholtz y energía de Gibbs. En un semestre promedio estudian la asignatura alrededor de 800 estudiantes, y se encuentran divididos en aproximadamente 20 cursos teóricos y 40 prácticos. Una clase típica de teoría contempla una exposición magistral con ayuda del pizarrón donde se utilizan las matemáticas para exponer de manera formal y rigurosa la mayor parte de los temas, lo que, en general, no ayuda a su comprensión (Trejo & Flores Almazán, 2002-2003). Para aplicar y evaluar lo estudiado en clase es práctica común que el profesor resuelva en clase un significativo número de ejercicios, que se entreguen series de problemas para aumentar esta importante práctica y que problemas similares se pregunten en los exámenes, lo que tampoco ayuda a su comprensión (Kim & Pak, 2002), ya que, por ejemplo, no se reflexiona explícitamente en qué es un problema y que estrategias se pueden emplear para su solución (Flores Almazán et al, 2007). Tenemos tantos temas por enseñar que, a la fecha no tenemos algún acuerdo académico sobre que es lo fundamental y mínimo que todo alumno debe aprender en este curso. Por ejemplo, en la guía de estudio reciente que explicita en forma de preguntas el programa oficial de nuestra asignatura se encuentran 178 preguntas (DFQ, 2008).

Esta situación hace que, en general, se revisen de manera superficial la gran cantidad de contenidos y que esta actividad nos consuma la totalidad de nuestro tiempo disponible. Los resultados obtenidos, durante años de repetir este esquema, mantiene a la asignatura dentro de las de mayor índice de reprobación en nuestra facultad (ver tabla 1).

Tabla 1. Índice de aprobación por carrera de alumnos de la generación 90 en algunas asignaturas del tronco común de la Facultad de Química, UNAM (Giral Barnes, 2000).

Semestre	Asignatura	I.Q.	I.Q.M.	Q.	Q.A.	Q.F.B.
1	Cálculo de función de una variable	48.40	22.95	40.00	40.15	34.52
1	Álgebra	54.52	36.07	44.00	44.70	40.24
1	Cinemática y dinámica	55.39	32.79	48.00	50.00	42.63
1	Química general	45.48	21.31	44.00	45.45	34.66
2	Ecuaciones diferenciales	50.17	30.77	75.56	68.06	59.20
2	Electromagnetismo	55.97	40.00	67.27	72.63	54.64
2	Termodinámica	60.27	26.83	82.35	60.19	47.98

En nuestra perspectiva, preparar a los estudiantes para el manejo de competencias es un reto que les ayudaría a enfrentarse mejor a su futuro

inmediato, sean los estudios de posgrado o su inserción en el mundo laboral, porque les permitiría movilizar sus conocimientos de manera hábil y exitosa, trabajar en equipo, resolver conflictos, argumentar con claridad, etc. Esto nos indujo a modificar nuestro trabajo. Como primer acercamiento identificamos la competencia de resolución de problemas como importante a construir en nuestro curso.

OBJETIVO.

Ayudar a construir, de forma explícita, la competencia de resolución de problemas en la clase de Termodinámica clásica. Se busca comprender la resolución de ejercicios como base para, de manera gradual, potenciar el enfrentamiento con problemas inéditos, que los reten a movilizar sus conocimientos y sus esquemas de resolución.

METODOLOGÍA.

Nos basamos en la visión de competencias de Perrenoud (2003) donde las competencias son la habilidad de movilizar los recursos con que contamos (conocimientos), y que además son adquisiciones, aprendizajes construidos y no herencia genética de la especie. Modificamos el sistema de abordar el trabajo en el aula, primero al reducir de forma drástica la cantidad de conocimientos enseñados y exigidos (Trejo & Flores Almazán, 2002-2003), así como reducir al mínimo las exposiciones magistrales del profesor. Establecemos un esquema como expertos para la resolución de problemas. También priorizamos el trabajo cooperativo de los estudiantes, induciendo a actividades de metacognición, que propician en los alumnos el manejo de sus conocimientos y la detección de sus errores, que deben ser utilizados como situaciones didácticas de aprendizaje significativo (Torre, 1993). Como apoyo empleamos la evaluación-regulación (Jorba & Casellas, 2002) que permite crear nuevos esquemas de representación cruciales en la construcción final de competencias. Con respecto a la evaluación disminuimos radicalmente los ejercicios que sólo fomentan cálculos mecánicos, por problemas de diversa apertura que promueven tanto la comprensión conceptual, como la toma de decisiones, el uso de argumentos, etc. En este trabajo presentamos nuestros resultados tomando como ejemplo el tema de estudio de los gases.

ESQUEMA DEL PROFESOR SOBRE RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y PROBLEMAS SENCILLOS.

Como se hace en la literatura especializada diferenciamos la resolución de ejercicios rutinarios y la de problemas novedosos. Los primeros son de naturaleza más cerrada y solución única, normalmente cuantitativos, se sabe cómo resolverlos mediante diversas técnicas. Y los segundos son de naturaleza más abierta, pueden tener una componente de investigación, no siempre tienen solución única, pueden ser cualitativos y cuantitativos,

en principio no se sabe cómo resolverlos así que es necesaria la aplicación de estrategias para su resolución.

Un primer paso en la construcción de la competencia de resolución de problemas fue elaborar, desde el punto de vista de alumnos expertos, un primer algoritmo que permita a cualquier alumno la resolución de ejercicios rutinarios. Este es sólo el punto de partida, la base para aprender estrategias de resolución de problemas novedosos, cada vez más y más abiertos, de solución múltiple, etc. A continuación planteamos este algoritmo:

- Leer con cuidado el enunciado para entenderlo
- Imaginar las acciones que se proponen
- Dibujar el estado inicial y el estado final del sistema
- Reconocer qué propiedades del sistema varían y cuáles permanecen constantes
- De acuerdo a la presión del sistema, saber con qué tipo de gas se trabaja, ¿ideal o real?
- Plantear una hipótesis sobre qué temperatura sería la esperada en el estado final
- Plantear las ecuaciones que son pertinentes para la solución del problema
- Manejar las ecuaciones algebraicamente y despejar la incógnita
- Introducir los datos pertinentes y realizar los cálculos
- Compara el valor de la hipótesis con el resultado obtenido y analizar si estos valores son lógicos o no tiene sentido.

COMENTARIOS DE ESTA PRIMERA ETAPA DEL PROCESO POR EL PROFESOR Y LOS ESTUDIANTES.

El segundo paso en la construcción de la competencia de resolución de problemas fue identificar las dificultades que presentan los estudiantes durante la resolución de ejercicios. Una forma de hacer esto es ayudar a los estudiantes a hacerlo explícito. Primero de manera individual y luego en grupos pequeños. Para ilustrar de forma detallada los comentarios de los alumnos incluimos aquí un ejercicio típico del tema gas ideal:

Un bulbo vacío con llave de paso, se llena con 4.4 g de CO_2 (g) a la presión ambiental al nivel del mar y a una determinada temperatura. Luego se coloca el bulbo en un baño de temperatura constante que marca una temperatura de 30 ^oC más que la del estado inicial. Estando la llave fuera del baño, se abre ésta hasta que la presión del gas CO_2 retorne al

valor original. Para entonces el bulbo contiene 3.96 g del CO_2. Calcula el valor de la temperatura inicial.

La primera actividad que se les pide es intentar resolver individualmente este ejercicio. A aquellos que no lo resuelven correctamente. Para poder identificar los errores que realizan se les pide que intenten hacerlos explícitos en forma escrita. Algunos enunciados típicos que escriben los estudiantes son:

- No entendí el enunciado y no pude hacer nada
- Calculé el volumen inicial, desconociendo la temperatura y con ese valor calculé la temperatura final, suponiendo un valor para la presión final y luego relacioné el estado inicial con el final, sin considerar que la masa cambia y desde luego el valor obtenido es muy grande e incorrecto.
- Tengo bien planteado el problema, determine que la temperatura final era igual a la temperatura inicial más un aumento de 30 grados Celsius, que pude igualar a 30 grados Kelvin a la hora de sustituir en la ecuación, mi error estuvo en que al calcular la cantidad de sustancia del estado final, dividí incorrectamente, lo que me llevó a un resultado incorrecto.
- Llegue a un resultado muy parecido al correcto, pero mi procedimiento es incorrecto, ya que, consideré el aumento de temperatura, no como un incremento, o sea un ΔT, sino como un valor puntual y lo pasé de Celsius a Kelvin, sumándole 273.15 grados, además despeje mal a la temperatura inicial lo que me lleva a un valor, que por coincidencia se parece al valor correcto.
- Obtuve un resultado incorrecto, porque confundí el aumento de temperatura de 30 grados Celsius, con la temperatura de 30oC y eso me llevó a que, aunque el planteamiento de la ecuación que relaciona a los dos estados es correcta, al introducir mi equivocación el resultado es falso.
- Mi error consistió, en que no pude darme cuenta que el volumen es el mismo en el estado inicial y en el estado final y eso me hizo hacer muchos cálculos, que me hicieron perder tiempo y enredarme más y finalmente llegar a un resultado incorrecto.

En este mismo tono siguen las explicaciones de los estudiantes, no detectan cuáles son sus fallas, mencionan únicamente detalles puntuales que los llevaron al fracaso. No detectan que no utilizaron los modelos de movilización de sus recursos cognitivos. Ellos habían resuelto problemas, en donde tuvieron que reconocer que variables permanecían constantes y cuáles no y ese esquema de planteamiento del problema, no supieron movilizarlo, ante un problema que les pareció distinto.

La aceptación y reconocimiento de sus fallas u omisiones, les permitirá en el futuro estar pendientes de no repetirlas, regulando su aprendizaje, con la claridad que se tiene cuando se logra la metacognición de lo que se está estudiando.

A continuación se les pide que ahora realicen la actividad en grupos pequeños y que entreguen un resumen escrito de sus comentarios. Resultados de esta actividad son que, en el tema gas ideal, los estudiantes: i) Se tropiezan constantemente al interpretar el enunciado de un problema, cuando este no se parece a los que ya han visto en la clase, no movilizan sus conocimientos del lenguaje termodinámico, lo que les impide entender el problema; ii) conocen los fenómenos termodinámicos pero no los reconocen en la lectura del enunciado; iii) no imaginan y no dibujan lo imaginado; iv) no ponen en práctica su capacidad de razonar y reflexionar sobre lo que leen, etc. Para resolver este aspecto se les pide elaborar una representación de lo que se pide y se debe hacer, de forma cooperativa con sus compañeros, porque así pueden aprender diferentes esquemas de resolución para el mismo problema.

En la evaluación formativa que utilizamos en este trabajo, ponemos el acento en las situaciones pedagógicas, nos interesaron más los procedimientos desarrollados que los resultados (Jorba & Casellas, 2002). El manejo de los errores es complejo, ya que hay reticencia a aceptar que se equivocan o que no entienden, y mientras no acepten sus equivocaciones, tenderán a repetirlas, por eso, consideramos muy importante introyectar en ellos la idea, de que equivocarse, no es algo que sea malo, ya que sólo los que no hacen nada, nunca se equivocan y que es a través de los errores que adquirimos experiencia y que gracias a que nos equivocamos y somos conscientes de ello, podemos corregir y regular nuestro aprendizaje (Flores Almazán et al, 2007).

Algunos estudiantes cometieron el error de no tomar en cuenta que la presión, aunque era un dato al principio, al obtener la presión en el estado final debería tomarse en cuenta que ocurría un aumento de presión que se proporcionaba, y algunos consideraron que ese aumento de presión era la presión final, y se justifican diciendo que al leer el problema detectaron que el problema decía que la "presión aumenta a", en lugar de la "presión aumenta" solamente. Hay reticencia a aceptar que se equivocan o que no entienden, y mientras no acepten sus equivocaciones, tenderán a repetirlas, por eso, consideramos muy importante introyectar en ellos la idea, de que equivocarse, no es algo que sea malo, ya que sólo los que no hacen nada nunca se equivocan y que es a través de los errores que adquirimos experiencia y que gracias a que nos equivocamos y somos conscientes de ello, podemos corregir y regular nuestro aprendizaje.

Se continúa mostrando el esquema de resolución de ejercicios de alumnos expertos como una posible ruta a utilizar. Muchos estudiantes utilizan otra, por ejemplo, cuando se les pide que, antes de hacer ningún cálculo, se imaginen que resultado sería el lógico obtenido, ellos, de todos modos, realizaron cálculos sin ton ni son, es decir, sin razonar si esos valores no resultaban absurdos.

Para fomentar la retroalimentación alrededor de este esquema se dedicó una sesión de dos horas con los estudiantes donde se comentaron los resultados obtenidos. Además, se les pidió que expresaran verbalmente como se sentían acerca de todo el proceso. Algunos siguieron justificándose. Entonces se discutió si admitir que se equivocaron podía ayudar a la adquisición de experiencia y madurez. Entre las opiniones vertidas está que cuando no se tenga temor o vergüenza ante la exposición de los errores, se logrará un mejor aprendizaje, que finalmente es nuestro objetivo final.

Desde el punto de vista estadístico, el grupo mejoró en sus calificaciones a partir de que están autorregulándose, pero creemos que esta didáctica se encuentra enlazada con manejo de sentimientos y valores, de los estudiantes y de los profesores, que es necesario considerar y que magnifican las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje.

CONCLUSIONES

Estamos convencidos que la creación de una competencia depende de una dosis justa entre el trabajo aislado de sus diversos elementos y la integración de estos elementos en una situación de operabilidad. Toda la dificultad didáctica reside en manejar de manera dialéctica estos dos enfoques. En el caso de la competencia de resolución de problemas en termodinámica consideramos que el primer paso es comprender la resolución de ejercicios. Que para lograr esquemas de solución variados es recomendable el trabajo colaborativo en grupos pequeños y la evaluación del proceso como regulación del aprendizaje. Con este aprendizaje se puede construir, de manera gradual, la competencia de resolver problemas inéditos, que los reten a movilizar sus conocimientos y sus esquemas de resolución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUIES ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR (2000). *La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo una propuesta de la ANUIES*. México: ANUIES.

DFQ, DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM (2005). *Programa de Estudio para Termodinámica (1212).* Extraído

el 14 de Abril de 2008 desde http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/1212Termodinamica-5.pdf

DFQ, DEPARTAMENTO DE FISICOQUÍMICA, FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM (2008). *Guía de Estudio para Termodinámica (1212).* México: SEP. Extraído el 14 de Abril de 2008 desde http://depa.pquim.unam.mx/fisiquim/pdf/termo/guiadeestudiotermo.pdf

FQ FACULTAD DE QUÍMICA (2001). *Memoria 2001 de la Facultad de Química, UNAM*. Extraído el 14 de Abril de 2008 desde http://www.stcp.unam.mx/memoria/2001/2001/fq.html

FQ FACULTAD DE QUÍMICA (2006). *Memoria 2006 de la Facultad de Química, UNAM.* Extraído el 14 de Abril de 2008 desde http://www.stcp.unam.mx/memoria/2006/31-fq.pdf

FLORES ALMAZÁN, S., DELGADO HERRERA, T. & TREJO, L.M. (2007). La evaluación-regulación en la resolución de problemas de termodinámica"., en Pinto Cañón, G. (ed), *Aprendizaje activo de las Física y la Química*, pp 433-437 Madrid: Equipo Sirius.

GIRAL BARNES, C. (2000). *Calidad en la Educación Superior II PAPIME.* México, D.F.: Facultad de Química, UNAM.

JORBA, J. & CASELLAS, E. (2002). *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes.* Madrid: Editorial Síntesis.

PERRENOUD P. (2003), *Construir competencias desde la escuela*. 2ª. Ed. Providencia (Chile): J.C. Sáez editor.

KIM, E. & PAK, SJ. (2002). Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. *American Journal of Physics*, 70 (7), pp 759-765.

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (2006). *Educación Básica. Secundaria. Plan de Estudios 2006*. México: SEP.

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA (2008). *Reforma integral de la educación media superior en México: La Creación de un Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad*. México: SEP. Extraído el 14 de Abril de 2008 desde http://www.sems.gob.mx/aspnv/Sistema_Nacional_Bachillerato.pdf

TORRE, S. DE LA (1993). *Aprender de los errores*. Madrid: Escuela Española.

TREJO, L.M. & FLORES ALMAZÁN, S. (2002-2003). ¿Como enseñar la Termodinámica para lograr su aprendizaje?. Algunos problemas y propuestas". *Anuario Latinoamericano de Educacion Química*, 16, pp 218-221.

UNESCO (1998). *Declaración mundial sobre educación superior siglo XXI.* Extraído el 14 de Abril de 2008 desde http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm

PROPUESTA DIDÁCTICA SOBRE HERENCIA DE CARACTERES EN EDUCACIÓN INFANTIL

Ana M. Abril Gallego* y Teresa Granda Barrena

Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Jaén. amabril@ujaen.es. Tlf. 953211971.

(*) Persona de contacto

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil, propuesta didáctica, herencia de caracteres, interdisciplinariedad.

RESUMEN: La sociedad actual demanda a sus ciudadanos conocimientos globalizados sobre ciencias experimentales. Aunque en niveles superiores se ha hecho un gran esfuerzo por desarrollar materiales en este campo, menos atención se ha dedicado a la Educación Infantil. Las propuestas didácticas para este nivel educativo deben de mostrar aspectos globales, interesantes y significativos para los niños y se han de trabajar metodologías que favorezcan el posterior desarrollo de procedimientos más complejos, promoviendo situaciones de aprendizaje significativo. Presentamos una propuesta didáctica donde se trabaja el método científico a través de la herencia de caracteres en diferentes situaciones de aprendizaje con alumnos/as de 5-6 años.

ABSTRACT:

Global science is strongly demanded on current society. Although considerable research has been devoted to develop learning material on primary and secondary levels, rather less attention has been paid to develop those materials on kindergarten. The learning units on this level have to consider global aspects as well as interesting and significant for children; methodologies to favour a deeper future conceptual understanding have to be used. In the present learning unit the scientific method is worked through traits inheritance in different learning environments in kindergarten (5-6 years old).

1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Con la propuesta didáctica que a continuación se presenta se pretende atender las premisas expuestas en el RD 1630/2006 de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil, donde en su artículo 4 expone:

> "*Los contenidos educativos de la Educación infantil se organizarán en áreas correspondientes a ámbitos propios de la experiencia y del desarrollo infantil y se abordarán por medio de actividades globalizadas que tengan interés y significado para los niños.*"

Se ha diseñado para ser implementada en el último curso del segundo ciclo de Educación Infantil (5-6 años) teniendo como tema transversal la herencia de caracteres, conocimiento clave en las Ciencias Experimentales, nutrido por las Ciencias Sociales (familia, interculturalidad) y las Matemáticas (recogida de datos, tablas) a través de actividades relacionadas con su familia.

Muchos autores han señalado la necesidad de comenzar en los niveles educativos iniciales el tratamiento concreto de algunos de los principales conceptos científicos base de discusiones presentes en la sociedad actual. Con esta propuesta didáctica se dará respuesta a dos cuestiones fundamentales: i) evitar obstáculos didácticos, así como preconcepciones erróneas del alumnado, en un campo presente en la sociedad en la que el alumnado se desenvolverá; ii) promover actitudes de curiosidad e interés por aspectos científicos de gran relevancia social, actitudes de flexibilidad intelectual así como la necesidad de argumentación para la resolución de problemas.

Somos conscientes de que el tratamiento de la herencia de caracteres en la Educación Infantil podría resultar difícil debido a la complejidad y al alto grado de abstracción del campo conceptual; la presentación de los contenidos que realiza la enseñanza tradicional no ayuda mucho al respecto; conceptos como gen, carácter hereditario, rasgo físico, etc., no se pueden presentar a los niños y niñas de cinco años de manera trasmisiva, carecerían completamente de sentido y utilidad. Sin embargo, el tratamiento de este tema a través de determinadas herramientas didácticas sería factible y puede derivarse y relacionarse con algunos de los contenidos prescritos por los documentos oficiales para la etapa y el ciclo; así, el conocimiento de sí mismo, de las características físicas básicas que nos diferencian o hacen parecidos a los demás, de las relaciones familiares básicas, etc., son algunos de los contenidos a los que podríamos acercarnos desde la herencia de caracteres. Así pues, creemos que el tratamiento de determinados conceptos puede abordarse a través de enfoques globalizados que impliquen actividades para trabajar todas las áreas del currículo y que posibiliten aprendizajes significativos.

Una herramienta clásica para el tratamiento de conceptos complejos es la analogía; éstas se usan en la enseñanza para comunicar conceptos nuevos y abstractos, dado que permiten transferir conocimientos de unas áreas a otras, facilitando la visualización de un dominio abstracto (Duit, 1991). Bonat y otros (2001) definen la analogía como *comparaciones*

entre dominios de conocimiento que mantienen una cierta relación de semejanza entre sí.[1]

En la presente propuesta didáctica no solamente se trabajará con analogías, sino que será el propio alumnado el que las construya en la medida de lo posible, siempre guiado por el docente en un contexto dialógico, a fin de evitar algunos aspectos negativos detectados en su uso[2]. De cualquier manera, y teniendo en cuenta la conclusión a la que llega Dagher (1995b), se trata más bien de buscar condiciones a partir de las cuales las analogías pueden llegar a resultar útiles desde el punto de vista didáctico.

Por último, aunque en el nivel de Educación Infantil no podemos pretender la adquisición completa de un vocabulario científico, creemos en la conveniencia de exponer al alumnado a él (precisión terminológica). Debido a la presencia social de términos científicos, una de las responsabilidades de la enseñanza debe de ser poner en contacto al alumnado con el uso correcto de una terminología que se le hará imprescindible, si bien esto no significa que se tenga que evaluar directamente el nivel de adquisición del vocabulario específico[3].

2. Propuesta Didáctica

La presente unidad didáctica facilitará, entre otras, la adquisición de las siguientes competencias:

- Formarse una imagen ajustada y positiva de sí mismo.
- Conocer y representar su cuerpo.
- Realizar, de manera cada vez más autónoma, actividades habituales y tareas sencillas para resolver problemas de la vida cotidiana.
- Observar y explorar de forma activa su entorno, generando interpretaciones y mostrando interés por su conocimiento.
- Relacionarse con los demás.
- Iniciarse en las habilidades matemáticas, manipulando funcionalmente elementos y colecciones, identificando sus atributos y

[1] En este mismo trabajo se cita la definición que de analogía hace Dagher (1995a): "desde un punto de vista educativo sirven para ayudar a comprender una determinada noción o fenómeno, que se denomina objeto (...) a través de las relaciones que establece con un sistema análogo (...) y que resulta para el alumno más conocido y familiar".

[2] Insuficiente familiaridad para el alumnado, presentación de la analogía como algo ya acabado, mostrada de manera transmisiva, etc.

[3] Se introducirán algunos términos científicos en momentos concretos, de manera secuenciada, y siempre acompañándolos con términos análogos que esclarezcan su significado.

cualidades, y estableciendo relaciones de agrupamientos, clasificación y orden.

- Utilizar la lengua como instrumento de comunicación, de representación y de aprendizaje.
- Comprender las intenciones y mensajes de otros niños y adultos.

Se trabajarán contenidos de las áreas de conocimiento a las que hace mención el RD 1630/2006 de 29 de diciembre[4].

La propuesta se divide en tres situaciones de aprendizaje:

- Situación 1, árbol genealógico.
- Situación 2, herencia de caracteres y código.
- Situación 3, árbol genealógico completo.

La estructura general de cada situación será la siguiente[5]:

- Resumen de la situación: tiempo sugerido, términos científicos introducidos, analogía(s) utilizada(s), visión de conjunto, objetivos, materiales, preparación preliminar[6] y evaluación.
- Secuencia de aprendizaje
- Conexión con la vida familiar

En esta estructura general se irán insertando aquellas variables didácticas[7] que se puedan trabajar en cada momento de la propuesta.

ALGUNAS CUESTIONES PREVIAS

Situación para detectar ideas previas. Agrupamiento: grupo completo en zona común o alfombra. El objetivo es la sensibilización sobre el tema del conocimiento de uno mismo mediante un debate abierto. El docente ha de ir guiando este debate por medio de cuestiones abiertas que permitan la explicitación de las ideas previas de los discentes, identificando los posibles obstáculos que aparezcan en forma de concepciones previas.

¿Cómo soy? ¿De qué color es mi pelo, y mis ojos, y mi piel? ¿Cómo tengo las orejas?

---

[4] Algunos de los contenidos que se trabajan en las áreas de conocimiento son: el cuerpo y la propia imagen, la actividad y la vida cotidiana, medio físico: elementos, relaciones y medida, cultura y vida en sociedad, lenguaje verbal y lenguaje artístico.

[5] Estructura adaptada del proyecto *La main à la pâte*. http://www.inrp.fr/lamap/

[6] Habrá aspectos de la *Preparación preliminar* que puedan ser realizados por el propio alumnado o por un grupo de ellos, así la estimulación será mayor.

[7] *Variable didáctica* es un elemento de la situación que puede ser modificado por el docente, y que afecta a la jerarquía de las estrategias de solución que pone en funcionamiento el alumno/a. No podemos considerar que "todo" sea variable didáctica en una situación, sino sólo aquel elemento de la situación tal que si actuamos sobre él, podemos provocar adaptaciones y aprendizajes.

¿En qué me parezco a los demás niños y niñas de la clase?

¿En qué me diferencio de los demás niños y niñas de la clase?

¿A quién me parezco? ¿Por qué me parezco más a las personas de mi familia?

¿En qué me parezco a las personas de mi familia?

SITUACIÓN 1: Árbol genealógico.

- Resumen de la situación:
    - Tiempo sugerido: 45 minutos.
    - Términos científicos introducidos: árbol genealógico, ascendientes, descendientes.
    - Analogía utilizada: árbol/árbol genealógico.
    - Visión de conjunto: se elaborará un árbol genealógico con imágenes de los familiares más directos, se presentará y comparará con el resto de la clase.
    - Objetivos: analizar la estructura horizontal y vertical de la familia. Fomentar las relaciones familiares.
    - Materiales: fotos o imágenes de los familiares, cartulina, cinta adhesiva de doble cara, lápices de colores.
    - Preparación preliminar: informar a las familias del desarrollo de esta actividad[8]. Advertir al alumnado que ha de conseguir fotos o imágenes de sus familiares. Habilitar un espacio vertical identificado como “Nuestros árboles genealógicos” donde exponerlos durante la unidad didáctica.
    - Evaluación: observar el nivel de interés de la clase.
- Secuencia de aprendizaje:
    - Cómo empezar: en asamblea se explica que cada niño/a va a construir un árbol genealógico que es la representación en un dibujo de su familia. En él se va a representar tanto los miembros de la familia como la relación que existe entre ellos. Para realizarlo se debe de pedir a los padres que busquen fotos de los familiares para que se puedan traer a clase el

[8] La advertencia se realiza con una doble finalidad: i) evitar complicaciones en las relaciones familiares; ii) por ser la intervención familiar esencial en el desarrollo de la unidad didáctica. Especial atención deberá de dedicar el docente a las familias multiculturales, con niños/as adoptados o con estructuras familiares diferentes a la tradicional.

próximo día. Redactamos la carta de petición a los padres entre todos[9].

- Presentación de la analogía y trabajo con ella: en primer lugar se presenta la analogía: "El árbol genealógico es similar a un árbol; partes: tronco, ramas y hojas". Para trabajar la analogía se proponen las siguientes actividades: "1.- Dibujad un árbol y colocad a modo de hojas a cada uno de vuestros familiares (abuelos/as, padre, madre[10], hermanos/as y vosotros mismos). Colocad a los abuelos en la zona más alta de la copa del árbol, a los padres en la zona media y a los hermanos, hermanas y vosotros mismos en la parte más baja[11]. Unid con ramas horizontales aquellas personas que sean pareja. Unid con ramas verticales los hijos con los padres. 2.- Volved a dibujar el árbol reorganizándolo para que quede todo lo más ordenado posible[12]. 3.- ¿Qué relación tiene el árbol con tu familia?; ¿qué simbolizan las hojas?; ¿qué simbolizan las ramas?".
- Validación: puesta en común en grupos de 4 alumnos, se compararán los árboles genealógicos, surgirán así procesos de comunicación que les permitan ir validando sus propuestas y acciones. Puesta en común con el grupo completo; se pondrá especial atención en aquellos árboles con estructura familiar diferente a la tradicional, destacando así la posibilidad de que existan diferentes tipos de árboles familiares[13]. Validación en casa por contraste con la realidad misma que representa.

- Conexión con la vida familiar: la carta de petición de las fotografías se entrega a los padres que son quienes aportan el material. Además una de las validaciones se llevará a cabo en el propio entorno familiar.

SITUACIÓN 2: Herencia de caracteres y código.

- Resumen de la situación:

[9] En esta parte se trabaja sobre todo el área de Lenguajes: Comunicación y representación.

[10] Variables didácticas según el grupo-clase: En las relaciones verticales se puede trabajar solamente con F_0 y F_1 (padre, madre y hermanos/as) o trabajar con F_0, F_1 y F_2 (abuelos/as, padre, madre y hermanos/as); en las relaciones horizontales se pueden incluir primos/as y tíos/as.

[11] Con esta organización se favorece la inclusión de términos como ascendiente y descendiente, identificándolo con "ascender" y "descender".

[12] Se deberá de indicar al alumnado que deben de dejar espacios debajo de cada miembro de la familia que serán rellenados en la Situación 3.

[13] Podría ser éste el momento de introducir la diferencia entre "árbol familiar" y "árbol genealógico".

- Tiempo sugerido: 3 sesiones de 45 minutos cada una.
- Analogías utilizadas: forma y color/caracteres que se pueden heredar, carácter que se elige para el robot-hijo/fenotipo, código/código genético, orden/mensaje genético.
- Términos científicos introducidos: carácter, herencia de caracteres, fenotipo, código, mensaje.
- Visión de conjunto: con las tres actividades que se proponen se pretende que los alumnos afronten situaciones en las que tengan que plantearse aspectos relacionados con la herencia de caracteres. A través del juego, aprenderán a realizar un código y utilizarlo para descifrar una orden.
- Objetivos: trabajo con variables, establecimiento de hipótesis de trabajo, diseño y desarrollo de experimentos en base a unas hipótesis, presentación de datos, codificar y decodificar información.
- Materiales: por cada grupo de 4 alumnos/as, pinturas de dedos o al agua (al menos de tres colores primarios), cartulina de gran tamaño, rotuladores; pegatinas de diferentes formas geométricas y diferentes colores, lápices, papel, elementos para disfrazarse la cara, la cabeza y el cuerpo.
- Preparación preliminar: elegir los tres colores primarios que se usarán. Las pegatinas deberán de estar clasificadas por formas y colores[14]. Los elementos de disfraz pueden ser aportados por el profesorado o por el propio alumnado.
- Evaluación: las tres actividades están ordenadas según grado de complejidad. El nivel de implicación en las actividades, la motivación, la capacidad de plantear hipótesis científicas o de diseñar experimentos y de llevarlos a cabo de manera ordenada, el trabajo en equipo, la facultad de diseñar un código y de utilizarlo para descifrar un mensaje pueden ser aspectos a evaluar. La validación por parte del propio alumnado, de manera individual y/o en asamblea será la forma de autoevaluación.

- Secuencia de aprendizaje:
  - Actividad 1: herencia de un carácter. Se trabajará en el aula con la mezcla de colores primarios generando una familia (F_0, F_1 y F_2). Tras experimentar la mezcla de colores primarios, los

[14] Este material puede ser el fruto de una actividad previa del alumnado relacionada con la clasificación.

niños y niñas deberán de dibujar los diferentes miembros de una familia mezclando colores, con formas irregulares (a modo de los dibujos infantiles *barbapapás*): en la parte superior del papel, en la primera fila se situará la F_0 cuyos miembros se dibujarán con una mancha de color primario más blanco; en la siguiente fila se dibujará la F_1 mezclando los colores de la F_0; en la siguiente fila se dibujará la F_2 mezclando algunos de los colores de la generación anterior.

- Actividad 2: herencia de dos caracteres. Dos variables a heredar, forma y color. En cajas y clasificadas se encontrarán pegatinas de diferentes formas y colores[15]. Cada estudiante deberá realizar con las pegatinas un robot formado por tres partes[16] (cabeza, tronco y piernas). Por parejas de alumnos compararán los robots; posteriormente cada uno de los robots será un progenitor. En otro papel la pareja de alumnos deberá de elaborar un robot-hijo decidiendo qué carácter hereda de cada progenitor de tal manera que para cada carácter[17] podrá haber dos posibilidades de fenotipo[18]. En asamblea cada pareja deberá de validar su actividad.
- Actividad 3: codificar y decodificar para disfrazarse. Para esta actividad la clase deberá de dividirse en dos equipos (A y B); el equipo A desarrollará el código mediante una tabla de doble entrada definiendo para cada elemento del disfraz el símbolo que lo representa y colocará el código en un lugar del aula[19]; cada integrante del equipo A dará una orden a un miembro del equipo B que consistirá en una tira de papel con la secuencia de símbolos que forman el mensaje; el equipo B interpretará el código y cada alumno/a llevará a cabo la orden que se le haya dado[20]. El código debe de servir para que cada alumno

[15] Variable didáctica: número de formas diferentes y número de colores diferentes. En esta actividad se sugieren tres formas y tres colores diferentes.

[16] Variable didáctica: número de partes diferentes que forman el robot. En esta actividad se proponen tres partes.

[17] Seis caracteres en total: forma de la cabeza, color de la cabeza, forma del tronco, color del tronco, forma de las piernas y color de las piernas.

[18] Este podría ser el momento de introducir el concepto de *fenotipo*. Así mismo se podrían introducir los conceptos de *dominante* y *recesivo*, comparando el carácter que se elige para el robot-hijo como "dominante" y el que no se elige como "recesivo".

[19] Variable didáctica: el código puede colocarse lo suficientemente cerca del baúl con los elementos del disfraz para que el alumnado pueda verlo o lo suficientemente alejado para el alumnado tenga que desarrollar diferentes estrategias de aprendizaje.

[20] La actividad puede llevarse a cabo dos veces, con lo que en una primera fase el equipo A lo formarán un determinado grupo de alumnos/as que posteriormente serán el equipo B.

del equipo B sepa qué complemento-ropa debe de ponerse[21]. La validación se realiza por parejas (un miembro del grupo A y otro del grupo B); posteriormente en asamblea se validará la actividad. Por último se deberá de tratar en asamblea las analogías trabajadas y relacionar los análogos y los objetos.

- Conexión con la vida familiar: a lo largo de las actividades 1 y 2 se tiene presente una estructura familiar por lo que se trabajan de nuevo conceptos como ascendiente, descendiente, parentescos, etc.

SITUACIÓN 3: Árbol genealógico completo.

- Resumen de la situación:
    - Tiempo sugerido: 2 sesiones de 45 minutos cada una[22].
    - Términos científicos introducidos: caracteres opuestos, dominancia, recesividad.
    - Visión de conjunto: con el árbol genealógico realizado en la Situación 1 el alumnado deberá de estudiar la herencia de algunos caracteres opuestos en su familia utilizando los conceptos adquiridos en las anteriores situaciones.
    - Objetivos: conocimiento del propio cuerpo, fomentar las relaciones familiares, utilizar los conocimientos adquiridos en las anteriores situaciones[23].
    - Materiales: árbol genealógico realizado en la Situación 1, tabla de doble entrada[24], papel, lápices de colores.
    - Preparación preliminar: selección de los caracteres opuestos que se van a trabajar[25]; en su caso, realizar la tabla de doble entrada, preparar material gráfico que oriente al alumnado sobre los diferentes fenotipos de los caracteres seleccionados.

[21] Variable didáctica: número de elementos por parte del cuerpo y número de partes del cuerpo que se disfrazan. En esta actividad proponemos tres elementos de disfraz y tres partes del cuerpo: cabeza (gorro, sombrero, lazo), cara (bigote, cejas, lunar) y cuerpo (bufanda, guantes y bolso).

[22] Una sesión se llevará a cabo antes de recabar la información de la familia y otra después.

[23] Ascendientes, descendientes, carácter, herencia de caracteres, mensaje genético, fenotipo.

[24] Variable didáctica: la tabla de doble entrada puede ser diseñada por el docente o por el alumnado.

[25] Variable didáctica: qué caracteres y cuántos caracteres deberán de seleccionarse según las características del grupo-clase. En la presente propuesta didáctica estimamos oportuno seleccionar tres caracteres cuyo fenotipo dominante es "presencia de pico de viuda en el nacimiento frontal del cabello", "oreja con lóbulo" y "lengua enrollable".

- Evaluación: se evaluará la adquisición de competencias relacionadas con el planteamiento de hipótesis, la recogida y presentación de datos, el establecimiento de conclusiones, etc.

- Secuencia de aprendizaje:
  - El profesorado deberá de explicar en asamblea la actividad a realizar, los fenotipos que deberán de identificar y el carácter opuesto de dichos fenotipos.
  - La secuencia básica de acción en una estrategia óptima de resolución del problema consistiría en:
    - Consensuar y elaborar en asamblea el código para representar cada fenotipo, quedando en un lugar visible del aula.
    - Cada alumno/a estudiará en su propio cuerpo cada uno de los caracteres e indicará en su árbol genealógico el mensaje expresando su fenotipo para cada carácter.
    - Elaboración de una tabla de doble entrada para la recogida de datos de los familiares.
    - Recogida de datos de los familiares.
    - Transcripción de los datos recogidos al árbol genealógico.
    - Comparación de los árboles por parejas (primera validación).
    - En asamblea se validará cada uno de los árboles genealógicos, utilizando conceptos como dominancia y recesividad.

- Conexión con la vida familiar: En esta situación de aprendizaje hay una parte muy importante que conecta al alumnado con su familia; la recogida de datos favorece las relaciones familiares, la conversación con los mayores, la curiosidad por conocer sobre sus orígenes, etc.

3. Reflexión sobre el proceso de diseño

El diseño de la propuesta didáctica se planteó para abarcar el desarrollo de procedimientos de manera alternativa al método tradicional, siguiendo las principales tendencias en el campo de la Didáctica de las Ciencias, tratando de concretar algunas de las prescripciones del currículo oficial y planteando su base en una metodología coherente con las principales características del método científico, desarrollando procedimientos científicos matizados por las exigencias del nivel educativo para el que se destinan. Los modelos precursores han ayudado a conseguir este objetivo.

Así mismo se ha incluido el uso y la elaboración por parte del alumnado de analogías cercanas, favoreciendo la adquisición de conocimiento significativo.

En cuanto a la implementación de la propuesta, somos conscientes de las dificultades que podría plantear, una de las cuales podría ser la variedad de estructuras familiares presentes en la sociedad actual. Creemos que la educación debe de ser fiel reflejo de la sociedad donde se desarrolla, por eso más que dificultad, esta circunstancia puede resultar enriquecedora para la propuesta didáctica. Una cuarta situación donde se trabajen temas tales como "población variable, población rica", "herencia cultural" o "interculturalidad" enriquecerían sobremanera la presente propuesta.

4. BIBLIOGRAFÍA

BONAT, M., OLIVA, J. M., ARAGÓN, M. M., MATEO, J. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.

DAGHER, Z. R. (1995a). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.

DAGHER, Z. R. (1995b). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. *Science Education*, 79(3), 295-312.

DUIT, R. 1991. On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

SECUENCIA DE ENSEÑANZA SOBRE EL TEMA DISOLUCIONES: RESULTADOS DE SU APLICACIÓN

Falicoff, Claudia B.[1]; Ortolani, Adriana E.[1];

Odetti, Héctor S.[1]; Domínguez Castiñeiras, José M.[2]

[1] Departamento de Química. Cátedra de Química Inorgánica. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. UNL. Ciudad Universitaria Paraje El Pozo. CC 242. (3000) Santa Fe. Argentina e-mail: falicoff@fbcb.unl.edu.ar

[2] Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultad de Ciencias da Educación. USC. Av. Xoan XXIII, s/n. 15704 Santiago de Compostela. España. e-mail: ddacabdz@usc.es

RESUMEN: En el presente trabajo se comunican los resultados de la aplicación de una secuencia de enseñanza sobre el tema Disoluciones en un centro de enseñanza media de la República Argentina.

Dicha secuencia se validó mediante dos instrumentos: los esquemas de pensamiento de los estudiantes y un cuestionario para averiguar la opinión del profesorado sobre la misma.

PALABRAS CLAVE: secuencia de enseñanza, disolución, esquema de pensamiento, práctica docente, educación secundaria.

ABSTRACT: In the present work, we discuss the results of the application of a teaching sequence for Dissolutions in a secondary school center in Argentina.

To perform the validation of this sequence, two different instruments were used: the students' thinking schematas and a questionnaire to find out the teachers' opinion about it.

KEYWORK: teaching sequence, dissolutions, thinking schemata, docent practice, secondary education.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo, forma parte de una investigación más amplia en la que se investiga qué incidencia tiene una determinada propuesta de enseñanza en el aprendizaje de los alumnos, y cómo influye en la practica docente de los profesores.

Para Gardner (2003) es evidente que, sabiendo lo que se sabe sobre estilos de aprendizaje, tipos de inteligencia y estilos de enseñanza, no se puede seguir insistiendo en que todos los alumnos aprenden de la misma manera.

A este respecto, en la enseñanza de la Química, no siempre se realiza una correcta introducción de los modelos científicos. A veces se presentan sin

las suficientes conexiones con los fenómenos que explican y sin dar oportunidad al estudiante de utilizarlos en diferentes situaciones, lo que contribuye a que se elaboren modelos explicativos personales que no resultan los más adecuados desde el punto de vista de la ciencia escolar.

En el currículo oficial el estudio de este tema se contempla dentro del contexto *"Sistemas Materiales"* y *"Mezclas"*. Es en este contexto en donde adquiere importancia la recuperación de contenidos anteriores, así como las experiencias cotidianas del alumnado relacionadas con el uso de disoluciones.

Del análisis de los contenidos del currículo, se infiere que el alumnado ha de abordar el estudio de los que se contemplan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Contenidos curriculares: disolución

Disolución como mezcla homogénea.
Componentes y métodos que permiten separarlos o recuperarlos.
Disolución como un proceso fisicoquímico.
Concentración.
Cálculo de la concentración y diferentes formas de expresarla.

Respecto de las orientaciones metodológicas, se ha de tener en cuenta la progresiva maduración psicológica de los alumnos, lo que implica el tratamiento inicial de conceptos más concretos, para luego abordar los más abstractos. Asimismo, la construcción de analogías no sólo en la explicación del profesor, sino también como un proceso interno y activo del alumno constituye un recurso muy importante para mejorar la comprensión de los contenidos y el desarrollo de procedimientos y actitudes científicas en los estudiantes (Oliva, 2004).

En relación con lo anterior, las dificultades de los alumnos podrían explicarse desde las nociones de continuidad y discontinuidad de la materia. Por ello, algunos autores (Gabel *et al.*, 1987) proponen que se utilicen estrategias de enseñanza en las que se describa la disolución por medio de diagramas de partículas. Otros (Sánchez Blanco *et al.*, 1997), se refieren al término *disolución*, como un sistema material o como un proceso.

Existen abundantes concepciones alternativas respecto a conceptos como mezcla y disolución (Caamaño, 2003; Prieto *et al.*, 2000).

Otro de los errores que aparece frecuentemente en la resolución de problemas de disoluciones, es la utilización incorrecta del concepto de concentración (Pozo *et al.*, 1991).

En este sentido, se sugiere proponer actividades que tengan en cuenta las jerarquías de contenidos, partiendo de conceptos generales que el alumno ya conoce hasta llegar a los más específicos. Por ejemplo: partir de las propiedades macroscópicas de materiales o sustancias conocidas y buscar la explicación en el ordenamiento interno de las partículas (García Barros y García Legaz, 2007).

La secuencia de enseñanza de Disoluciones que se propone consta de cuatro grandes apartados: *Mezclas, Disoluciones, Procesos de Disolución, Concentración y Dilución.* A su vez cada uno de ellos contiene las siguientes secciones -*Iniciación, Desarrollo y Aplicación*- en las que se agrupan las actividades.

La intención, en esta comunicación, es el análisis de la aplicación de la secuencia de enseñanza de Disoluciones. Para ello situamos nuestra mirada en la opinión del docente y en el análisis de los esquemas de pensamiento de los alumnos.

2. Metodología

2.1. Muestra

Para la aplicación de la secuencia de enseñanza, se contó con la colaboración de siete profesores y profesoras de Química de educación media Polimodal (Bachillerato en España) pertenecientes a cinco centros de otros tantos contextos educativos de la región del Litoral (Santa Fe, Argentina). Se presentan los resultados de la experiencia realizada por una de las profesoras. El grupo de clase lo constituyeron 25 estudiantes de 16 y 17 años, que cursaban el segundo año de Polimodal con orientación en Ciencias Naturales.

2.2. Instrumentos de recogida de información

Hemos tenido la oportunidad de diseñar, planificar y consensuar con el grupo de profesores los materiales para el docente y para el alumnado, así como la metodología de enseñanza. Dichos materiales, constituyeron los instrumentos de recogida de información. Además se diseñó un cuestionario para averiguar la opinión de la profesora sobre la secuencia, antes y después de la intervención en el aula.

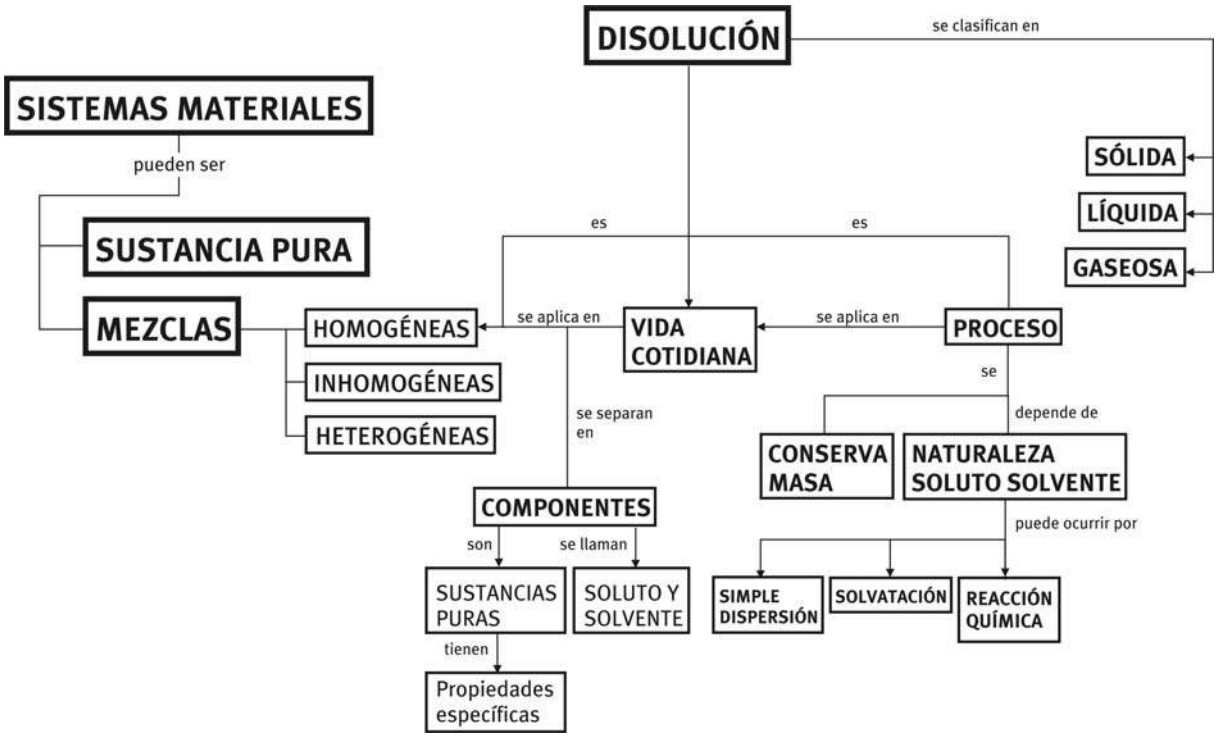
2.3. Instrumentos de análisis de la información

Para realizar el seguimiento de los estudiantes y la idoneidad de las actividades, se han elaborado, a partir del discurso de los mismos, los esquemas de pensamiento que activa el alumnado durante la intervención (Domínguez Castiñeiras *et al.*, 2005). La validación de la secuencia la completamos con la opinión de la profesora, recogida mediante el cuestionario citado.

2.3.1. ESQUEMAS REFERENCIALES DE LA CIENCIA ESCOLAR

Para elaborar los esquemas de pensamiento que activan los estudiantes a lo largo del desarrollo de la secuencia de enseñanza, hemos definido el esquema referencial de la ciencia escolar (esquema 1).

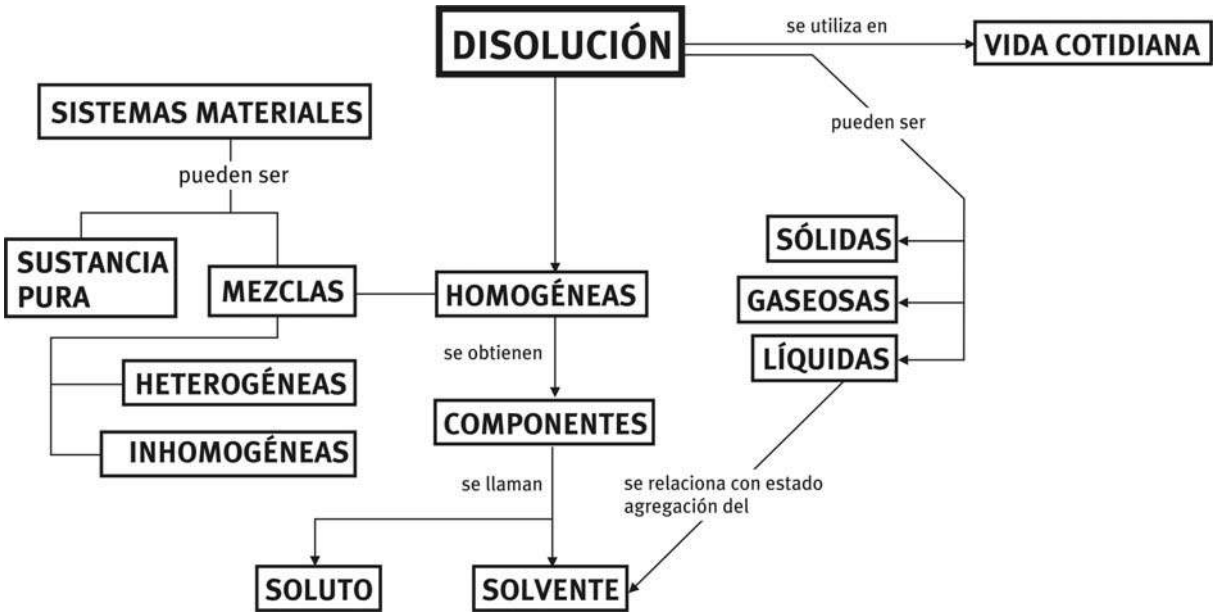
Esquema 1. Referencial de la ciencia escolar



Como se observa en el esquema 1, las etiquetas y nexos de enlace representan la estructura de relaciones establecidas entre el esquema dominante y los subesquemas (Domínguez Castiñeiras *et al.*, 2003).

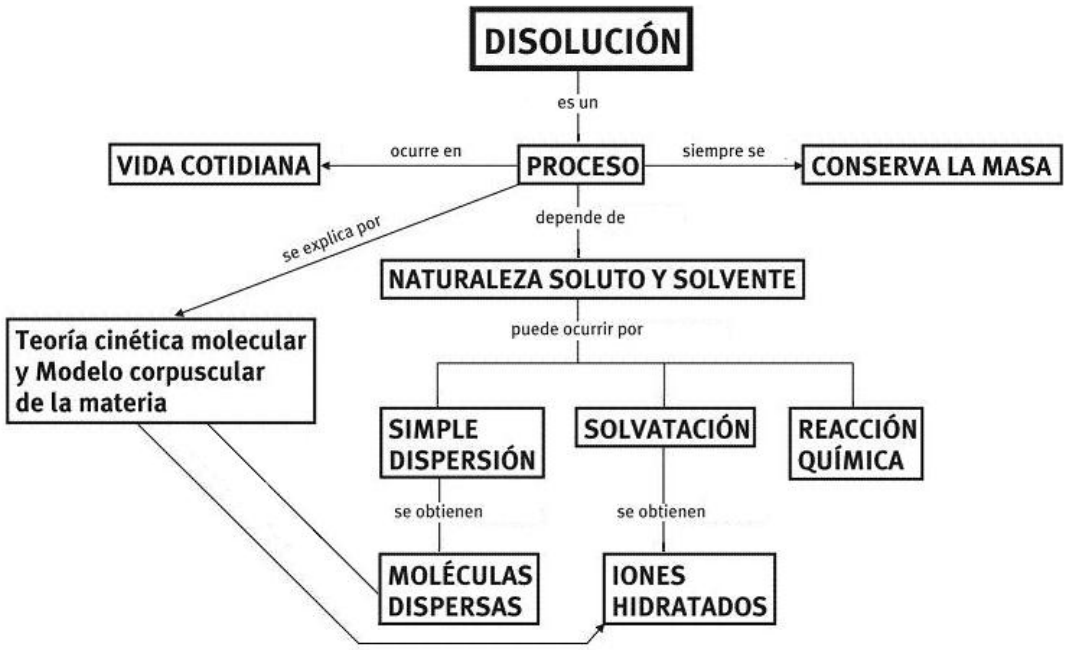
Para un mejor análisis hemos subdividido el esquema anterior en dos esquemas: Disolución como Mezcla homogénea (esquema 2) y Disolución como Proceso (esquema 3).

Esquema 2. Referencial Disolución como mezcla homogénea



En el esquema 2 se activan Disolución, Mezcla homogénea, Sistemas materiales, Componentes, Soluto y Solvente, Vida Cotidiana y sus correspondientes relaciones. Se utiliza un tipo de razonamiento macroscópico para interpretar la clasificación de las disoluciones.

Esquema 3. Referencial Disolución como proceso



En el esquema 3 se activan Disolución, Proceso, Naturaleza del Soluto y del Solvente, Simple Dispersión, Solvatación y Reacción Química, Vida Cotidiana y otros elementos de carácter corpuscular, a los efectos de

destacar que estos son procesos que ocurren en la naturaleza. Se integra la descripción macroscópica y la interpretación microscópica, en particular se utiliza la teoría cinético-molecular y el modelo corpuscular de la materia como facilitadores de la comprensión de los procesos de disolución de las distintas sustancias.

2.3.2. Diseño de la secuencia de enseñanza. Actividades para el alumnado.

Para la elaboración de la secuencia, que consta de veintiuna actividades de enseñanza, se ha seguido el modelo de Domínguez *et al.*, 2007.

En ellas se parte de una realidad observable y se propone al alumnado que haga la interpretación correspondiente, utilizando los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. Posteriormente han de aplicar el conocimiento aprendido a otras situaciones conocidas en otros contextos. Se les propone que piensen, observen, expliquen y apliquen, de modo que sea posible explorar su conocimiento, y se les ayuda a estructurar y reestructurar el mismo.

En el anexo (cuadros 2 y 3) se presenta, por falta de espacio, sólo una breve descripción de algunas de las actividades más representativas y la intencionalidad de las mismas.

2.3.3. Opiniones de la profesora

Para el análisis de la actividad desarrollada en el aula por la profesora, se diseñó y aplicó un cuestionario (Anexo: cuadros 3 y 4).

Su opinión respecto a las actividades se solicitó en dos momentos: antes de ponerla en práctica en el aula, -lo que representa una valoración profesional previa de la actividad, basada en las ideas y en la experiencia docente- y después de haberla desarrollado con el alumnado. El contraste de ambas opiniones resultará interesante para comparar el pensamiento docente inicial con el resultado de la acción educativa.

2.3.4. Obtención de los esquemas de pensamiento del alumnado

Para obtener los esquemas de pensamiento que activan los estudiantes a lo largo de la secuencia de enseñanza, hemos recurrido a los materiales del alumnado, donde han trabajado las actividades propuestas.

La información recogida es muy rica y compleja, razón por la cual hemos fragmentado el discurso de los estudiantes, identificado los subesquemas, las variables y sus relaciones, de cada uno de ellos en todas y cada una de las actividades realizadas.

De esta manera se obtiene el listado de relaciones usadas por cada alumno en las diferentes actividades. Dichas relaciones se han categorizado según sean coincidentes o no con la ciencia escolar.

Posteriormente se obtuvieron, a partir de ellas, los esquemas de pensamiento de los alumnos.

Se presentarán en este trabajo a modo de ejemplos los esquemas, que hemos presentado anteriormente: *Disolución como Mezcla homogénea* y *Disolución como Proceso.*

3. RESULTADOS

Siguiendo la estrategia de investigación descrita, exponemos a continuación los resultados obtenidos.

3.1. ESQUEMAS DE PENSAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES

Hemos de señalar que para el análisis de los esquemas de los alumnos sólo hemos considerado las producciones escritas en sus materiales de trabajo.

Como se ha indicado, se identificaron las relaciones entre el esquema dominante, los subesquemas y las variables presentes en las producciones de los estudiantes, y se consignaron las frecuencias (**f**) correspondientes (tabla I). Puede observarse que algunas relaciones son activadas reiteradamente a lo largo de las dieciséis actividades.

Tabla I. Relaciones puestas de manifiesto por los estudiantes

RELACIONES	f
Fundamentales	
Las disoluciones son de uso cotidiano	90
Identifica distintos tipos de sistemas materiales	95
Las disoluciones son mezclas homogéneas	77
Reconoce la representación microscópica	38
Las disoluciones están compuestas por dos o más componentes	70
Identifica los métodos de separación de los componentes	22
Reconoce soluto y solvente	65
El soluto está en menor cantidad y el solvente en mayor.	50
Las disoluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas	59
El solvente más difundido es el agua	24
El solvente determina el estado de agregación de la disolución	13
La disolución es un proceso	91
En el proceso de disolución se conserva la masa	15
El proceso de disolución depende de la naturaleza del soluto y del solvente	67
Reconoce proceso de solvatación	28
Reconoce proceso de simple dispersión	16
Alejadas de la ciencia escolar	
Todas las mezclas son homogéneas.	4
Todos los sistemas materiales son mezclas	48
Todas las disoluciones son líquidas	1
La naturaleza de la disolución depende sólo del soluto	3
El solvente siempre es el agua	5
El soluto desaparece en la disolución	2
No identifica los distintos procesos	44
f = frecuencia o número de relaciones activadas en el total de actividades realizadas.	

En la tabla II se muestran las relaciones activadas por cada uno de los estudiantes (alumnos del número 1 al 25) diferenciando las adecuadas y las alejadas de la ciencia escolar y organizadas en niveles.

Tabla II. Esquemas de pensamiento activados por los estudiantes durante la aplicación de la secuencia de enseñanza.

Niveles	**4**		**3**		**2**		**1**
Subniveles	a	b	a	b	a	b	
Alumnos	2 6 22	1 9 10 5	11 12 14 24	3 4 8 13	5 7	18 19 20	7,15 16,21 23
Relaciones fundamentales							
Las disoluciones son de uso cotidiano	X	X	X	X	X	X	X
Identifica distintos tipos de sistemas materiales	X	X	X	X	X	X	X
Las disoluciones son mezclas homogéneas	X	X	X	X	X	X	X
Reconoce la representación microscópica	X	X	X	X	X	X	
Las disoluciones están compuestas por dos o más componentes	X	X	X	X	X	X	X
Identifica los métodos de separación de los componentes	X	X	X	X	X	X	X
Reconoce soluto y solvente	X	X	X	X	X	X	X
El soluto está en menor cantidad y el solvente en mayor cantidad	X	X	X	X	X	X	X
Las disoluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas	X	X	X	X	X	X	X
El solvente más difundido es el agua	X	X	X	X	X	X	X
El solvente determina el estado de agregación de la disolución	X	X			X		
La disolución es un proceso	X	X	X	X	X	X	
En el proceso de disolución se conserva la masa	X	X	X		X		
El proceso de disolución depende de la naturaleza del soluto y del solvente	X	X	X	X	X	X	
Reconoce proceso de solvatación	X	X	X	X		X	
Reconoce proceso de simple dispersión	X		X				
Relaciones alejadas de la ciencia escolar							
Todas las mezclas son homogéneas.							
Todos los sistemas materiales son mezclas	X	X	X	X	X	X	X
Todas las disoluciones son líquidas							
La naturaleza de la disolución depende sólo del soluto						X	X
El solvente siempre es el agua							X
El soluto desaparece en la disolución						X	X
No identifica los distintos procesos		X	X	X	X	X	X

Al contrastar los esquemas de pensamiento de los alumnos con el referencial correspondiente, se han podido establecer cuatro niveles (4, 3, 2, 1) y seis subniveles (a, b).

En el mismo nivel aunque en distintos subniveles se han agrupado aquellos alumnos que presentan esquemas de pensamiento semejantes con diferencias poco significativas.

En el nivel 4 se agrupan los alumnos con esquemas muy cercanos al referencial, aunque presentan dificultades en la tipificación o diferenciación de los sistemas materiales en sustancias puras o mezclas (4a) y, en otros casos, no identifican adecuadamente los distintos procesos de disolución (4b).

En el nivel 3, a las dificultades planteadas anteriormente se incorpora la de que no se activan la conservación de la masa en el proceso de disolución, ni la relación entre el estado de agregación del solvente y el de la disolución. Ligeras diferencias justifican la división en subniveles.

En el 2, a lo que ya hemos descrito en el nivel 3, se agregan relaciones erróneas que tienen que ver con el proceso de disolución, en particular con la naturaleza del soluto.

En el 1 se incluyen los esquemas más alejados del referencial, en particular en lo que refiere al subesquema *Disolución como proceso*. En el mismo, se ponen de manifiesto relaciones erróneas relacionadas con la naturaleza del soluto e interpretación de las disoluciones como si fueran todas acuosas. Asimismo no se vinculan adecuadamente los niveles macro y microscópico y por consiguiente no se puede explicar el fenómeno a partir de las teorías corpuscular y cinético molecular de la materia.

Por otra parte, como puede verse en el subnivel 3b, se ponen de manifiesto esquemas y relaciones no esperadas cuando se elaboró la secuencia de enseñanza. De esta manera aparecen en el discurso de los alumnos relaciones tales como "…variaciones en la presión y/o temperatura del sistema modifican las condiciones de solubilidad del soluto en el solvente".

En relación con la secuencia global propuesta, no se han podido evaluar aquellas actividades que relacionaban la masa y el proceso de elaboración de una disolución, la interpretación a nivel microscópico de la disolución de sustancias iónicas o moleculares y aquéllas que daban lugar a la explicación del proceso de obtención de una disolución como producto de una "reacción química entre dos o más sustancias".

3.2. OPINIÓN DE LA DOCENTE

Siguiendo el planteamiento anterior se analizan las reflexiones y manifestaciones de la docente, acerca de la aplicación de las actividades y los resultados obtenidos de la acción educativa.

De las veintiuna actividades, la profesora ha elegido trabajar con las primeras dieciséis y sus opiniones se han recogido en el cuestionario de evaluación de actividades (Anexo: cuadros 4 y 5). Por razones de espacio sólo se presenta la correspondiente a la tercera actividad (tabla III).

Tabla III. Opiniones de la docente

A	Aspecto	Valoración de la docente	
		Antes de desarrollarla	**Una vez desarrollada**
3	**Contenidos**	Adecuados. Permite especificar concepto de mezcla homogénea, heterogénea e inhomogénea. Retoma tema de representación microscópica de octavo año.	
	Comprensión	Buena.	Buena.
	Esquemas	No hay.	Dificultades en los que ellos debían realizar.
	Interés	Bueno. Reflexión sobre sustancias de uso cotidiano.	Muy bueno. No pensó que tanto.
	Estímulo, discusión	Bueno.	Bueno.
	Dificultades	Si utilizarán desde la ciencia escolar el concepto de mezcla homogénea e inhomogénea. El ejemplo de la leche. Representación microscópica.	La explicación de una mezcla heterogénea cuando éstas no presentan fase de discontinuidad visible. Llevó una disolución de almidón para ver efecto Tyndall con un puntero láser. En la representación microscópica, los alumnos creían que tenían que dibujar lo que veían en un microscopio. Llevó más tiempo de lo esperado.
	Protagonismo	Compartido alumno/profesor.	Compartido alumno/profesor.
	Ubicación en secuencia	Si.	
	Importancia	Fundamental. Permite aclarar, acordar, detallar conceptos que deben quedar comprendidos.	Fundamental. Permite aclarar concepciones y abordar la representación de sustancias diferentes.

4. Conclusiones

La propuesta promueve cambios de actitudes de los alumnos frente al conocimiento, ubicándolos como protagonistas en sus procesos de aprendizaje. En este marco, las estrategias que la profesora y los alumnos desarrollaron implicó: mayor dedicación, nuevas preguntas, nuevos modos de brindar explicaciones a procesos complejos, nuevas maneras de operar entre lo teórico y lo empírico y mayor rigurosidad en la expresión.

Los esquemas de pensamiento del alumnado, nos han permitido comprender por un lado, los principales problemas que tuvieron los estudiantes en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje de Disoluciones, y por otro, posibilitaron analizar el alcance de la propuesta y proponer así progresivos cambios y diferentes estrategias de enseñanza con el objetivo de mejorar la comprensión del tema.

Un número importante de alumnos han activado relaciones deseables desde la ciencia escolar, lo que parece indicar que las actividades planificadas han cumplido con los objetivos propuestos. Sin embargo, persisten concepciones erróneas.

Las actividades seleccionadas por la docente permitieron la comprensión de la disolución como mezcla homogénea y como proceso. En este sentido, también hay que destacar el reconocimiento del soluto y solvente en diferentes proporciones y que la naturaleza de los mismos es la que regula el proceso de la disolución.

Del análisis de lo expresado por la docente sobre cada una de las actividades, antes y después de llevarlas a cabo, se puede inferir que la secuencia es adecuada y tiene un orden lógico. Se valora la promoción del discurso de los alumnos pues les da la oportunidad de argumentar y hablar de ciencias y de contrastar sus conocimientos previos con los deseables desde la ciencia escolar.

A este respecto se destaca el cambio de opinión positivo de la profesora respecto a las actividades 2, 3, 8 y 11. La metodología es diferente a la de la clase tradicional, con mucho protagonismo del profesor, y se valora positivamente que la propuesta favorezca la discusión y participación de los estudiantes. En todo momento se pudo observar la motivación de la profesora que acompañó a sus alumnos en el proceso ayudándoles a pensar, razonar, conceptualizar e incentivar la discusión entre ellos, para luego registrar por escrito todas aquellas cuestiones relacionadas con la resolución de la actividad y posteriormente someterla a una nueva reflexión después de la discusión en grupo.

Según la docente, los registros escritos no reflejan en su totalidad la realidad del aula, pues no ponen de manifiesto la mejora sustancial en los

niveles de compromiso y participación de los estudiantes, así como el interés por aprender a discutir y aceptar el pensamiento ajeno y cuestionar sus ideas con argumentaciones cada vez más próximas al pensamiento científico.

Por otra parte advierte que el número de actividades propuesto es elevado para el tiempo disponible (tres semanas y tres horas semanales). En este contexto se hace necesaria una readaptación de la secuencia a los tiempos reales.

También reconoce que representó todo un desafío trabajar con secuencias preparadas o sugeridas por otro colega o equipo de expertos. A este respecto valora la posibilidad de reflexionar sobre las acciones a fin de mejorar su práctica docente, cuestión que en el trabajo diario es muy difícil de realizar.

Se destaca también que las demandas o requerimientos institucionales influyen en el proceso de enseñanza ya que disminuyen el tiempo efectivamente disponible para cada área disciplinar y condicionan la intervención del profesorado y el aprendizaje del alumnado.

El desarrollo de acciones entre la investigación educativa y la práctica docente cobra sentido y significatividad a la luz de este análisis. Para la profesora fue enriquecedora, desde el punto de vista profesional, la actividad conjunta con el grupo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto A/7510/07 «Un espacio compartido entre la investigación educativa y las prácticas docentes para la construcción de secuencias de enseñanza en ciencias experimentales y matemática»

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caamaño, A. (2003) La enseñanza y el aprendizaje de la Química en: M. P. Jiménez y otros: *Enseñar Ciencias*, Barcelona. Graó.

Domínguez Castiñeiras, J. M.; De Pro Bueno, A. y García-Rodeja, E. (2003). Esquemas de razonamiento y de acción de estudiantes de ESO en la interpretación de los cambios producidos en un sistema material. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (2), pp. 199-214.

Domínguez Castiñeiras, J. M. y De Pro Bueno, A. (2005). Estrategia para evaluar la evolución del conocimiento del alumnado: esquemas de pensamiento (razonamiento y acción). *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VII congreso, pp.1-5.

Domínguez Castiñeiras, J. M. (editor); Odetti, H. S.; García Barros, S.; Cajaraville Pegito, J. A.; Falicoff, C. B. y Ortolani, A. E. (2007) *Actividades*

para la enseñanza en el aula de ciencias: fundamentos y planificación. ISBN 987-987-508-888-7. Santa Fe: Ediciones UNL.

Gabel, D. L.; Samuel, K. V. y Hunn, D. (1987). "Understanding the particulate nature of matter". J*ournal of Chemical Education*, 64 (8), 695-697.

García Barros, S.; García Legaz, A. M. C. (2007). Explorando las disoluciones entre la teoría y la práctica. *Alambique,* 52, pp. 65-72.

Gardner, H. (2003). *Inteligencias Múltiples. La teoría en la práctica.* Colección Transiciones. ISBN 9501250121. Barcelona: Editorial Paidós.

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), nº págs.:23.

Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A.; Limón, M.; 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: C.I.D.E.

Prieto, J. L.; Blanco, A.; González, F. (2000). *La materia y los materiales.* Madrid. Síntesis.

Rumelhart, D. E. y Ortony, A. (1982). La representación del conocimiento en la memoria. *Infancia y Aprendizaje*, 19-20, pp. 115-118.

Sánchez Blanco, G.; Pro Bueno, A. de y Valcárcel Pérez, M.A.V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (1), pp. 35-50.

Cuadro 2

A	Breve descripción	Intencionalidad
1	Se presentan productos de la vida cotidiana: líquidos limpiadores, sal de mesa, tintura de yodo, orina, agua mineral, aspirina, azúcar y aire. Se solicita al alumnado que diferencie cuáles son sustancias puras y cuáles no.	Se pretende que los alumnos analicen, interpreten la información y clasifiquen en **mezclas y sustancias puras** algunos sistemas materiales que le son familiares.
3	Se presentan sistemas materiales que podría clasificar como disolución: perfumes, jugos de fruta, herramientas metálicas, soda, leche, gas natural y atmósfera. Luego se insta a que trate de de representar gráficamente algunos ejemplos.	Con los ejemplos proporcionados, se intenta brindar la posibilidad de relacionar los aspectos macroscópicos de mezclas homogéneas en los tres estados de agregación y cómo algunos sistemas materiales que pueden parecer mezclas homogéneas, en realidad no lo son, como por ejemplo la atmósfera, que es inhomogénea. Se trata de comprobar si recurren al modelo de partículas y cinético molecular y cómo utilizan la representación en papel. Se pretende diferenciar los hechos observables y el marco teórico explicativo.
5	Se describe que existe un riachuelo no contaminado y se pregunta de dónde obtienen oxígeno los peces para respirar.	Se trata que sean capaces de interpretar que en las aguas superficiales, se disuelven componentes del aire atmosférico como el oxígeno y el nitrógeno y al pasar grandes cantidades de líquido por las branquias de los peces, estos pueden tomar el oxígeno necesario para vivir. Se procura valorar a las Ciencias Naturales en su aporte a la comprensión y transformación del mundo.
11	Se pregunta: si tenemos una botella de bebida gaseosa cerrada, la abrimos y nos servimos un vaso. ¿Por qué aparecen las burbujas? ¿Qué diferencia hay entre la gaseosa que está en la botella y la del vaso?	Se procura reconocer que la gaseosa contenida en la botella es una mezcla homogénea de varios componentes, entre ellos un gas (dióxido de carbono, el soluto) y cuando se abre la misma la presión disminuye, influyendo sobre la solubilidad del gas disuelto en la bebida. El sistema se modifica y pasa a ser heterogéneo.

Cuadro 3

A	Breve descripción	Intencionalidad
13	Se propone la realización de una experiencia: agregado de un colorante orgánico y una sal coloreada.	Se intenta visualizar el proceso de disolución con sustancias coloreadas en el cual las partículas se van distribuyendo en el seno del líquido. La disolución se colorea alrededor de los cristales o de las gotas de colorante pero luego el color va difundiendo en todo el volumen.
14	Con bolitas o clips, se solicita que representen lo observado en la actividad 13 y también realicen un esquema en papel.	Empleando elementos concretos se trata de "visualizar" a nivel macroscópico lo que ocurre a nivel microscópico, de hacer explícitas las ideas del modelo de representación microscópica para los distintos iones en el caso de las sales y/o moléculas en el caso de las sustancias moleculares.
16	Se propone la experiencia de colocar un clavo de hierro en un vaso de agua y si puede notar algún cambio en un período corto de tiempo. Se discute con los compañeros y se argumenta sobre si todas las sustancias pueden distribuirse en el seno de otra para formar una disolución.	Se trata de poner en evidencia que el proceso de solubilización de una sustancia en otra depende de las fuerzas de atracción de las partículas del solvente entre sí, de las del soluto entre sí y de las que puedan existir entre las partículas del soluto y las del disolvente. Se intenta de favorecer el intercambio de ideas como fuente de construcción del conocimiento.
18	Se plantea la experiencia de mezclar agua, café y agitar hasta que se disuelva totalmente y obtener una disolución oscura. Se pide que respondan qué ocurre con el café. Se solicita que representen la mezcla, macro y microscópicamente, con el modelo corpuscular.	Se pretende trabajar los conceptos de conservación de la masa al obtener una disolución, la masa total de disolución es igual a la suma de las masas de cada uno de los componentes. Los alumnos podrán analizar cómo se modifica la representación microscópica del solvente y del soluto cuando se disuelve uno en el otro. Se estimula el intercambio de ideas como fuente de construcción del conocimiento.

Cuadro 4

FICHA DE EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES
NOMBRE DE LA SECUENCIA: **ACTIVIDAD NÚMERO:**
1. OPINIONES SOBRE LA ACTIVIDAD ANTES DE DESARROLLARLA
¿Los contenidos que se trabajan, son adecuados para el alumnado del curso concreto de intermodal en el que se van a llevar a cabo? Justifica la respuesta.
Valora justificadamente la actividad en lo que se refiere a: ✓ La comprensibilidad del texto para los alumnos. ✓ Los esquemas empleados (si los hubiera), en cuento a su pertinencia, claridad, comprensibilidad.... ✓ El interés que va a suscitar entre el alumnado. ✓ El estímulo y promoción de la discusión y el intercambio de ideas (en caso de actividad en pequeño grupo).
¿Qué problemas esperas que tengan los alumnos de tu clase en el transcurso de esta actividad? Especifícalos detalladamente.
Piensas que la actividad requerirá: [ ] mayor protagonismo del profesor (mucha ayuda docente) [ ] protagonismos compartido alumno/profesor [ ] mayor protagonismos del alumno (poca intervención docente)
¿Consideras adecuada la situación de la actividad en la secuencia de actividades? En caso contrario, ¿dónde la colocarías, antes o después del lugar propuesto?
Pienso que esta actividad es: [ ] fundamental en este tema [ ] una actividad mas que se puede hacer [ ] una actividad prescindible Justifica la respuesta.

Cuadro 5

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD UNA VEZ DESARROLLADA CON EL ALUMNADO
¿Qué dificultades concretas tuvieron los alumnos en esta actividad en lo que se refiere a los contenidos que en ella se trabajan? ¿En qué aspectos concretos tuviste que intervenir con mayor detenimiento?
Especifica si las dificultades fueron mayoritarias, para todos los alumnos o pequeños grupos, o por el contrario las consideras puntuales sólo en ciertos alumnos o grupos concretos.
¿Las dificultades encontradas fueron las esperadas inicialmente?
Evalúa como resultó la actividad en lo que se refiere a los aspectos que se enuncian a continuación. Indica si hay coincidencia entre lo observado en el aula y la evaluación realizada inicialmente. ✓ La comprensión del texto por parte de los alumnos. ✓ La utilización de los esquemas si los hubiera. Señala concretamente donde se apreciaron dificultades. ✓ El interés que ha suscitado en el alumnado. ✓ El estímulo del intercambio de ideas entre compañeros.
La actividad requirió: [ ] mayor protagonismo del profesor (mucha ayuda docente) [ ] protagonismos compartido alumno/profesor [ ] mayor protagonismos del alumno (poca intervención docente)
Después de realizar la actividad pienso que es: [ ] fundamental en este tema [ ] una actividad mas que se puede hacer [ ] una actividad prescindible Justifica la respuesta.

UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DEL EQUILIBRIO QUÍMICO EN EL NIVEL PREVIO A LA UNIVERSIDAD

Adriana Rocha, Jose Manuel Domínguez Castiñeiras y Eugenio García-Rodeja

PALABRAS CLAVE: Unidad didáctica, Equilibrio Químico, Educación secundaria.

RESUMEN: Se describe una secuencia de actividades que ha sido pensada para desarrollar una introducción conceptual del tema Equilibrio Químico con alumnos de enseñanza media y se comentan algunos resultados obtenidos cuando esta secuencia se trabajó, como prueba piloto, con estudiantes ingresantes a la Universidad.

KEYWORDS: Chemical Equilibrium, Secondary education

ABSTRACT: In this work we describe a sequence of activities that have been designed to develop a conceptual approach to the Chemical Equilibrium, at secondary education (students from 15 to 17 years old). Are also discussed some results obtained when this sequence was developed in the classroom, as a pilot study, with students enrolled at first year in the University.

INTRODUCCIÓN

¿Cómo debería pensarse la enseñanza integrada del Equilibrio Químico y de los conocimientos vinculados a él, en los niveles previos a la Universidad? Esta pregunta da origen a una investigación de tesis doctoral (Rocha, 2008) sobre la cual se basa el análisis de las actividades de enseñanza que se proponen en este trabajo y que fueron pensadas para abordar algunos aspectos centrales del tema, en lo que a la componente conceptual del aprendizaje, se refiere. Se está trabajando actualmente en un análisis y diseño más amplios, que apuntan a tener en cuenta el aprendizaje en su conjunto y por tanto integradamente los diferentes aspectos que conlleva.

Cuando el estudiante se enfrenta por primera vez con el aprendizaje del tema Equilibrio Químico, confluyen un número y tipo de dificultades muy relevantes, muchas de las cuales tienen relación con la formación previa, más allá de las que son propias del tema particular. La idea de equilibrio químico tiene elevado nivel de abstracción en cuanto que no es perceptible ni está relacionada con la experiencia directa de los alumnos, lo que da lugar a que estos, al iniciar su estudio, no hayan desarrollado ideas previas al respecto. Pero sí poseen ideas sobre equilibrio provenientes del contexto cotidiano y del aprendizaje en Mecánica (Covaleda et al., 2005).

La enseñanza de este tema requiere considerar a la vez muchos conceptos y sus relaciones (reacción química, ecuación química, reversibilidad y concentración), de forma tal que sean percibidos como una unidad e integrados de esta manera al conocimiento conceptual previo.

Muchos de los trabajos de investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje del Equilibrio Químico (Jonhstone, Mac Donald y Webb, 1977; Gorodetsky y Gussarsky, 1986; Quílez Pardo y Soláz, 1995; Tyson, Treagust y Bucat, 1999) lo plantean como uno de los temas más complejos desde el punto de vista didáctico y coinciden en cuáles son los puntos de mayor conflicto, como así también en las dificultades de aprendizaje que detectan. Algunos de ellos hacen hincapié en que a nivel conceptual, los alumnos tienen dificultad para reconocer e interpretar las características más importantes del Equilibrio Químico, como son el dinamismo y la composición constante y perciben el sistema que ha alcanzado el equilibrio como si estuviese formado por dos recipientes separados.

Si se acepta que Equilibrio Químico es un tema complejo, parece adecuado pensar que es necesario que los estudiantes de los niveles previos al universitario, desarrollen una conceptualización del mismo antes de pretender que resuelvan problemas, lo cual es una característica propia de la forma "habitual" de trabajar en este tema.

En tal sentido, se plantea en este trabajo una propuesta de introducción del Equilibrio Químico -de tipo cualitativa, mediante un tratamiento cinético- para que el alumno construya un concepto de sistema químico en equilibrio dinámico que pueda complementarse luego con el trabajo sobre diversos sistemas, para analizar su comportamiento frente a cambios y que incorpore aspectos del tratamiento termodinámico.

ASPECTOS METODOLÓGICOS DE LA PROPUESTA

La secuencia de actividades se ha organizado teniendo en cuenta que se busca, fundamentalmente, que los estudiantes incorporen en su estructura conceptual una parte de los aspectos relevantes de la idea de equilibrio químico, de modo que se vayan integrando y permitiendo además ampliar el significado de otras ideas que poseen, tales como las de reacción y ecuación química. Estas últimas ideas, centrales en el estudio del Equilibrio Químico, son señaladas por muchos de los trabajos de investigación (Hackling y Garnett (1985); Bergquist y Heikkinen (1990)), como las responsables de varias de las dificultades de aprendizaje del tema.

La metodología didáctica de la propuesta está inspirada en la correspondiente al Proyecto Actividades Abiertas (García-Rodeja et al., 1987 y 1994) que consiste en desarrollar la enseñanza a partir de una

realidad significativa para el alumno, el cual va elaborando sus interpretaciones, en gran parte aceptando los modelos que se le proponen, hasta llegar a aplicarlas a situaciones diversas. El aprendizaje mediante Actividades Abiertas (AcAb) está en la línea del aprendizaje significativo. En relación con ello, el aprendizaje se mueve entre dos límites: el redescubrimiento significativo y el aprendizaje significativo por recepción, dependiendo de la naturaleza de los conceptos y modelos objeto de la instrucción (García-Rodeja et al., 1988). Las Actividades Abiertas le dan oportunidad al alumno de hacer explícitas sus ideas y ser consciente de ellas y potencian lo cualitativo frente a lo cuantitativo, lo cual las constituye en un tipo de material adecuado para los objetivos del presente trabajo.

Se propone partir de un hecho conocido y significativo para el alumno: la evaporación del agua; un sistema sencillo de un solo componente que se habrá de interpretar utilizando el modelo cinético molecular, con la pretensión de que elabore una idea de sistema en equilibrio que pueda aplicar luego a situaciones más complejas, tanto en sus aspectos macroscópicos como microscópicos (Rocha et al., 2000). Se pretende desarrollar una parte importante de los aspectos relacionados con la idea de Equilibrio Químico aprovechando en toda su potencialidad el análisis de un sistema sencillo, apuntando a que los alumnos puedan percibir en él, los aspectos relevantes de la idea de sistema en equilibrio.

PROPUESTA DE SECUENCIA DE ACTIVIDADES

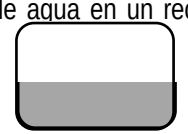
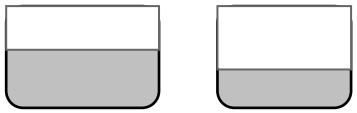
A continuación se presentan las actividades que han de realizar los alumnos (columna izquierda) y las ideas que proponen a medida que desarrollan las actividades y sobre las cuales es preciso hacer que reflexionen para que integren lo nuevo a sus propias estructuras (Cuadros 1 y 2). Paralelamente se incluye la discusión de las principales ideas que el docente puede ir trabajando para enlazar su discurso con las observaciones y el discurso explicativo de los estudiantes. Además, se indican algunos aspectos integradores con otros contextos y disciplinas y posibles aperturas de cada parte de la propuesta (Domínguez C. y Pro B., 2006). Entre ellas pueden contarse las que se dan hacia otros temas y las que apuntan a la profundización del estudio del Equilibrio Químico, por ejemplo, pensando en diferentes niveles u orientaciones educativas.

Las Actividades 1 y 2 están pensadas para que los estudiantes empiecen a desarrollar un significado de sistema en equilibrio dinámico, basado fundamentalmente, en consideraciones cinéticas macro y microscópicas. Un aspecto en el que se insiste durante el desarrollo de la Actividad 2 es analizar los dos procesos que ocurren simultáneamente en términos de modelo cinético-molecular. El modelo permite justificar que necesariamente ocurren los dos procesos (evaporación y condensación) de

manera simultánea. Esta idea se debería utilizar en todas las actividades, vinculada a la descripción del comportamiento del sistema en equilibrio dinámico.

El modelo de partículas permite interpretar que el equilibrio se alcanza cuando se iguala el número de moléculas de agua que abandonan la fase líquida, con el número de moléculas de agua (gas) que chocan con la superficie del líquido. Este número de moléculas es proporcional a la presión de vapor (pv) y a n/V (concentración). También se puede interpretar el aumento de la pv con el de temperatura y la obtención del estado de equilibrio caracterizado por un dado valor de la pv a cada temperatura. Los aspectos energéticos son igualmente asequibles desde un modelo de materia.

La estructura de la molécula de agua condiciona el enlace de hidrógeno, el cual no sólo conduce a una unión molécula–molécula muy fuerte, sino que contribuye a una ordenación del agua en la fase líquida que es distintiva, comparada con la de otros líquidos moleculares y muy significativa en relación con el desorden de la fase gaseosa.

ACTIVIDAD	ALUMNO
① Evaporación de agua en un recipiente abierto, a T ambiente	*Evaporación ocurre a cualquier temperatura* *Las moléculas que se ubican en la superficie tienen uniones intermoleculares que se rompen más fácil, entonces son las que pasan al estado gaseoso.* Interpretaciones alternativas????
② Evaporación de agua en un recipiente cerrado, a T ambiente 	*Evaporación y condensación ocurren una a continuación de la otra ("ciclo"). Condensación se ve en las partes frías del vidrio.*
¿Que ocurre en el sistema que, a una dada T ha alcanzado el equilibrio, si se aumenta la T?	*Hay más evaporación* *Aumenta la* p_v
¿Qué ocurriría si, en el sistema, a T constante, el volumen del recipiente, ocupado por el gas, se reduce a la mitad?	*Hay más condensación porque son más los choques con la superficie del líquido y con las paredes del recipiente.* *El sistema se desplaza....*
Si la T se mantiene constante y disminuyo la cantidad de agua líquida en el recipiente, ¿qué ocurre con la presión de vapor? 	*En equilibrio a una T, la pv será siempre la misma*

¿Cómo explicaría que un charco se seque más rápido cuando hay viento?	

Cuadro 1. AcAb Equilibrio Químico (I)

③ Dimerización del NO_2 Se añade HNO_3 (ac) sobre alambre de cobre y se recoge en un tubo, el gas formado.	*Formación de NO_2 (gas pardo, tóxico y más denso que el aire)* *Ocurren dimerización y descomposición simultáneas, a igual velocidad.*
El sistema $NO_2(g)/N_2O_4(g)$, inicialmente a T ambiente, se introduce en hielo y en agua caliente, sucesivamente.	*La dimerización es exotérmica, entonces esta se favorece al disminuir la temperatura, el sistema se aclara porque hay más producción de dímero (y lo contrario)* *La ecuación química no da información sobre la composición del sistema en el equilibrio.* *A T constante, el sistema permanece invariable macroscópicamente, lo cual se aprecia por el color que se mantiene*
Otro sistema homogéneo (por ej. formación de amoníaco)	
④ Descomposición del $CaCO_3$ en un horno de cal. $CaCO_3\,(s) \rightarrow CaO\,(s) + CO_2\,(g)$	*$CaCO_3$ (componente principal de la piedra caliza)y CaO (cal viva: se carbonata fácilmente en presencia de CO_2): sólidos blancos*
Describir comparativamente el sistema anterior y el de descomposición del $CaCO_3$ en un sistema cerrado. $CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2\,(g)$	*En $CaCO_3\,(s) \rightarrow CaO\,(s) + CO_2\,(g)$, el CO_2 que se forma se escapa* *En $CaCO_3\,(s) \rightleftharpoons CaO\,(s) + CO_2\,(g)$, ocurren los dos procesos simultáneos, continuamente a la misma velocidad*

Discutir, la incidencia que, sobre el estado de equilibrio tiene la presencia de cada una de las especies	*A T constante, la pv para el sistema en equilibrio $H_2O(l)/H_2O(g)$ es una constante característica de dicho sistema.* $p_v = K = n_{gas}/V_{gas}$
¿Cómo mejorar el rendimiento del proceso de elaboración de cal?	

Cuadro 2. AcAb Equilibrio Químico (II)

Lo anterior puede justificarse termodinámicamente de manera bastante sencilla. En el proceso de evaporación de agua se consume mucha energía en la rotura de enlaces, lo cual se traduce en términos de un valor de ΔH positivo. No obstante el proceso es espontáneo (ΔG), lo que se interpreta por el elevado aumento del desorden al evaporarse el agua (ΔS). Si bien en este trabajo no se incluye el tratamiento termodinámico del equilibrio, podría retomarse más adelante el estudio de los mismos sistemas, para reanalizar su comportamiento desde la Termodinámica, constituyéndose en una de las posibles aperturas de la propuesta.

Para el mismo sistema agua (l)/agua (g), al disminuir el volumen ocupado por la fase gaseosa, se rompe el equilibrio y hay un tiempo en el que las velocidades de evaporación y condensación no son las mismas, lo cual lleva a que se reduzca la masa de agua gaseosa hasta que se restablece el equilibrio. Esto es, se igualan nuevamente las velocidades y vuelve la presión del gas al valor correspondiente a la pv, a la temperatura del sistema.

Aquí puede mostrarse que, cuando se habla en términos de desplazamiento del equilibrio, se hace explícita la disminución de masa de agua en la fase gaseosa, antes mencionada, y ello se relaciona con la extensión del proceso.

En este momento se puede introducir la ecuación que representa el proceso e interpretar su significado y destacar que, a temperatura constante, el sistema alcanza el mismo estado de equilibrio, caracterizado por la pv, sin importar las condiciones iniciales.

Algunas partes de la propuesta se adecuan muy bien para trabajar en la diferenciación entre los conceptos de velocidad y extensión. Ello ayuda a profundizar en el concepto de sistema en equilibrio dinámico y redunda en beneficios cuando se analiza el comportamiento del sistema frente a los cambios.

En el marco de las Actividades 3 y 4 se propone aprovechar la conceptualización del sistema en equilibrio dinámico, para integrarla con las de reacción química y reversibilidad que poseen los alumnos y ampliar así, no sólo el significado de equilibrio dinámico sino también, el de reacción química

En la Actividad 3, se pueden introducir algunos aspectos distintivos que amplían la conceptualización de sistema en equilibrio dinámico. Inicialmente se puede trabajar en la interpretación microscópica de la coloración del sistema cuando ya no cambia. Ello permite postular la coexistencia de NO_2 y N_2O_4 en el recipiente, y aplicar el modelo de sistema en equilibrio dinámico, antes elaborado, para interpretar lo observado. También puede analizarse cómo ocurren la rotura y formación

de enlaces en el sistema NO_2 (g)/N_2O_4(g) y realizar las consideraciones termodinámicas que ello conlleva. La ecuación química cobra aquí mayor sentido. Por lo tanto es importante retomar la idea planteada en la actividad anterior e integrarla en la discusión sobre el significado de sistema en equilibrio dinámico, aplicada ahora a un sistema químico.

Luego se trabaja con el sistema a diferentes temperaturas, ampliando el significado de ecuación química en lo que respecta a su vinculación con la composición del sistema en equilibrio. Las representaciones moleculares del sistema a diferente temperatura son una ayuda para la interpretación de la composición, pero es necesario trabajar esto muy relacionado con la constante de equilibrio y, además, diferenciar entre los conceptos de masa y concentración.

Trabajar con representaciones microscópicas requiere tener en cuenta que los estudiantes pueden estar confundiendo términos macro y microscópicos. Cuando se realizan las representaciones de los recipientes conteniendo el sistema en equilibrio, a dos temperaturas diferentes, si bien ello sirve para que los alumnos analicen la composición del sistema y su relación con la constante de equilibrio, es necesario diferenciar los conceptos que ello involucra, esto es, aprovechar estas representaciones para diferenciar los conceptos de masa y concentración.

A partir de aquí se continúa con la elaboración de un significado de sistema en equilibrio dinámico que se pueda aplicar al estudio de diferentes sistemas químicos y que sirva para reinterpretalos, de forma tal que incluyan también los sistemas en equilibrio dinámico.

Antes de abordar el sistema de la Actividad 4, resulta útil introducir otro, homogéneo, como por ejemplo el que corresponde a la formación de NH_3 en el proceso Haber, que resulta habitual en el aprendizaje de este tema.

A esta altura también podría proponerse a los alumnos la elaboración de un mapa conceptual que permitiese mostrar en qué medida han podido relacionar los principales conceptos trabajados.

A continuación se trabaja con el sistema CO_3Ca/CaO. Se está en condiciones de analizar su comportamiento cuando cambia la masa de carbonato presente o cuando se modifica el volumen del recipiente, atendiendo a todo lo desarrollado para los sistemas anteriores. Retomando, en particular, lo analizado para el sistema $H_2O(l)/H_2O(g)$, se puede ampliar la interpretación de la constancia de la concentración de la fase condensada. Podría considerarse que hasta aquí, el alumno ha tenido oportunidad de elaborar un significado de sistema en equilibrio dinámico.

CONSIDERACIONES FINALES

El trabajo en la interpretación de la idea de sistema en equilibrio dinámico con una propuesta como la descrita aquí, permite discutir con los alumnos muchos aspectos relevantes del comportamiento de los sistemas físicos y químicos que no se hacen explícitos habitualmente en la instrucción en Química, previo al estudio de este tema. Entre ellos, la idea de reversibilidad y la de ecuación química como representación de cómo ocurre el proceso.

En lo que respecta a la visión interna del sistema, la expresión de su dinamismo es uno de los aspectos que se intenta destacar en el marco de la propuesta didáctica. Cuando se indaga acerca del aprendizaje, este aspecto no surge en las explicaciones vinculadas al uso del modelo de materia microscópico.

Una prueba piloto de esta propuesta, realizada con ingresantes a la Universidad (Rocha, 2008), permitió repensar aspectos centrales de su desarrollo, a la vez que se hacía su adaptación al nivel educativo anterior. Los resultados obtenidos en esa ocasión mostraron que los estudiantes habían incorporado elementos de las dos visiones del sistema en equilibrio químico: sistema que permanece sin alterarse (nivel macroscópico) y sistema en continuo cambio (dinamismo, no observable), existiendo un predominio de los aspectos ligados a la comprensión macroscópica.

En tal sentido, el uso de una representación microscópica del sistema les resultó útil para describir su composición y analizar la relación estequiométrica entre los componentes, y superar de esta manera algunas de las dificultades que en el estudio del equilibrio, han sido detectadas por varios investigadores, tal como se menciona al inicio de este trabajo.

Se considera necesario que la discusión acerca de la enseñanza y el aprendizaje en este tema abarque no sólo lo que puede hacerse en relación con ello a la altura del currículo en que se ha de desarrollar, sino que además se planteen algunas modificaciones en el trabajo previo, sobre ideas y modelos que son centrales en el aprendizaje en Química. Es conveniente apuntar a una enseñanza que se ocupe particularmente de desarrollar la capacidad de elaborar y usar conceptos y modelos, de forma tal que se pudiera ir ampliando su significado para integrarlos en la estructura cognitiva. Además se debería desarrollar una visión de la Química en términos de sistemas, esto es, en la que se interpreten las interacciones teniendo en cuenta que lo relevante no es sólo el proceso inmediato que ha producido el cambio, sino también el conjunto de relaciones impuestas por el modelo teórico (por ejemplo: modelo cinético–molecular; idea de sistema en equilibrio dinámico), para la explicación del fenómeno en cuestión (Pozo y Gómez, 1998).

AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto (A/011181/07) *Relación entre investigación educativa, práctica docente y dificultades de aprendizaje. Planificación e implementación de secuencias de actividades para la enseñanza de ciencias y matemática*

A las Universidades del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y de Santiago de Compostela (España).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Covaleda, R.; Moreira, M. A. y Caballero, M. C. (2005). Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 4 (1).

Domínguez C., J. y Pro B., A. (2006). *A Metodoloxía AcAb. Unha Proposta Didáctica para o Ensino - Aprendizaxe das Ciencias. En Díaz y Jiménez (Eds.) Perspectivas sobre a aprendizaxe das Ciencias e das Matemáticas*. Santiago de Compostela: Servicio de publicaciones de la USC.

García - Rodeja, E.; Lorenzo B., F. M. y Domínguez C., J. (1994). *Proyecto AcAb Física. Actividades Abiertas para una Enseñanza Integrada de la Física*. Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC.

García - Rodeja, E.; Domínguez, J. M.; Lorenzo, F. y Díaz, J. (1988). Reseña Histórica del Proyecto AcAb. Hacia un cambio de actitud y de metodología en la Enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Adaxe. Revista de estudos e experiencias educativas*, 4, 29-41.

García – Rodeja, E; Lorenzo B. F.; Domínguez C., J. y Díaz de Bustamante, J. (1987). *Proyecto AcAb Química. Una visión de la enseñanza integrada de la Química por medio de Actividades Abiertas*. Santiago de Compostela: Servicio de publicaciones de la USC.

Gorodetsky, M. y Gussarsky, E. (1986). Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods. *European Journal Science Education* 8 (4), 427-441

Jonhstone, A.; Mac Donald, J. y Webb, G. (1977). Chemical Equilibrium and its conceptual difficulties. *Education in Chemistry* 14, 169

Pozo, J. y Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata. Madrid.

Quílez P., J. y Soláz P., J. (1995). Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier Principle: Implications for the teaching of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching* 32 (9), 939 - 957.

Rocha, A. (2008). *Tesis doctoral. Diseño de una propuesta didáctica y su contribución a la enseñanza y aprendizaje del tema Equilibrio Químico,*

para alumnos que ingresan en la Universidad. Santiago de Compostela: Servicio de publicaciones de la USC.

Rocha, A.; Scandroli, N.; Domínguez C., J. y García – Rodeja, E. (2000). Propuesta para la enseñanza del Equilibrio Químico. *Revista Educación Química* 11 (3), 343 – 352.

Tyson, L.; Treagust, D. y Bucat, R. (1999). The complexity of teaching the topic of chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education* 76, 554 – 558.

REFLEXIONES PARA EL DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Antonio de Pro Bueno y Fco. Javier Rodríguez Moreno

PALABRAS CLAVE: Educación Primaria. Currículo basado en competencias. Propuesta de enseñanza. Circuitos eléctricos.

RESUMEN: La Reforma LOE ha planteado un nuevo currículum para la enseñanza de la asignatura Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en la Educación Primaria. Cualquier cambio curricular exige la clarificación, entre otros aspectos, de qué debe enseñarse, cómo debe realizarse y qué y cómo debe valorarse. Este trabajo tiene como objetivo el diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de los circuitos eléctricos en el tercer ciclo de esta etapa educativa.

KEY WORDS: Primary education. Competence-based curriculum. Teaching proposal. Electric circuits.

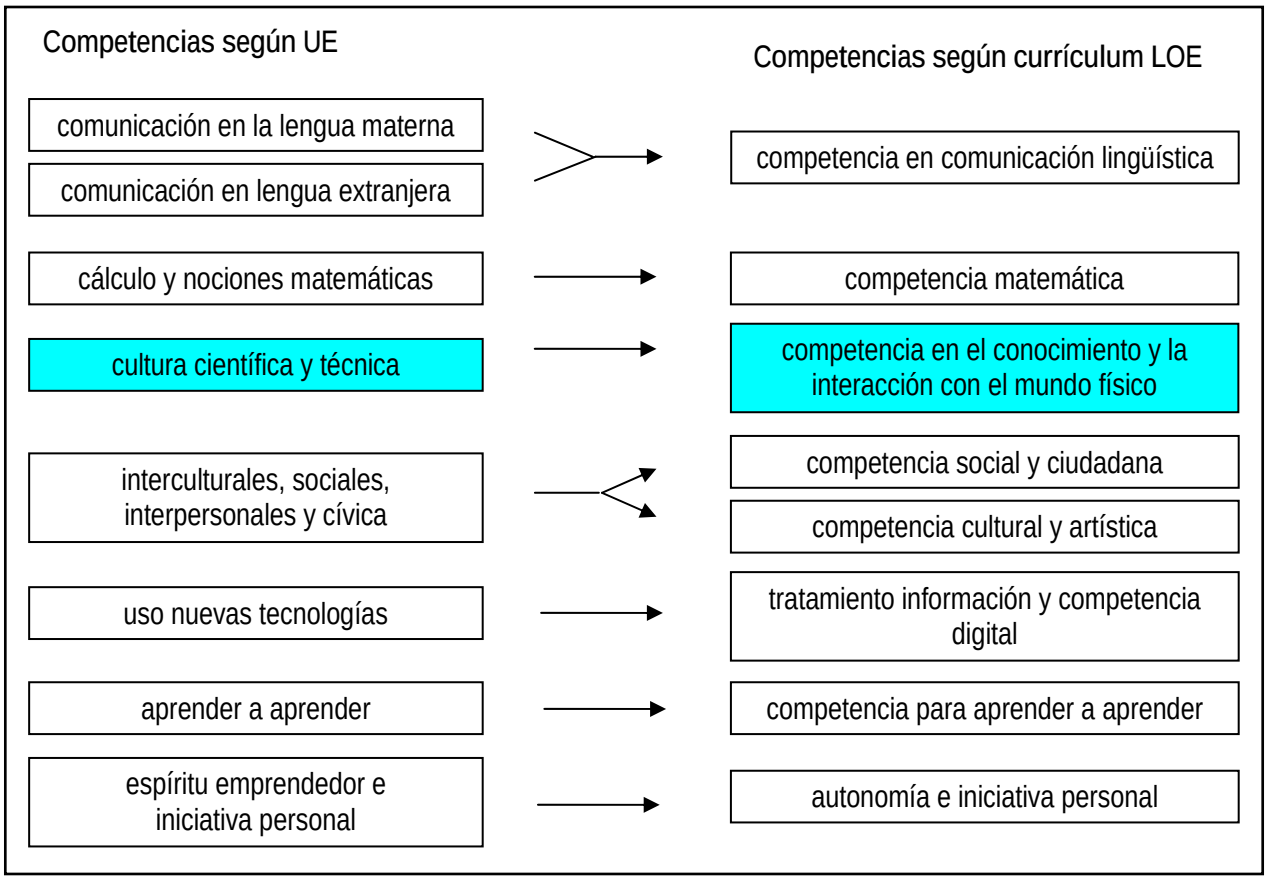
ABSTRACT: The LOE educational reform has set up a new curriculum for the teaching of science, social science and culture in primary education. Curricular changes involve, among other things, the explicitation of what is to be taught, how it is to be done and how it is to be assessed. Within this perspective, this paper is intended as a pedagogical proposal for the teaching of electric circuits in the third cycle of primary education.

DEL DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES A LA ENSEÑANZA DE COMPETENCIAS

Los nuevos programas derivados de la última reforma curricular dejaban a un lado el énfasis que se había realizado en el desarrollo de las capacidades, objetivos últimos en la educación formal, y los sustituía por un término novedoso en nuestro contexto educativo: el de competencia. Recientemente tuvimos ocasión de referirnos a ellas (Pro, 2007) pero quisiéramos resaltar algunas ideas al respecto.

En primer lugar, discutimos el origen del vocablo y su proximidad al ámbito económico y laboral, lo que nos generaba grandes dudas respecto a su transposición al campo educativo. No obstante, el hecho de ser respaldado por gran parte de la Unión Europea (Eurydice, 2003) nos hacía ser cautos en nuestra apreciación inicial y las dudas parecían despejarse con la afirmación: “contempla conocimientos, destrezas, valores, actitudes, etc. que necesitan los seres humanos para sobrevivir, desarrollar sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar su calidad de vida, tomar decisiones debidamente informados y continuar aprendiendo” (WCEFA, 1990).

Luego identificamos las competencias básicas deseables según la UE en la educación obligatoria y veíamos que no presentaban diferencias relevantes con las que se planteaban en nuestro currículum oficial (MEC, 2007). En el Cuadro 1 podemos apreciar esta similitud.



Cuadro 1

No obstante, hubo un hecho que nos llamó la atención: el texto de las competencias que incorporaba el currículum de Educación Primaria coincidía literalmente con el de Educación Secundaria. Es cierto que no era estrictamente necesario modificar el texto que las explicaba pero este hecho parece transmitir que no hay diferencias entre las que se deben trabajar en ambas etapas educativas. Si ésta es la idea que han querido trasmitir el legislador, manifestamos nuestro profundo desacuerdo.

En cualquier caso, en este "tiempo de competencias", parece obligado tenerlas presente en la elección de los contenidos objeto de enseñanza. En la unidad didáctica que hemos diseñado –Circuitos eléctricos- pueden estar presentes capacidades de las competencias básicas: uso de términos o comunicación de ideas (competencia lingüística), operaciones numéricas (matemática), cooperación con compañeros (social y ciudadana), inicio a la metacognición (aprender a aprender), etc. Pero la que se relaciona más con el tema de nuestra propuesta es la de conocimiento e interacción con el mundo físico. En el Cuadro 2 se recogen las capacidades que define el

currículum respecto a esta competencia y decimos el grado de incidencia de los contenidos seleccionados (hemos establecido las categorías nada, bajo, medio y alto).

Capacidades en el currículum del Conocimiento del Medio Natural	**Grado**
percepción adecuada del *espacio físico* en el que se desarrolla la vida y la actividad humana	Medio
habilidad para moverse en el espacio y resolver *problemas* donde intervengan *los objetos y su posición*	
toma de conciencia de la *influencia de las personas en el espacio*, su asentamiento, su actividad, los cambios que introducen y los paisajes resultantes	
importancia de que *todos los seres humanos se beneficien* del desarrollo y de que éste procure la conservación de recursos y la diversidad natural, manteniendo la *solidaridad global e intergeneracional*	Bajo
espíritu crítico en la observación de la realidad y en el análisis de *mensajes informativos y publicitarios*	Medio
uso de *hábitos de consumo* responsable	Bajo
disposición favorable a una *vida física y mental saludable*… y respeto hacia uno mismo y los demás	
identificación de preguntas o problemas sobre el mundo y obtener *conclusiones basadas en pruebas*	Alto
puesta en práctica de *procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica*: identificación de problemas, realización de observaciones, formulación de cuestiones, localización y obtención de información cualitativa y cuantitativa, verificación o constatación de hipótesis, realización de predicciones, reconocimiento de las fortalezas y límites de la investigación.	Medio
adquisición de destrezas asociadas a la *planificación y manejo de soluciones técnicas*, siguiendo criterios de economía y eficacia.	Bajo
desarrollo y aplicación del pensamiento científico-técnico para interpretar la información que se recibe *y para predecir y tomar decisiones* con iniciativa y autonomía personal	Alto
diferenciación de *este conocimiento* del de otras formas de conocimiento	Medio
uso de *valores y criterios éticos* asociados a la ciencia y tecnología	Bajo

Cuadro 2

La presencia de las competencias no ha olvidado la especificación de los objetivos (MEC, 2007). En el Cuadro 3 recogemos los que pueden tener un grado de incidencia alto y medio en la temática de nuestra propuesta.

Objetivos del currículum	**Grado**
3. Participar en actividades de grupo adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario, respetando los principios básicos del funcionamiento democrático.	Medio
7. Interpretar, expresar y representar hechos, conceptos y procesos del medio	Medio

natural mediante códigos numéricos, gráficos, cartográficos y otros.	
8. Identificar, plantearse y resolver interrogantes y problemas relacionados con elementos significativos del entorno, utilizando estrategias de búsqueda y tratamiento de la información, formulación de conjeturas, puesta a prueba de las mismas, exploración de soluciones alternativas y reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.	Alto
9. Planificar y realizar proyectos, dispositivos y aparatos sencillos con una finalidad previamente establecida, utilizando el conocimiento de las propiedades elementales de algunos materiales, sustancias y objetos.	Alto

Cuadro 3

Como puede apreciarse, ni en las competencias ni en los objetivos, se alude al tema "Circuitos eléctricos" de forma explícita (¿es una casualidad o es una prueba del auténtico alcance de estos elementos para clarificar qué se debe enseñar en el aula?). Desde nuestra perspectiva, es preciso acudir a los contenidos y criterios de evaluación para clarificar algo más qué conocimientos debemos compartir o trabajar con el alumnado, desde la perspectiva de los programas oficiales.

SELECCIÓN DE CONTENIDOS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Si acudimos al currículum para poder ubicar nuestra propuesta dentro del marco oficial (MEC, 2007), observamos que se alude a conocimientos relacionados con el tema tanto en el primer ciclo (por ejemplo, entre los contenidos del Bloque 7 aparece: "*Montaje y desmontaje de objetos simples*") como en el segundo (por ejemplo, en el criterio 8 de éste, dice: "Con este criterio se pretende evaluar… si describen trasformaciones simples de energía (..., la energía eléctrica para que funcione una lámpara,...)". Pero parece que la intención del legislador es que la mayor parte del tema "Circuitos eléctricos" se trabaje en tercer ciclo.

Así, en el Bloque 7 de "Objetos, máquinas y tecnología" de este ciclo se dice: "*Circuitos eléctricos sencillos. Efectos de la electricidad. Conductores y aislantes".* Y, por si tuviéramos dudas, en el Cuadro 4 se recogen los criterios de evaluación y su clarificación.

Criterios de evaluación relacionados con el estudio de los Circuitos eléctricos
8. Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante … la electricidad… y saber comunicar resultados.

Este criterio trata de evaluar la aptitud para realizar *experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos* y químicos *de la materia*: planteamiento de problemas, enunciación de hipótesis, selección del mate-rial necesario, montaje, realización, extracción de conclusiones, comunicación de re-sultados, mostrando competencia en cada una de ellas y en la vertebración de las par-tes, así como en el conocimiento de las leyes básicas que rigen estos fenómenos.
9. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, y realizarla, con la habilidad manual necesaria, combinando el trabajo individual y en equipo.
Este criterio pretende evaluar la capacidad de planificar y realizar *proyectos de construcción de algún objeto o aparato*. Se evaluará… la capacidad para seleccio-nar una de ellas [fuente de energía] por su idoneidad para el funcionamiento de un aparato. Se valorará el conocimiento de los distintos operadores (…*interruptor*...) Así como si se muestra una actitud cooperativa e igualitaria en el trabajo en equipo, apre-ciando el *cuidado por la seguridad* propia y de los demás.

Cuadro 4

Como no podía ser de otra manera, los programas oficiales esbozan el sentido de los conocimientos pero deja margen suficiente para hacer lo que el profesorado consideremos oportuno. Por ello, sin olvidar las orientaciones oficiales, identificamos las ideas fundamentales que queremos compartir con el alumnado, sin olvidar las aportaciones de la investigación sobre cuáles son las concepciones y experiencias previas del alumnado, cuáles son las exigencias cognitivas de los contenidos, cuáles son las posibilidades reales de los que deben aprender, etc. (Pro, 2005).

Las ideas fundamentales no difieren mucho de las que comentamos y justificamos más detalladamente en otro trabajo (Pro, 2008) y las hemos sintetizado en el Cuadro 5.

Ideas fundamentales
Hay máquinas y aparatos que necesitan electricidad (energía eléctrica) para funcionar. Tienen ***circuitos eléctricos***
Los circuitos eléctricos están formados por ***elementos*** y la ***corriente*** eléctrica. Pueden ser ***cerrados y abiertos***, según dejen pasar o no la corriente eléctrica.
Los elementos de un circuito son ***pilas, bombillas, cables, interruptores***, etc. Las pilas son los ***generadores***; sin ellos, no hay corriente eléctrica. Las bombillas, las resistencias, el cobre de los cables… son los ***conductores*** y permiten el paso de la corriente eléctrica. El plástico de los cables es ***aislante*** y, por él, no pasa la corriente. Los interruptores son ***controladores***; abren y cierran circuitos.

Cuadro 5 (continúa)

Ideas fundamentales
El paso de la corriente eléctrica por algunos objetos (bombillas) produce luz. Esta propiedad permite el estudio cualitativo de la corriente eléctrica por su ***luminosidad.***

En un circuito, las bombillas pueden aparecer ***aisladas*** (en una linterna) o asociadas; la asociación puede ser ***en serie*** (en un árbol de Navidad) o ***en paralelo*** (la instalación de casa).
En un circuito de bombillas ***en serie***, al accionar el interruptor, ambas se encienden a la vez. Si apago una, las otras se apagan. Si las bombillas son iguales, se encienden igual pero menos que en un circuito simple (bombilla aislada).
En un circuito de bombillas ***en paralelo***, al accionar el interruptor, ambas se encienden a la vez. Si apago una, las otras siguen encendidas. Si las bombillas son iguales, se encienden igual y también igual que en un circuito simple (bombilla aislada).
Cuando se cierra un circuito, se produce una ***corriente eléctrica***. Ésta es un mo-vimiento de electrones que se produce simultáneamente en todos los generado-res y conductores del circuito. Por lo tan-to, no responde al modelo unipolar, inte-rruptor-fuente o atenuación.

Cuadro 5 (continuación)

Establecidos las principales afirmaciones de conocimiento, los procedimientos, las actitudes y, en definitiva, los contenidos objeto de enseñanza, parece lógico abordar una secuencia de enseñanza que sea coherente con la lógica científica de los conocimientos pero también con nuestro modelo educativo y planteamientos metodológicos.

SECUENCIA DE ENSEÑANZA DEL TEMA "CIRCUITOS ELÉCTRICOS"

La forma más clara de evidenciar nuestra propuesta para el estudio de los "Circuitos eléctricos" es a través de la secuencia de actividades a realizar en el aula. En un trabajo anterior ya nos hemos referido a ello (Pro, 2008); en el Cuadro 6 la hemos recogido.

Secuencia de actividades del tema
Act.1. ***Justificación del tema***: El maestro señala la importancia del tema en la vida cotidiana, la necesidad de su estudio y algunas cosas que serán capaces de hacer al finalizar el tema.
Act,2. ***Iniciación:*** A partir de tiras de comic el maestro plantea cuestiones sobre la presencia de la electricidad en la vida cotidiana: efectos que produce, peligros de su utilización e identificación de juguetes que funcionen mediante electricidad. A partir de las respuestas del alumnado, el maestro clarifica sólo las concepciones mágicas o animistas (peligro, calambre, explosión…).

Cuadro 6 (continúa)

Secuencia de actividades del tema (continuación)
Act.3. ***Explicitación e intercambio de ideas***: El maestro realiza una experiencia delante de sus alumnos (un circuito simple con una pila, una bombilla y un interruptor) y les plantea preguntas para que describan lo que han observado, lo interpreten, hagan predicciones y lo apliquen a otras situaciones. Una vez respondido individualmente, los alumnos discuten sus respuestas en pequeños grupos y las recogen en una hoja A3; luego se realiza una puesta en común para identificar ideas compartidas y diferentes (sin entrar en su idoneidad o no).
Act.4. ***Construcción de conocimientos: Máquinas y aparatos eléctricos.*** El maestro facilita una hoja de trabajo en la que deben identificar máquinas y aparatos que necesitan la electricidad en el aula; puesta en común y clarificación de ideas confusas. Primero lo realizan de forma individual; después en pequeño grupo y, por último, puesta en común en el gran grupo, clarificando el maestro las ideas confusas.
Act.5. Se proyecta una película de video realizado por el maestro en la que se recogen situaciones cotidianas en las que aparecen máquinas y aparatos eléctricos de una casa (cocina, dormitorio y sala de estar) Primero de forma individual y después en pequeños grupos, responden las cuestiones de una hoja de trabajo sobre si funcionan con pilas o conectándolo a los enchufes; también deben escribir máquinas y aparatos eléctricos de la clase.
Act.6. ***Construcción de conocimientos: Elementos de un circuito y sus funciones***. El maestro explica el papel de los circuitos eléctricos en las máquinas y aparatos; también identifica sus componentes. Mediante pequeñas experiencias de cátedra, muestra las funciones de cada elemento en un circuito simple (pila-generador, cobre de cable-conductor, plástico de cable-aislante e interruptor-controlador
Act.7. Los alumnos deben traer una pila, un cable, un portalámpara, una bombilla y un interruptor. Luego individualmente deben dibujarlos e indicar, forma, tamaño, propiedades y utilidad.
Act.8. ***Construcción de conocimientos: Circuito simple***. El maestro monta un circuito simple (pila, bombilla-portalámpara, cables e interruptor) delante de los alumnos y explica las diferencias entre circuito abierto y cerrado.
Act.9. Se realiza una actividad práctica, en pequeños grupos, en la que deben construir un circuito simple con una bombilla y responder las “preguntas para pensar” (en el Anexo se recoge la hoja de trabajo). Se realiza una puesta en común en el gran grupo de las preguntas y el maestro clarifica las ideas confusas.
Act.10. ***Aplicación.*** Los alumnos deben elegir uno de los dos juguetes que se les propone: “El detector de pulso” y “El juego de preguntas y respuestas” (el guión está descrito en Pro, 2008). Deben construirlo, responder las “preguntas para pensar” y realizar una demostración delante de sus compañeros.
Act.11. ***Construcción de conocimientos: Vida de científicos.*** Los alumnos deben leer un texto que hemos elaborado sobre la vida de Thomas Alva Edison. El maestro puede realizar algún comentario sobre los hechos más relevantes.

Cuadro 6 (continúa)

Secuencia de actividades del tema (continuación)
Act.12. ***Explicitación e intercambio de ideas***: El maestro realiza una experiencia delante de sus alumnos (dos circuitos –uno en serie y otro en paralelo- con una pila, dos bombillas y un interruptor) y les plantea preguntas para que describan lo que han observado, lo interpreten, hagan predicciones y lo apliquen a otras situaciones. Una vez respondido individualmente, los alumnos discuten sus respuestas en pequeños grupos y las recogen en una hoja A3; luego se realiza una puesta en común para identificar ideas compartidas y diferentes (sin entrar en su idoneidad o no).
Act.13. ***Construcción de conocimientos: Circuitos en serie.*** El maestro monta un circuito en serie con dos bombillas (además de una pila, unos cables y un interruptor)y explica su funcionamiento usando como referente la luminosidad.
Act.14. Se realiza una actividad práctica, en pequeños grupos, en la que deben construir un circuito en serie con dos bombillas y responder las "preguntas para pensar" (similar a la que aparece en Pro, 2008). Se realiza una puesta en común en el gran grupo de las preguntas y el maestro clarifica las ideas confusas.
Act.15. ***Construcción de conocimientos: Circuitos en paralelo.*** El maestro monta un circuito en paralelo con dos bombillas y explica su funcionamiento usando como referente la luminosidad.
Act.16. Se realiza una actividad práctica, en pequeños grupos, en la que deben construir un circuito en paralelo con dos bombillas y responder las "preguntas para pensar" (similar a la que se recoge en Pro, 2008). Se realiza una puesta en común en el gran grupo de las preguntas y el maestro clarifica las ideas confusas.
Act.17. ***Aplicación.*** A partir de una tira de comic de Tintín, se plantea cómo ayudarle en una situación ante el dilema de elegir un montaje con tres bombillas; obviamente deben justificar su opción.
Act.18. ***Aplicación.*** Los alumnos deben construir el juguete "Un coche con luces guay" (el guión está descrito en Pro, 2008). Deben construirlo, responder las "preguntas para pensar" y realizar una demostración delante de sus compañeros.
Act.19. ***Revisión.*** Los alumnos deben criticar sus respuestas y las de los demás de las Act.3 y Act.12. Con la ayuda del maestro deben revisar lo que han aprendido en el tema

Cuadro 6 (continuación)

PARA TERMINAR...

La propuesta que hemos descrito se plantea como hipótesis de partida. Aunque está fundamentada en aportaciones de la investigación y en nuestra propia experiencia, es preciso llevarla al aula y valorarla. Nosotros la hemos puesto en práctica durante este curso académico y hemos recogido datos que, en estos momentos, estamos procesando. No obstante, la percepción intuitiva de lo acontecido es razonablemente satisfactoria. Esperamos que los resultados nos lo ratifiquen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EURYDICE (2003). *Las competencias clave. Un concepto en expansión en la educación general obligatoria*. Madrid: MEC.

(disponible en http://www.eurydice.org)

MEC (2007). Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE, 8 de diciembre de 2006).

PRO, A. (2005) Estudio de los circuitos eléctricos en la Educación Primaria. En la obra: *Didáctica de las Ciencias Experimentales II.* 223-242. Diego Marín. Murcia.

PRO, A. (2007). De la enseñanza de los conocimientos a la enseñanza de las competencias. *Alambique*, 53, pp. 10-21.

PRO, A. (2008). Jugando con los circuitos y la corriente eléctrica. En la obra: *El desarrollo del pensamiento científico y técnico en la Educación Primaria*. Madrid: ISFP.

WCEFA (1990). *World Declaration on Education for All and framework for action to meet basic learning needs*. New York. WCEFA.

(disponible en http://www.unesco.org/education/efa/ed_for_all)

ANEXO: EJEMPLO DE GUIÓN DE TRABAJO DE ACTIVIDAD PRÁCTICA

Uno de los inventos más interesantes que ha hecho la humanidad ha sido la bicicleta. Aunque no se sabe quién la inventó, algunos dibujos del gran genio Leonardo da Vinci proyectaban vehículos que se parecían.

Sin embargo, en 1791, el conde de Sirvac, francés, construyó el celerifere, máquina de madera compuesta por dos ruedas alineadas y unidas por una barra que sujetaba un sillín. No obstante, aquel artefacto se parece poco a las que utilizaba nuestro campeón Miguel Indurain…

Todos los que tenemos alguna hemos podido comprobar que es una máquina muy útil para divertirnos, para trasportarnos, para hacer deporte, etc. En un mundo, en el que tantos contaminan, la bici está siendo considerada una alternativa importante para que no estropeemos más el medio ambiente.

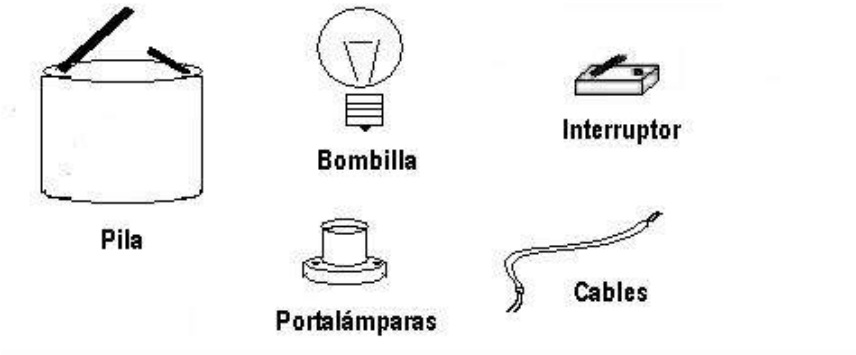
Ahora bien, la bicicleta exige un mantenimiento como cualquier otro vehículo: comprobar si las ruedas están hinchadas, engrasar la cadena, etc. Todo esto lo pueden hacer en un taller de bicis pero, ¿es tan difícil que no podemos hacerlo nosotros?

En la experiencia de hoy nos vamos a estudiar un circuito con una bombilla, semejante a la que tenemos en nuestra bicicleta. Queremos saber cómo funciona y cómo repararla.

¡VAMOS A INVESTIGAR!

1) Reconocimiento de los elementos de un circuito

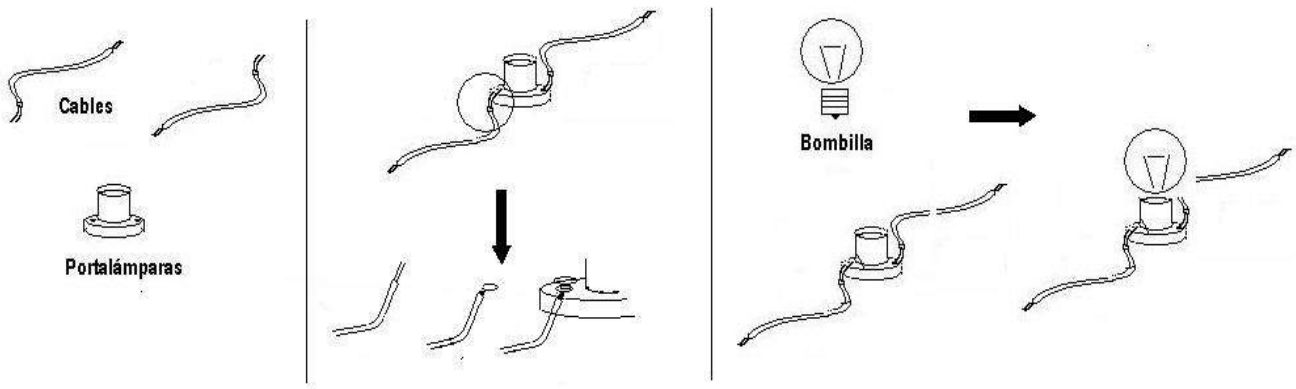
En un circuito eléctrico podemos encontrar muchos elementos. En los dibujos aparecen algunos de ellos con su nombre.



2) Conexión de los elementos

Conexión de bombillas, portalámparas y cables

Un portalámpara es un dispositivo donde enroscamos una bombilla. Como puedes ver, tiene dos "patas". En cada una enrolla un trozo de cable pelado por cada extremo. Sujétalo como aparece en la figura.



Preguntas para pensar un poco:

¿Por qué se enrosca hasta el final la bombilla en el portalámpara?

¿Qué partes podemos distinguir en un cable? ¿Qué diferencias hay entre los que vamos a utilizar y los que usamos en las casas?

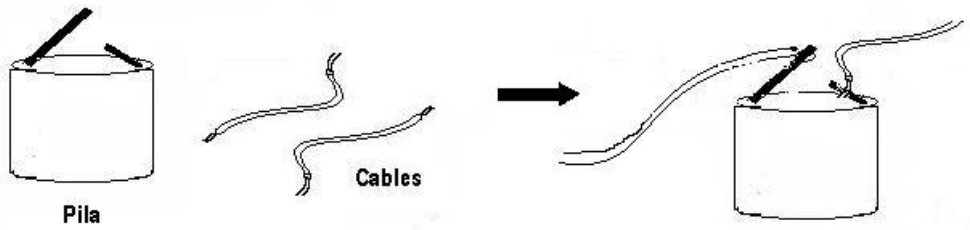
¿Por qué hay que pelar los extremos de los cables?

Conexión de los cables a la pila

Para que se ilumine la bombilla, debe circular corriente eléctrica y sólo se consigue si la conectamos a una pila. Al conectar una pila a un circuito, se produce un movimiento de los electrones de todos los materiales que son conductores. No es que salgan cargas

de la pila sino que todos los electrones que había en el circuito –en los cables, en la bombilla, en la pila, etc- se ponen a la vez en movimiento.

Como una pila también tiene dos polos, debemos conectar los cables como aparecen en la figura. Recuerda que los cables deben estar pelados antes de unirlos a los polos de la pila.



Preguntas para pensar un poco:

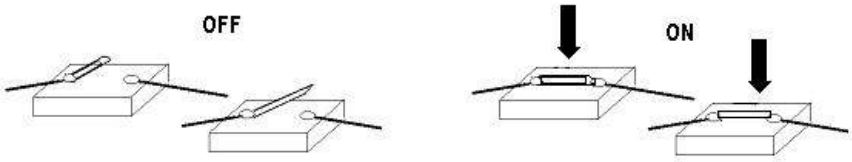
¿Por qué se enciende la bombilla al conectarla a la pila?

¿Por qué hay pilas de diferentes voltajes?

¿Qué ocurre si conectamos los cables al revés a los polos?

Conexión del interruptor

Un interruptor es un dispositivo que permite que cortemos o no el paso de corriente. Puedes comprender su funcionamiento si observas el dibujo.



La construcción de un interruptor es muy simple. Sobre un trozo de madera fijamos los dos cables de una rama de un circuito a una cierta distancia. Cualquier objeto conductor que "una" ambos cables actúa como un interruptor; por ejemplo, un clic, una pequeña lámina de un metal, unos hilos de cobre...

Preguntas para pensar un poco:

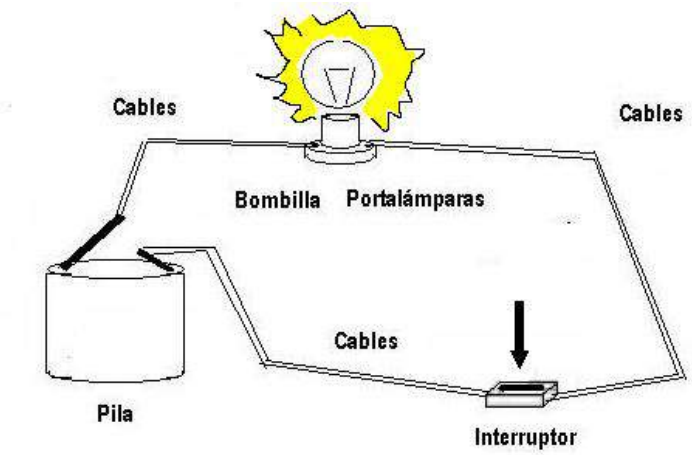
¿Cómo funciona un interruptor? ¿Para qué puede ser útil este dispositivo?

¿Son todos los interruptores iguales?

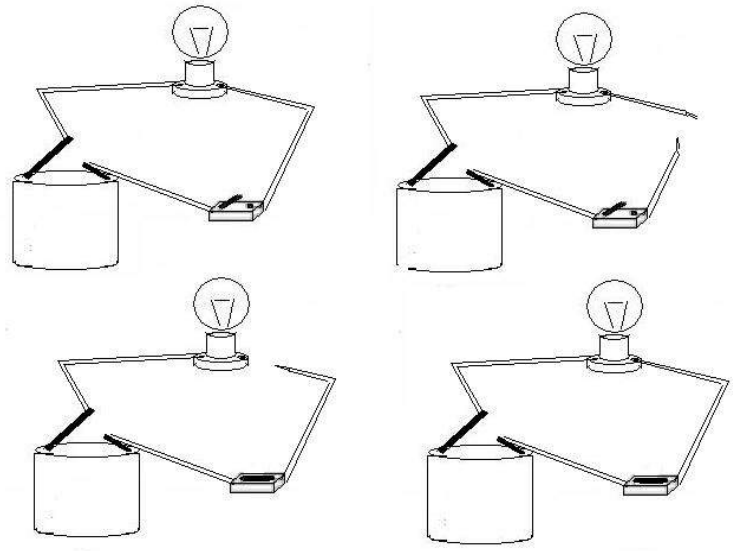
¿Qué diferencias tiene con los conmutadores?

3) Construcción de un circuito abierto y uno cerrado

Un circuito está cerrado cuando todos los elementos están bien conectados y el interruptor está accionado. En caso contrario, se dice que está abierto.



A continuación aparecen unos circuitos. Trata de montarlos, tal como lo hemos hecho hasta ahora. Dí si se enciende o no la bombilla. Justifica tu respuesta.



4) La bombilla de la bicicleta

Como ya sabemos cómo funciona un circuito con una bombilla, estamos en condiciones de afrontar nuestro reto: poder arreglar la que tiene nuestra bicicleta.

Lo primero que vamos a hacer es identificar los elementos: bombilla, cables…

- ¿Qué dispositivo hace de “pila”?
- ¿Y de interruptor? ¿Cómo se abre y se cierra el circuito?
- ¿Qué diferencias hay entre el circuito que hemos estudiado y el de la bicicleta?

¡VAMOS A VER QUÉ HEMOS APRENDIDO!

Responde las siguientes preguntas:

¿Qué elementos podemos encontrar en un circuito?

¿Qué es una pila? ¿Cómo funciona? ¿Cómo se conecta?

¿Qué es una bombilla? ¿Cómo funciona? ¿Y un portalámpara? ¿Cómo se conectan?

¿Qué son los cables? ¿Cómo se conectan?

¿Qué es interruptor? ¿Cómo funciona?

¿Qué es un circuito cerrado? ¿Y uno abierto?

SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DE LA RELATIVIDAD EN 4º DE ESO

*** Prado Orbán, Xabier; ** Domínguez Castiñeiras, Xosé Manuel.**

Depto. de Didáctica das Ciencias Experimentais. Universidade de Santiago de Compostela. * xprado@arrakis.es ; ** ddacabdz@usc.es

RESUMEN: Se presenta una Unidad Didáctica sobre la Teoría de la Relatividad Clásica (o Galileana) para Física y Química en 4º de ESO, con un carácter preparatorio para la adquisición posterior de la Teoría de la Relatividad de Einstein en el Bachillerato. Tras describir el proceso de diseño de las actividades, se presentan varias de ellas indicando la intención educativa, centrada en la interpretación visual del espacio/tiempo y sus transformaciones, y se explican los resultados obtenidos al aplicarlas en el aula.

PALABRAS CLAVE: Unidad didáctica, relatividad, espacio/tiempo, educación secundaria.

ABSTRACT: We present a Didactic Unit about the classical (or galilean) Relativity Theory for the subject of Physics and Chemistry at the lower levels of Secondary Education, as a way to prepare students for the acquisition of Einstein´s Relativity Theory at the upper levels of Secondary Education. We describe the design process of the activities, and then we present several of them explaining the teaching aim, that is focused on the visual interpretation of space/time and its transformations, and we also explain the results that were obtained when we applied them in the classroom.

KEY WORDS: Teaching unit, relativity, space/time, secondary school.

INTRODUCCIÓN

La unidad didáctica que se propone tiene como objetivo presentar la Relatividad clásica explotando al máximo las características geométrico-visuales del espacio/tiempo. Posteriormente, esta misma esencia geométrica supone facilitar en gran medida la comprensión de la Relatividad de Einstein en el Bachillerato.

Para el diseño, planificación y desarrollo de la unidad didáctica nos hemos basado en el modelo de Domínguez *et al.* (2007) que consta de las siguientes tareas: *Determinación del contenido académico; determinación de la problemática de aprendizaje*; *selección, formulación y secuenciación de objetivos*; *estrategias de instrucción; secuencia de actividades; y selección de estrategias de evaluación*.

1. Determinación del contenido académico

Para determinar los contenidos objeto de aprendizaje (cuadro 1) se ha tomado como referente el currículo oficial de Galicia, XUGA (2007). Una de las novedades introducidas en la disciplina de Física ha sido la incorporación del bloque de temas de Física Moderna en 2º de Bachillerato. Este hecho conlleva una serie de consecuencias en las etapas de enseñanza previas, por la característica de la Física Moderna (y en particular de la Teoría de la Relatividad) de constituir un reto intelectual para el sentido común. En cursos anteriores, de manera consecuente, se propone desde dicho currículo la preparación del alumnado en aspectos como la Relatividad Clásica (de Galileo) que pueden contribuir a una mejor comprensión posterior.

Cuadro 1: Contenidos para el 2º Ciclo–4º curso de ESO

-Movimientos comunes de la vida cotidiana. Importancia de su estudio en el nacimiento de la ciencia moderna. Carácter relativo del movimiento. -Aportaciones de Galileo al estudio del movimiento. -Observaciones celestes y modelos justificativos: comparación de interpretaciones. Implicaciones históricas del enfrentamiento entre las mismas. -Comparación entre las concepciones geocéntrica y heliocéntrica y sus capacidades para interpretar las observaciones.

2. Determinación de la problemática de aprendizaje

Una revisión de la bibliografía existente nos permite anticipar los siguientes problemas didácticos en relación con la Teoría de la Relatividad Clásica:

La velocidad, la distancia atravesada y la trayectoria de un objeto en movimiento son vistos como independientes del marco de referencia y explicadas descriptivamente en relación a un espacio absoluto, Saltiel y Malgrane (1980).

El análisis de un movimiento desde un sistema de referencia exterior al observador es difícil para los alumnos de 4º de la ESO, que se consigue sólo en un estado de desarrollo formal avanzado y con bastante entrenamiento, Hierrezuelo (1993).

Se ha comprobado que la teoría del “impetus” consigue superar limpiamente la fase de instrucción, sugiriéndose que es especialmente persistente, tanto en la Historia de la Ciencia como en la evolución conceptual de los alumnos, Saltiel y Vienot (1985).

En relación con la didáctica de la Mecánica, se comprobó la incapacidad para aceptar la noción de reposo newtoniano mientras no se emplea un razonamiento consistente, Minstrell (1982).

3. SELECCIÓN, FORMULACIÓN Y SECUENCIACIÓN DE OBJETIVOS

De la integración de los análisis del contenido académico y de la problemática de aprendizaje se han seleccionado los objetivos de aprendizaje. Dichos objetivos no se asocian solamente con los contenidos referidos a conceptos y a procedimientos sino también a fomentar entre los alumnos –cuando practican la actividad científica– una educación estimuladora de todas sus capacidades y, de este modo, aquellas actitudes que se consideran deseables para la formación de las personas en una sociedad democrática: *Disposición crítica y actitud interrogante; opinión reservada y respeto por la evidencia; tolerancia, honradez, imparcialidad; y voluntad para cambiar de opinión*.

Creemos que los objetivos de aprendizaje pueden materializarse de muchas formas en el aula. En nuestro caso hemos considerado los que se contemplan en el cuadro 2.

Cuadro 2: objetivos de aprendizaje

-Interpretar y analizar gráficas de cierta complejidad que representan la relación entre dos variables (espacio – tiempo, velocidad – tiempo) y de describir fenómenos trabajados previamente en la clase, utilizando para su descripción un lenguaje científico apropiado.
-Tener presente que en el estudio de un movimiento es necesario el sistema de referencia que en la observación determina la naturaleza de la percepción.
-Describir los movimientos en términos de posición, trayectoria, desplazamiento, velocidad y aceleración.
-Procesar los datos por ordenación en tablas, elaboración de gráficas, y la extracción de conclusiones cualitativas y cuantitativas.

4. ESTRATEGIAS DE INSTRUCCIÓN

Como ya hemos indicado, nuestra intención es conseguir el cambio conceptual necesario para "liberar" al alumno de sus anclajes pre-relativistas, allanando de este modo el camino para el salto cualitativo posterior hacia la Relatividad Especial.

Para ello proponemos actividades que provocan la argumentación y el diálogo sobre la problemática asociada al cambio de sistema de referencia, así como una explicación de las gráficas espacio/temporales,

herramienta didáctica de carácter visual con la que se puede acometer una interpretación completa de la Teoría de la Relatividad. Las actividades propuestas poseen, demás, la posibilidad de evaluar utilizando técnicas audiovisuales de toma de datos.

Las ideas previas no se deben considerar tan sólo como un problema didáctico, sino también como una oportunidad para aprender, Sanmartí y Casadella (1987). Para ello, conviene propiciar la explicitación de las ideas, así como la oportunidad de elegir entre varias explicaciones sobre la base de su validez, no de la autoridad de quien las expresa, Hewson et al. (1995).

La argumentación de los alumnos en debates colectivos sobre problemas reales contribuye decisivamente a la construcción de ideas y se manifiesta como una valiosa fuente de información para la investigación y didáctica de las mismas, Jiménez et al. (2000).

Por ello se pretende que el alumnado hable ciencia en un contexto social, para que reciba la influencia de sus compañeros y compañeras, creándose una argumentación de carácter social y dialógico. Se denomina argumentación dialógica o de voz múltiple, según Driver y Newton (2000) la que sucede cuando se examinan diferentes perspectivas para llegar a un acuerdo sobre las afirmaciones del conocimiento que se aceptan, o las líneas de acción que se consideran. En las clases de ciencias aparece cuando se les ofrece a los estudiantes la oportunidad de abordar un problema en pequeño grupo, o cuando en situaciones de discusión en el aula, el profesor dirige un debate para identificar diferentes líneas de pensamiento e invita a los alumnos a evaluarlas con la finalidad de llegar a un resultado consensuado, García et al. (2002).

Teniendo en cuenta la mediación social de los procesos psicológicos superiores puesta de relieve por Vygotsky, Wertsch (1993) se propone la resolución de problemas en pequeños grupos como forma de reflejar el carácter social de la ciencia, Jiménez et al. (1998). Reigosa y Jiménez (2000).

Existe una literatura creciente sobre problemas con carácter de auténticos, así como la posibilidad de generar un problema y validar su autenticidad cuando los existentes en la bibliografía no se adapten a las necesidades de la investigación, García et al. (2000). Dichos problemas auténticos están caracterizados por:

-Plantear una cuestión relevante (real o simulada) que implique la complejidad de lo real y que tenga relación con el contexto próximo de quien razona sobre el mismo.

-La resolución del problema implica utilizar y analizar pruebas y datos, elaborar razones y tomar decisiones de forma similar a como se hace en un contexto científico, Jiménez (1998), García et al. (2000).

5. Secuencia de actividades

Hasta aquí se han subrayado los planteamientos sobre algunos aspectos metodológicos que consideramos inherentes al proceso de diseño, desarrollo y planificación de unidades didácticas, en la línea de considerar el aprendizaje como construcción social de conocimientos y no como simple adquisición de los ya elaborados, que fundamentan que nuestra propuesta metodológica se estructure en secuencias de actividades que faciliten al alumnado dicha construcción, y no como un listado de contenidos transmitidos por el profesorado. De este modo se han planteado como situaciones problemáticas, otorgando así un relieve especial a la resolución de problemas como elemento vertebrador entre la praxis y el logos, a partir de cuyo estudio se hacen explícitos los conocimientos previos y se fomenta la construcción de los nuevos.

Coherentemente con lo dicho hasta aquí, se propone la siguiente secuencia de actividades:

1-Problema auténtico

2-Práctica e/t con 2 canicas y una rampa

3-Interpretación de líneas e/t, Cuestiones

4-Visor e/t: Confección, manejo

5-Práctica de movimiento relativo (camión sobre hule deslizante)

6-Transformación de Galileo

7-Husos horarios: Interpretación de la situación problemática

Centraremos la explicación en las actividades de mayor relevancia.

5.1. Actividad 1 (problema auténtico):

Para elaborar un problema real que ponga de manifiesto los distintos modelos argumentativos y representacionales sobre el movimiento y los sistemas de referencia relativos, llegamos a la conclusión preliminar de conceder especial atención al concepto de reposo. Desde el punto de vista relativista, el reposo no tiene nada de particular en relación con el movimiento, pero intuitivamente parecen ser fenómenos esencialmente diferentes: aplicando un modelo de pensamiento aristotélico, distinguiríamos sin ninguna duda entre la “permanencia” (reposo) y el “cambio” (movimiento).

Tanto en las pruebas realizadas como en las respuestas obtenidas del alumnado en esta fase inicial, aparecieron diferentes situaciones sobre

movimiento relativo entre varios móviles (escaleras, bicicletas, coches, caballos, río, trenes, aviones, naves espaciales). Las primeras tienen la ventaja de su inmediatez con la experiencia del alumnado, pero las situaciones no tienen el carácter relativista deseado, pues existe siempre un marco de referencia inmóvil incuestionable, la Tierra firme. El recurso a las naves espaciales solventaría esta cuestión, pero con el riesgo de alejarnos en exceso de la experiencia vital de los alumnos. Se llegó a un compromiso con estas dos tendencias en la situación de un avión que permanece en reposo aparente con respecto a la puesta del Sol, puesto que permite un grado de despegue elevado de la Tierra como referencia sin perder el carácter real, cotidiano (viajar en avión, aunque no lo hayan hecho, ya forma parte de la cultura de los alumnos).

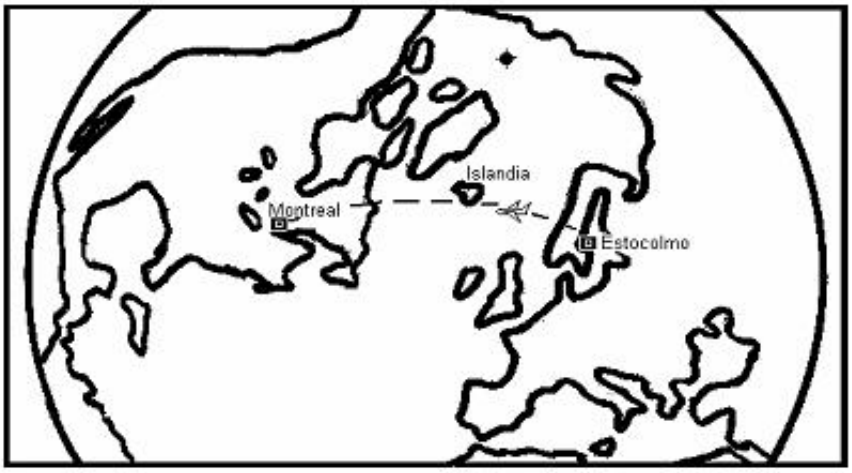
El resultado es el problema auténtico (cuadro 3) que denominamos "Puesta de Sol permanente":

Cuadro 3. Problema auténtico: "Puesta de Sol permanente"

Una compañía aérea promociona uno de sus vuelos mediante el siguiente anuncio:

"Podrás gozar de una puesta de Sol permanente".

Se trata del vuelo desde Estocolmo (Suecia) hasta Montreal (Canadá), cruzando el Océano Atlántico Norte a la altura de Islandia (ver el mapa).



El avión pasa por Islandia justo a la hora del ocaso. La hermosa visión de la puesta de Sol se presenta a los ojos de los pasajeros como una postal inmóvil. Piensas que es posible que esto suceda? Como explicarías científicamente este fenómeno? Puedes hacer algún dibujo que explique tus ideas.

Después de tener escrita tu respuesta, habla con tus compañeros para explicarles tus ideas y conocer las suyas.

Intentad llegar a una conclusión que os convenza a todos sobre el fenómeno de la **puesta de Sol permanente.**

Anota esta conclusión, que deberéis ser capaces de defender todos con argumentos científicos.

El hecho de que, en realidad, estemos tratando con movimientos circulares puede ser obviado dado que los radios de los mismos son tan grandes que no incorporan efectos apreciables a la escala en que se trabaja con este ejemplo. Sin embargo, debe ser tenido en cuenta cuando en las discusiones aparece explícitamente esta circularidad.

5.2. Actividad 2 (las canicas móviles):

Una vez introducida y debatida la problemática del movimiento relativo mediante el problema auténtico, se realiza una práctica en la que, siguiendo los pasos de Galileo, se analiza el movimiento de dos canicas en un plano inclinado para obtener sus gráficas espacio/tiempo y se extraen una serie de conclusiones de la comparación de las mismas.

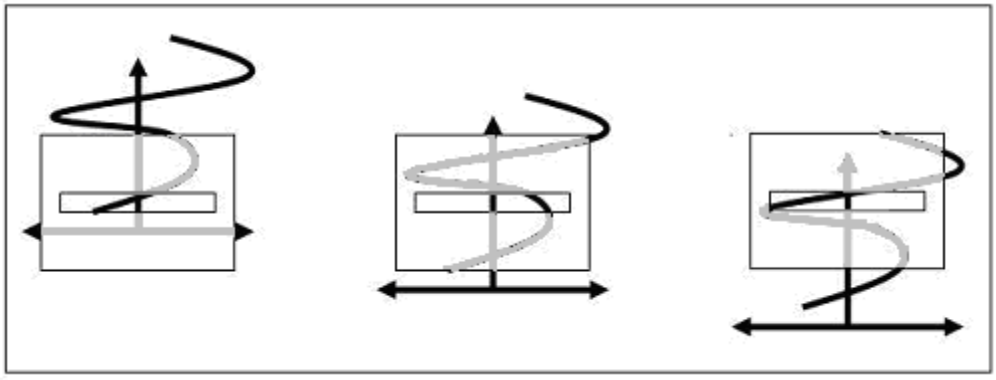
Mediante una batería de cuestiones sobre dichas gráficas se comprueba el grado de integración de la realidad física en las mismas.

A continuación, se incorpora un elemento de carácter dinámico para observar visualmente una característica muy especial de dichas gráficas: el hecho de que, siendo aparentemente estáticas, albergan movimiento en su seno.

5.3. Actividad 4: Visor e/t

Los gráficos e/t tienen la propiedad de poder reflejar el paso del tiempo (cuadro 4). Para ello, se les propone a los alumnos que, bajo un folio al que se le hace una abertura longitudinal, deslicen el gráfico hacia abajo, de modo que vaya revelando el diagrama paulatinamente. El folio oculta el "pasado" y el "futuro" de ese diagrama, dejando ver sólo el "presente".

Cuadro 4: Manejo del Visor del espacio - tiempo



Se puede contar el tiempo con ayuda de las marcas blancas y negras del centro de las fichas (ver Anexo).

Se observa cómo la dimensión vertical desaparece y se transforma en "tiempo", dando la impresión de que la dimensión horizontal cobra "vida": las líneas se transforman en puntos con movimiento.

A continuación se les propone que observen la gráfica e/t de la práctica de las canicas, y que comprueben cómo se reproduce el movimiento de estas cuando se las soltaba simultáneamente.

Posteriormente han de construir sus propias líneas e/t con rotuladores gruesos, intentando predecir lo que se va a ver con el visor (han de anotarlo por la parte de atrás de cada gráfica, además de lo que observan cuando utilizan el visor y la comparación con lo que pensaban antes).

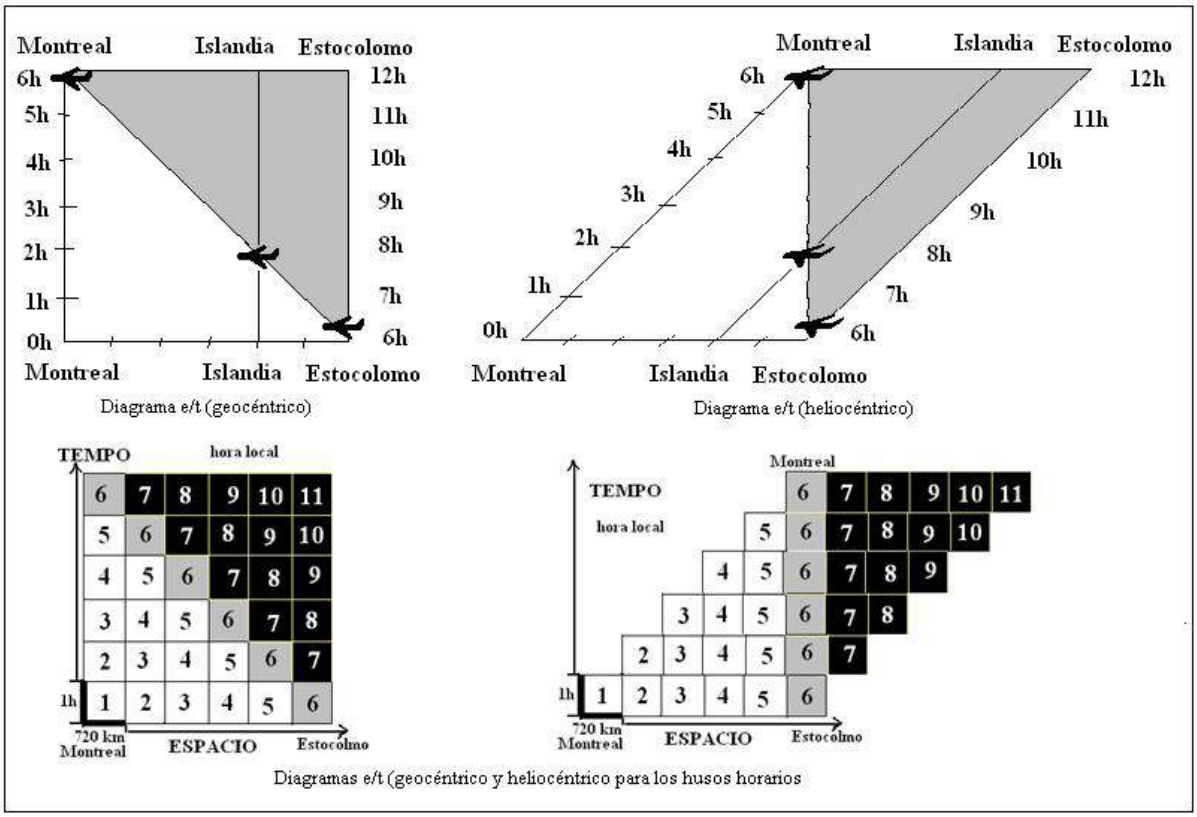
Harán lo mismo con las gráficas de la ficha que se presenta en el *Anexo.*

5.4. ACTIVIDAD 5 (CAMIÓN SOBRE PLATAFORMA DESLIZANTE):

A modo de introducción de la transformación de Galileo se realiza a continuación una práctica con un objeto capaz de moverse por sí mismo (utilizamos un camión eléctrico de juguete) sobre una tira de hule que se desliza con diferentes velocidades sobre la mesa de laboratorio. Para cada velocidad de arrastre, se realiza la gráfica correspondiente y se obtiene de este modo la forma visual de la transformación de Galileo.

Esta se explica en una actividad posterior, y se completa el núcleo de la unidad didáctica mediante una discusión del problema auténtico inicial basada en la incorporación de los husos horarios en la gráfica espacio/tiempo de dicha situación.

5.5. ACTIVIDAD 7: HUSOS HORARIOS



Cuadro 5: Diagramas e/t y husos horarios

Se le pide al alumnado que observe (cuadro 5) en los siguientes diagramas e/t la situación planteada en el problema de la "Puesta de Sol permanente" desde dos SR diferentes:

-Geocéntrico (Tierra en reposo, avión y ocaso moviéndose)

-Heliocéntrico (Tierra moviéndose, Sol, avión y ocaso en reposo).

En el último diagrama está representada la hora local en los diversos husos horarios entre Estocolmo y Montreal.

Se utilizan estos diagramas para explicar el fenómeno de la puesta de Sol permanente desde diferentes perspectivas, dando de este modo respuesta a las cuestiones planteadas durante el debate del problema auténtico.

Estos diagramas, por otro lado, permiten describir la evolución de la hora local en diferentes husos horarios. Podemos comprobar que la hora local, desde una perspectiva heliocéntrica, no varía con el paso del tiempo. Esto es debido a que, en realidad, la hora local refleja la posición del Sol en el cielo.

6. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Los materiales de esta Unidad Didáctica fueron presentados a un grupo de alumnos de 4º de la ESO, y sus reflexiones y debates fueron recogidos en soporte audiovisual. El análisis posterior produjo unos resultados de evaluación de los cuales destacaremos los siguientes (un análisis más detallado de los mismos se comunica a estos mismos Encuentros en el trabajo "Modelos Argumentativos del Alumnado de 4º de E.S.O. sobre el Movimiento Relativo"):

El trabajo de los alumnos con el problema auténtico constituyó una importante fuente de conocimiento sobre sus modelos argumentativos y las fluctuaciones entre los mismos.

Aparecen tres modelos principales con antecedentes históricos: Modelo Geocéntrico (Tolomeo), modelo Heliocéntrico (Copérnico), y modelo Mixto (Ímpetus medieval), siendo este último modelo el que recoge y explica la mayor parte de las dificultades de carácter didáctico y epistemológico para una correcta interpretación de la Teoría de la Relatividad.

A lo largo de la intervención se constata una convergencia gradual de los argumentos de los alumnos hacia explicaciones relativísticamente correctas, debido tanto al carácter dialógico de las actividades como a su fuerte componente visual.

Los diagramas e/t constituyen una eficaz herramienta didáctica para la comprensión de los conceptos relativistas.

La incorporación e interpretación de conceptos físicos en diagramas e/t facilita la presentación e interpretación posteriores de la Relatividad Especial.

Estos mismos materiales constituyeron la parte inicial de una intervención didáctica en 1º de Bachillerato en la que se incorporó la Teoría de la Relatividad de Einstein a partir de la comprensión visual de las gráficas e/t.

Finalmente queremos señalar las posibles implicaciones que este trabajo puede tener respecto a la asignatura de "Ciencias para el Mundo Contemporáneo", de hecho uno de los temas de la misma se refiere a los modelos cosmológicos. La secuencia de actividades para la enseñanza de la relatividad que se presenta, podría ser adecuada para su implementación en la citada materia, de modo que se le diese la oportunidad al alumnado, tal como se contempla en el currículo de la misma (MEC, 2007), de que "perciba el significado de las teorías y modelos como explicaciones humanas a los fenómenos de la naturaleza, la provisionalidad del conocimiento científico y sus límites.", "…adquiera actitudes de curiosidad, antidogmatismo, tolerancia y tendencia a fundamentar las afirmaciones y las refutaciones" y "reconozca la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo, … a la superación de la obviedad, a la liberación de los prejuicios y a la formación del espíritu crítico".

El presente trabajo forma parte de una investigación más amplia relacionada con el diseño y la evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Relatividad especial en 2º de Bachillerato. Dicha propuesta constituye la variable independiente de la investigación de tesis de doctorado del segundo de los firmantes.

AGRADECIMIENTOS:

A la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto A/7510/07 «Un espacio compartido entre la investigación educativa y las prácticas docentes para la construcción de secuencias de enseñanza en ciencias experimentales y matemática»

BIBLIOGRAFÍA

DOMÍNGUEZ, J.M. (editor). (2007). *Actividades para la enseñanza en el aula de ciencias. Fundamentos y planificación.* Argentina, Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.

DRIVER, R. e NEWTON, P. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, Vol. 84(3), pp. 287-312.

GARCIA, S.B., DOMINGUEZ, J.M., GARCIA-RODEJA, E. (2000). Argumentación a partir de un problema auténtico sobre la transformación de la energía eléctrica en una resistencia. *ADAXE*, Vol. 17, pp.165-190.

GARCÍA DE CAJÉN, S, DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, J. M., GARCÍA- RODEJA FERNÁNDEZ, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 20(2), pp.217-228

HEWSON, P.W., BEETH, M.E. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual: ejemplos de fuerza y movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 13(1), pp. 25-35

HIERREZUELO, J. (1993). *Ciencias de la Naturaleza: Física y Química, Educación Secundaria 3º y 4º*. Vélez-Málaga: Elzevir:.

JIMÉNEZ A., M. P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Cie*ncias, Vol. 16(2), pp. 203-216

JIMÉNEZ, M.P., GARCÍA-RODEJA, I., ÁLVAREZ, V., LAGO, J.M. y RIAL, R. (1998). *La argumentación en los libros de texto de ciencias*. Ponencia presentada no Seminário «Compreensão e producção de textos cientificos». Aveiro, Portugal.

MINSTRELL, J. (1982). Explaining the "at rest" condition of an object. *Physics Teacher*, Vol. 20, pp. 10-14.

REIGOSA, C.E., JIMÉNEZ A., M.P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencas*, Vol.18(2), pp. 275-284

SALTIEL, E., MALGRANE, J.L. (1980). Spontaneus ways of reasoning in elementary kinematics. *European Journal of Physics*, Vol. 2, pp. 73-80.

SALTIEL, E., VIENNOT, L. (1985). Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 3(1), pp. 137-144

SANMARTÍ,N., CASADELLA, J. (1987). Semejanzas y diferencias entre las concepciones infantiles y la evolución histórica de las Ciencias: el ejemplo del concepto de fuerza y especialmente del de fuerza de gravedad. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 5(1), pp. 53-58.

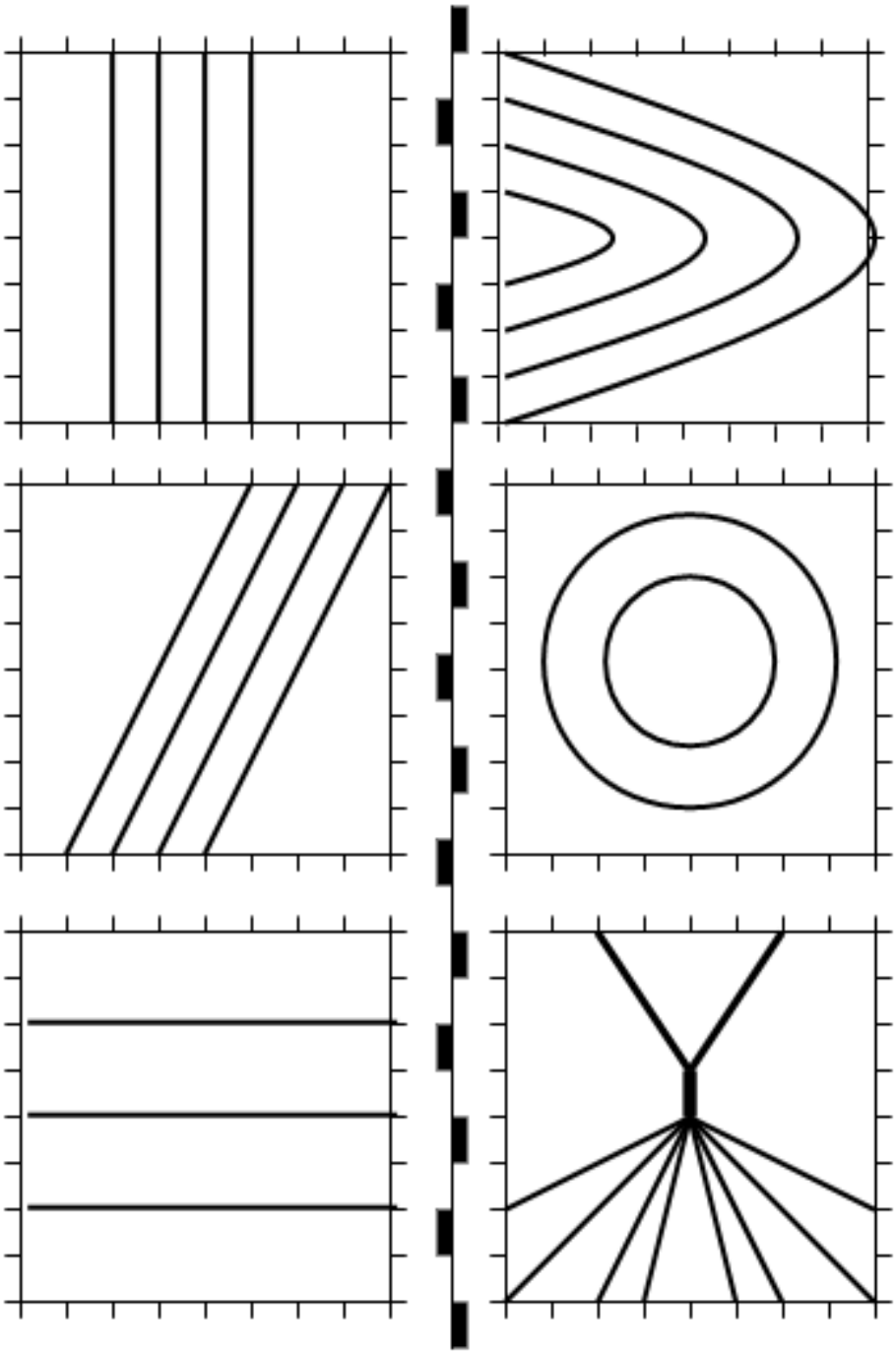
WERTSCH, J. (1993). *Voces de la Mente*. Madrid: Ed. Visor

XUGA (2007). *Decreto 78/93, de 25 de febreiro, polo que se establece o currículo da educación secundaria obrigatoria na Comunidade Autónoma de Galicia*. DOG 63 de 02/04/2007.

XUGA (2007). *Decreto 133/2007, do 5 de xullo, polo que se regulan as ensinanzas da educación secundaria obrigatoria na Comunidade Autónoma de Galicia*. DOG 136 de 13/07/2007.

ANEXO

Gráficas espacio/tiempo para ser analizadas mediante el “visor de e/t” (actividad 4, apartado 5.3)



CAMPOS CONCEPTUALES Y APRENDIZAJE DE LA FÍSICA: UN ESTUDIO CON ALUMNOS DE 14-15 AÑOS

Sandra Maria Borges Oliveira J. Mariano Merino de la Fuente Margarida Lopes Rodrigues Liberato

PALABRAS CLAVE: el aprendizaje de conceptos en Física, teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, esquema mental, invariantes operatorios.

RESUMEN:

El aprendizaje de las ciencias, más en concreto, de la Física y la Química, ha sido siempre una tarea ardua. Por ello, muchos de los esfuerzos de la investigación educativa en Ciencias se han encaminado a entender los complejos procesos mentales que tienen lugar en el aprendizaje de las ciencias. Uno de ellos se debe a Gérard Vergnaud quien, a comienzos de los noventa, elaboró su Teoría de los Campos Conceptuales, que sirve de base a este estudio. El principal objetivo de nuestra investigación es estudiar cómo se articula el pensamiento de los alumnos al enfrentarse determinadas tareas de aprendizaje pertenecientes al campo conceptual de la Mecánica Newtoniana y de esta manera definir y caracterizar las correlaciones de los respectivos invariantes operatorios.

KEYWORDS: learning concepts in Physics, Vergnaud's conceptual fields theory, mental scheme, operational invariants.

ABSTRACT:

Learning science, more specifically, learning Physics and Chemistry is a hard task. Consequently a lot of the educational research efforts in science aimed at understanding complex mental processes which occur in the sciences apprenticeship have been performed in the last decades. One of those efforts belongs to Gerard Vergnaud that, in the beginnings of the ninetys, elaborated the Conceptual Fields theory, which is the main foundation of this study. The main purpose of our research is to study how the thoughts of students articulate when facing specific apprenticeship tasks within the Newtonian Mechanics conceptual field. Through this we define and characterize the respective operational invariants matches.

1. MARCO TEÓRICO

El proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física ha sido objeto de debates y criticas en los últimos años, proporcionando reflexiones por parte de los investigadores que centran sus estudios en las dificultades y problemas relacionados con la enseñanza de esta ciencia en los diferentes niveles educativos. Por ello, muchos de los esfuerzos de la investigación

educativa en Ciencias se han encaminado a entender los complejos procesos mentales que tienen lugar en el aprendizaje de las ciencias. Uno de ellos se debe a Gérard Vergnaud quien, a comienzos de los noventa, elaboró su Teoría de los Campos Conceptuales, según la cual, el conocimiento que posee un individuo está organizado en campos cuyo dominio por parte del sujeto se consigue a través de la experiencia, la madurez y el aprendizaje en un período extenso de tiempo.

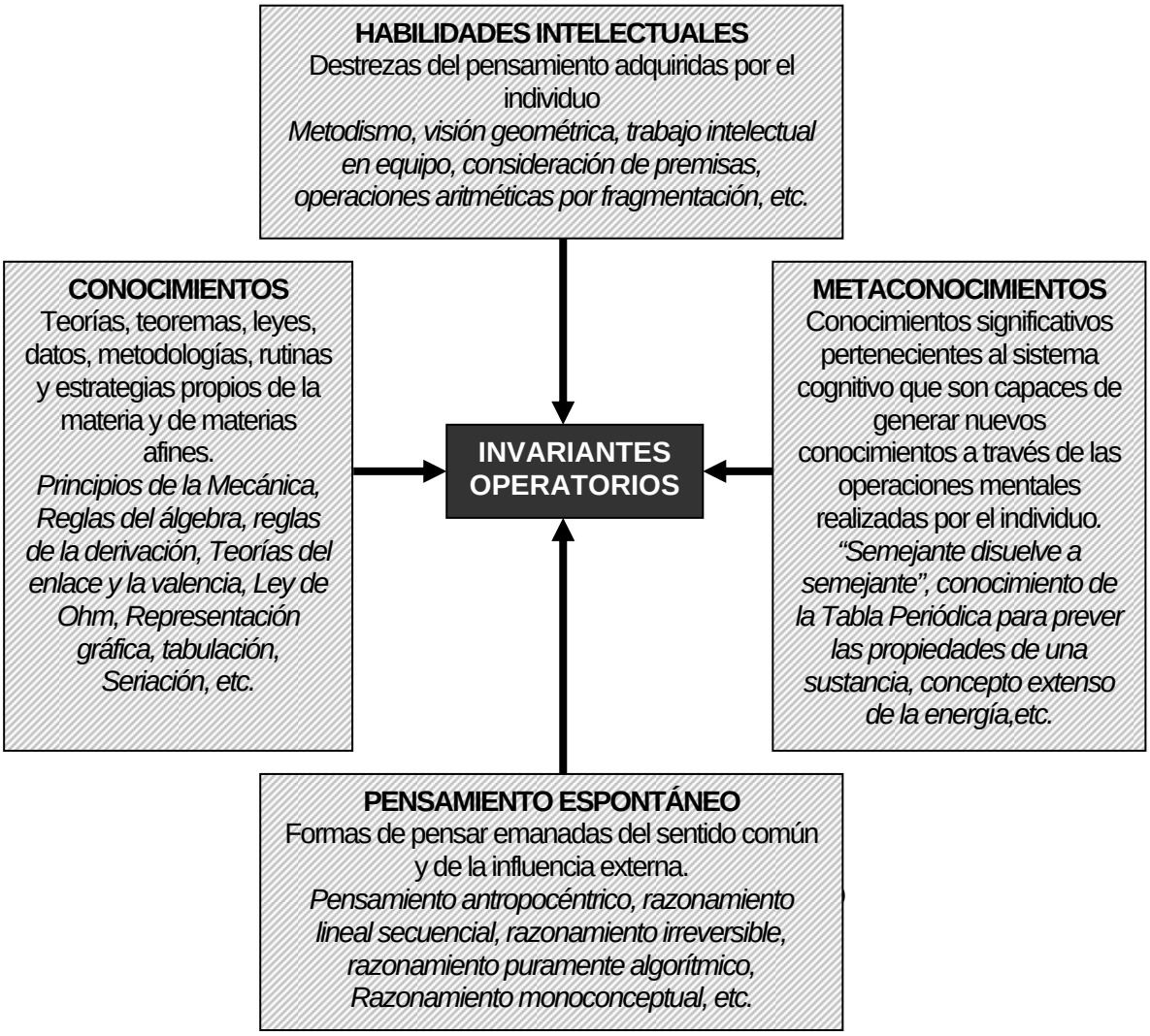
Por campo conceptual se entiende el conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones del pensamiento conectados unos a otros.

La idea base de esta teoría es que la actividad del sujeto es el eje central del aprendizaje y del desarrollo cognitivo. Así, ante una situación problemática, el individuo actúa utilizando para ello sus esquemas mentales:

A su vez, los esquemas mentales se definen como organizaciones invariantes de la mente ante una situación dada. De aceptar las ideas de Vergnaud, el conocimiento por parte del profesorado de esos esquemas mentales sería determinante en orden a conseguir para sus alumnos unos aprendizajes de la máxima calidad. En esta línea de pensamiento, Moreira propone que las ideas de Vergnaud, elaboradas en el seno de la Didáctica de la Matemática, podrían ser extrapoladas a la Didáctica de las Ciencias Experimentales y propone una interesante línea de investigación en la cual se enmarca nuestro trabajo.

Los esquemas mentales de un individuo tienen una estructura compleja, siendo su núcleo fundamental los Invariantes operatorios, los cuales orientan al individuo en la selección, búsqueda y control de la información relevante para así inferir la meta, seleccionar las variables y organizar las reglas de acción adecuadas al caso. Hay dos tipos de invariantes operatorios: Conceptos-en-acción y Teoremas-en-acción. Los primeros son objetos, clases, predicados y categorías de pensamiento y los segundos son proposiciones construidas con los conceptos-en-acción referidos a la situación. Hay necesariamente una relación dialéctica entre los conceptos-en-acción y los teoremas-en-acción, toda vez que los conceptos son ingredientes de los teoremas y los teoremas son propiedades que dan a los conceptos sus contenidos. Por regla general, los alumnos no son capaces de expresar en lenguaje natural sus conceptos y teoremas-en-acción, permaneciendo implícitos en el proceso de aprendizaje. Por ello, es tarea primordial del profesor el ayudarles a

construir y hacer explícitos conceptos y teoremas científicamente aceptados.



Nuestro trabajo se fundamenta en la convicción de que los Invariantes Operatorios se construyen como aluvión desde cuatro tipos de conocimiento: Pensamiento espontáneo, habilidades intelectuales, metaconocimientos y conocimientos, según expresa la figura 1.

Al definir el problema objeto de nuestra investigación nos planteamos estas dos opciones: a) Estudiar y definir lo mejor posible un campo conceptual relativo a un tema referente a la Física y Química de la Enseñanza Secundaria o, b) Estudiar y caracterizar los Invariantes Operatorios que activan los alumnos en las tareas de aprendizaje dentro de un campo conceptual concreto.

Nos pareció más oportuno lo segundo, toda vez que los campos conceptuales, dada su naturaleza, son algo ajeno en buena medida a la construcción mental del individuo. Por el contrario, los Invariantes Operatorios son el fruto de la actividad intelectual de este, y por tanto, pueden ser objeto de enseñanza y aprendizaje.

En consecuencia, el objetivo de nuestra investigación ha sido estudiar cómo es y cómo se articula el pensamiento de los alumnos al encarar determinadas tareas de aprendizaje pertenecientes a los campos conceptuales de la Mecánica Newtoniana, en orden a definir y caracterizar los correspondientes Invariantes Operatorios.

2. Desarrollo del trabajo

El trabajo de campo fue realizado con dos grupos de alumnos según se detalla en la Tabla 1. Se comenzó haciendo un estudio de caracterización social que aquí no detallamos.

Tabla 1 – Descripción del grupo de alumnos

	Nº ALUMNOS	EDAD	NIVEL
Grupo A **MECÁNICA**	24	14-15	4º ESO

Las actividades de aprendizaje fueron propuestas en tiempo real de aula, dentro del horario lectivo. En todos los casos se les entregaba un cuestionario a modo de guía de actividades sobre la que ellos debían trabajar y después se celebraba una entrevista colectiva en la que se grababan en audio las intervenciones de los alumnos, posteriormente esas grabaciones eran transcritas. La forma de trabajo que empleamos era muy similar a la utilizada anteriormente por Escudero, Moreira y Caballero (2004).

He aquí dos de los problemas que utilizamos:

1. La bola es lanzada a gran velocidad, en C la bola se detiene.

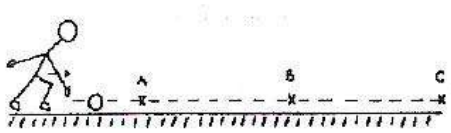


Figura 2 – Problema de la bola lanzada al suelo

2. En el diseño está representado un libro en reposo sobre la mesa

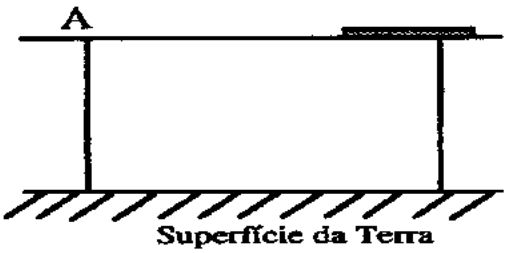


Figura 3 - Problema del libro sobre la mesa

El análisis de las transcripciones permitió identificar algunos de los invariantes operatorios correspondientes a los campos objeto de esta investigación.

A modo de ejemplos, se reproducen a continuación dos transcripciones, la primera correspondiente al problema nº 2 (A=alumno).

.../...

A23: "Porque las fuerzas que actúan sobre el libro se anulan. Como tienen la misma intensidad se anulan".

A14: "Es la Ley de la Inercia...es la resistencia de los cuerpos para quedar en el estado de movimiento o reposo".

A16: "Es ejercida una fuerza que altera el estado de reposo del libro".

A8: "Es necesario ejercer una fuerza para que un cuerpo altere su estado de movimiento".

A9: "Como el peso y la reacción normal se anulan, la resultante de las fuerzas será igual a la fuerza ejercida para dislocar el libro".

3. ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

- Observación

El trabajo con las transcripciones supuso para el profesor-investigador una ardua labor de identificación de conocimientos, destrezas, convicciones y formas de pensamiento esquematizados en la Figura 1. Estos cuatro aspectos constituyeron los focos de atención que el profesor investigador se fijó en orden a obtener los mejores registros. Así, por ejemplo, el problema nº 1 permitió obtener los siguientes resultados:

Tabla 2: CEA y TEA (Conceptos en Acción y Teoremas en Acción) identificados por los alumnos ante situaciones-problemáticas presentadas en las actividades propuestas.

Situación	**Conceptos-en-acción**	**Teoremas-en-acción**	**Categorías de respuestas**
Actividad 1	Fuerza, movimiento, velocidad, M.R.U.(movimiento rectilíneo e uniforme), resultante de las fuerzas, Ley de la inercia	Un cuerpo se mueve por acción de una fuerza, la cual le comunica una aceleración de la misma dirección y del mismo sentido de esa fuerza	A4: *"En A: fuerza de reacción es la fuerza que la superficie ejerce sobre la bola y F1, fuerza ejercida por el individuo sobre la bola. En B: son las mismas fuerzas de reacción y peso porque está en reposo y las dos fuerzas se anulan."* A17: *"Es necesario ejercer una fuerza en el cuerpo"*

Por otro lado, el análisis de las grabaciones permitió seguir la secuencia de pensamiento utilizada por los alumnos en el desarrollo de las tareas. Este análisis se realizó para todas y cada una de las grabaciones obtenidas para cada problema propuesto. Así, la Figura 4 muestra los resultados obtenidos para el problema nº 1.

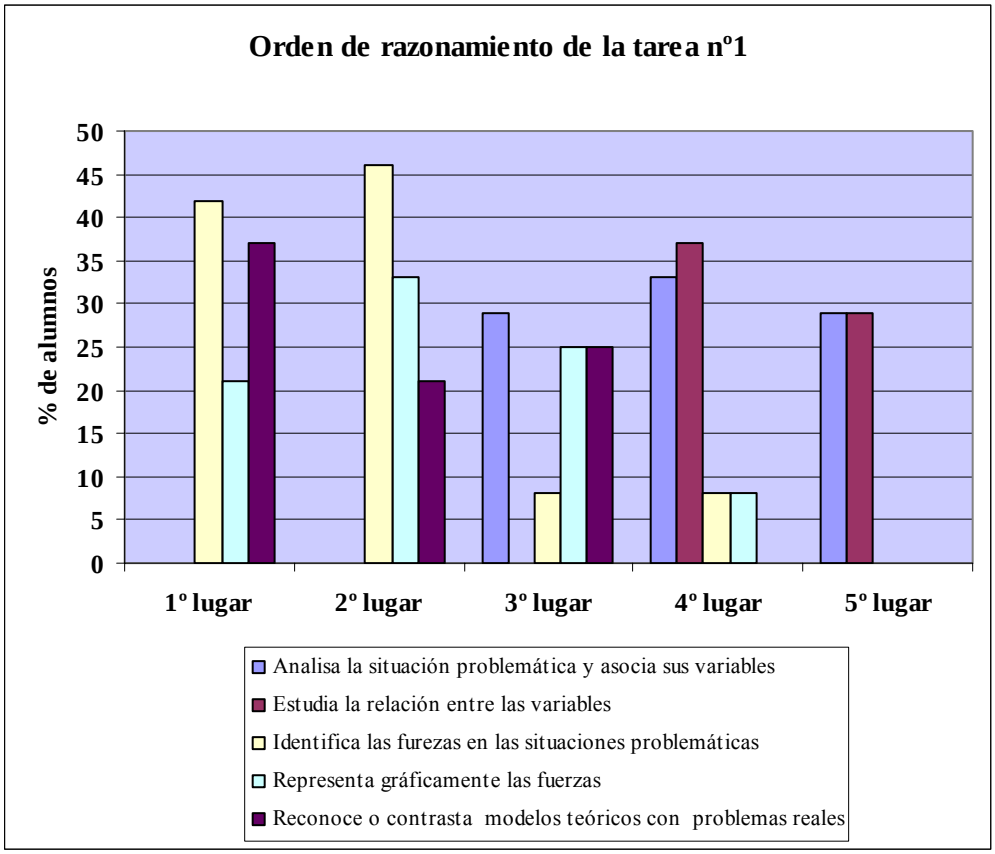


Figura 4 – Orden de razonamiento alcanzado por los alumnos en la actividad 1.

- Entrevista

El registro de los datos relativos a la recogida de la información, a través de las entrevistas (problema dos), se divide en dos etapas.

En una primera etapa, se procedió al análisis de los conceptos en acción y teoremas identificados por los alumnos ante situaciones presentadas en las tareas referentes a la entrevista.

En la tabla tres, surge la identificación de la tarea, así como los CEA y los TEA involucrados en la misma.

Tabla 3: CEA e TEA identificados por los alumnos ante las situaciones - problemáticas presentadas en las tareas.

Situaciones	CEA	TEA	Categorías de respuestas
Tarea 1	Movimiento, reposo, referencial, fuerza, resultante de la fuerza, M.R.U., velocidad, dirección, sentido punto de aplicación, Ley de la inercia	Un cuerpo en reposo se mueve cuando las posiciones ocupadas por ese cuerpo, en relación a un determinado referencial, varían en el transcurso del tiempo. Para que un cuerpo pare, empiece o cambie su movimiento, es necesario aplicarle una fuerza. Si sobre un cuerpo en movimiento no actuase ninguna fuerza, o si la resultante de las fuerzas que sobre él actúan fuese nula, el seguirá indefinidamente en movimiento rectilíneo uniforme. Un cuerpo se mueve por acción de una fuerza, la cual le comunica una aceleración, con dirección y sentido de la fuerza.	A16: *"Es ejercida una fuerza que altera su estado de reposo."* A8: *"Es necesario ejercer una fuerza para que un cuerpo altere su estado de movimiento."* A9: *"Como el peso y la reacción normal se anulan, la resultante de las fuerzas va a ser igual a la fuerza ejercida para desplazar el libro."*

En la segunda etapa, se hizo una clasificación global de las respuestas de los alumnos en cinco niveles, a los cuales llamamos niveles de conceptualización. Estos cinco niveles de conceptualización fueron definidos de acuerdo con las contestaciones de los alumnos.

La presentación de los datos relativos a esta etapa del análisis, se hizo en la tabla 4, organizada por tareas y niveles de conceptualización, donde se señala el porcentaje de alumnos con respuestas correspondientes a cada nivel en cada tarea.

Tabla 4: Registro del porcentaje de alumnos para cada nivel de conceptualización

Nivel	Descripción	Tarea 1
N_0	Ausencia de los invariantes operatorios adecuados a la comprensión de los conceptos	4%
N_1	Reconocimiento de los CEA y TEA sin explicación de los significados científicamente aceptables de conceptos	8%
N_2	Reconocimiento de los CEA y TEA y explicación parcial de los significados científicamente aceptables de conceptos	17%
N_3	Transición entre el reconocimiento de CEA y TEA y significación parcial de conceptos y la aplicación de los mismos a las situaciones – problemáticas	38%
N_4	Reconocimiento de los CEA y TEA y explicación de significados científicamente aceptables de conceptos con la aplicación de los mismos a situaciones – problemáticas	33%

Al analizar la tabla tres, pudimos concluir que los alumnos ponen cuidado en el uso de términos científicos cuando elaboran sus respuestas a las situaciones problematicas presentadas.

Para una mejor comprensión de los niveles de conceptualización de los alumnos, presentamos un gráfico que nos indica el porcentaje alcanzado por ellos en la resolución de la tarea 1.

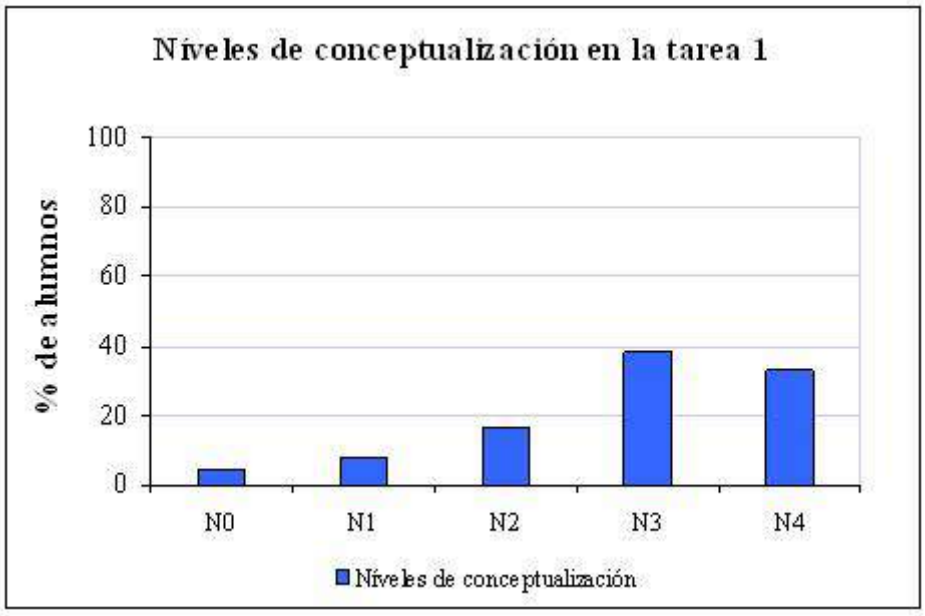


Figura 5: Niveles de conceptualización (%) alcanzados por los alumnos en la tarea 1

De este grafico inferimos que el mayor porcentaje de contestaciones presentadas por los alumnos está contenido en el nivel de conceptualización N_3, correspondiendo a la transición entre el reconocimiento de CEA y TEA y significación parcial de los conceptos y la aplicación de los mismos a las situaciones problemáticas.

4. Conclusiones y juicios de valor

Los resultados preliminares de nuestro estudio refuerzan la idea de que la resolución de una situación problemática se facilita cuando el alumno es capaz de construir modelos mentales adecuados y eficientes (Greca y Moreira, 2004). La construcción de tales modelos parece depender fuertemente de la disponibilidad de invariantes operatorios significativos. En consecuencia, una de las primeras tareas que debe llevar a cabo el profesor al trabajar un determinado campo conceptual sería el promover el desarrollo de invariantes operatorios de los alumnos científicamente correctos.

Hemos podido comprobar en el transcurso de nuestro trabajo la opinión de Vergnaud, según la cual, “los invariantes operatorios implícitos que usa el sujeto pueden ser precursores del desarrollo de verdaderos teoremas (proposiciones) y conceptos científicos”.

Ciertamente, ante situaciones problemáticas diferentes, los alumnos desarrollan claramente diferentes razonamientos, ahora bien, con frecuencia se hacen notar las dificultades conceptuales tanto a nivel teórico como metodológico.

De un modo general, los alumnos presentan alguna resistencia ante la tarea de resolver problemas, lo cual está relacionado con las dificultades que ellos tienen para interpretarlos. Además, tienden a no considerar todas las variables implicadas en el problema, exhibiendo formas de pensamiento espontáneo de tipo “monoconceptual”, “inconsistente”, “ad-hoc”, “puramente algorítmico”, etc, alejados del verdadero pensamiento científico (Cudmani, Pesa y Salinas, 2000).

Por otro lado, resolver problemas implica capacidades cognitivas que van más allá que la simple aplicación de fórmulas. En algunas de las actividades propuestas se detectó que resolver “correctamente” un problema utilizando algoritmos no significa necesariamente entenderlos o conocer su contenido.

La organización del conocimiento de forma jerárquica sugiere la propuesta de problemas que sigan una trayectoria gradualmente más compleja, involucrando primero una y después más variables y de igual forma con las relaciones entre ellas.

Muchos otros resultados de nuestra investigación no pueden ser destacados en esta corta memoria. Hemos de destacar que la nuestra es una investigación en marcha, lejos aún de ser concluida.

En un futuro próximo queremos mejorar nuestras técnicas de observación y adoptar mejores instrumentos de validación de nuestros resultados. Hasta el momento hemos estudiado suficientemente las formas de pensamiento de nuestros alumnos ante situaciones problemáticas pertenecientes a los campos conceptuales de la Mecánica. Falta ahora definir y caracterizar más detalladamente esos campos y reconocer y describir al detalle los más importantes invariantes operatorios empleados por nuestros estudiantes.

Creemos que nuestro trabajo puede marcar a otros investigadores una interesante y novedosa línea de investigación que, a la larga, puede aportar interesantes novedades a la enseñanza de las ciencias en el mundo contemporáneo.

Finalizamos con un párrafo de Moreira (2004) que resume la intención y el alcance de nuestro trabajo: “El estudio del aprendizaje de conceptos físicos puede ser hecho desde el referencial teórico de Vergnaud. Para él, son las situaciones las que dan sentido al concepto, los invariantes operatorios los que constituyen su significado y las representaciones simbólicas su significante. Por ello es preciso identificar y clasificar situaciones adecuadas al aprendizaje de determinado concepto, investigar los invariantes operatorios usados por los alumnos y procurar entender cómo, porqué y cuándo una cierta representación simbólica puede ayudar en la conceptualización”.

Si se consiguiera materializar en hechos y datos concretos la propuesta de Moreira en todos y cada uno de los campos conceptuales de las ciencias, habríamos dado un enorme salto hacia delante en la mejora de la enseñanza. Sin duda, la tarea es enorme en extensión y variedad y por ello, deberían ser muchos los investigadores que volvieran sus ojos hacia estos problemas. De momento, unos pocos hemos apostado por este camino. Nos hemos propuesto definir y acotar campos conceptuales así como identificar y caracterizar los invariantes operatorios empleados más frecuentemente en las actividades enmarcadas en esos campos. La tarea es muy larga, y en ella estamos.

5. Bibliografía

BAKEMAN, R. y GOTTMAN, J.M. (1989) Observación de la interacción. Introducción al análisis secuencial. Ed. Morata. Madrid.

BORGES, S. y MERINO, J.M. (2007) Operaçoes de pensamento a través da resoluçao de problemas de Física. Depto. Did. Cien. Exp. Univ. de Valladolid.

CUDMANI, L., PESA, A. y SALINAS, J. (2000) “Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias” Enseñanza de las Ciencias 18(1), p. 3-13.

ESCUDERO, C, MOREIRA, M.A. y CABALLERO, C (2004) “Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clases de Física introductoria en Secundaria” en La Teoría de los Campos Conceptuales y la enseñanza de las ciencias. Universidade Federal do Rio Grande do Soul.

GOETZ, J.P. y LECOMPTE, M.D. (1988) Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa. Ed. Morata, Madrid.

GRECA, I. y MOREIRA, M.A. (2004) “Integrando modelos mentales y esquemas de asimilación ¿un referencial posible para la investigación en enseñanza de las ciencias?” en La Teoría de los Campos Conceptuales y la enseñanza de las ciencias. Universidade Federal do Rio Grande do Soul.

MERINO, J.M. (2007) Desarrollo curricular de las ciencias. Grupo Editorial Universitario, Granada.

MOREIRA, M.A. (2002) “A teoría dos campos conceptuais de Vergnaud o ensino de ciências e a pesquisa nesta área” Inv. Ens. Cien., 7, 1 (http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista).

RODRÍGUEZ, G., GIL, J. y GARCÍA, E. (1999) Metodología de la investigación educativa., Ed. Aljibe, Málaga.

VERGNAUD, G. (1991) “La théorie des Camps Conceptuels” Rech. Did. Mat. 10(23), pp. 133-170.

LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS EN EL ESTUDIO DE ALGUNOS CONCEPTOS TERMOQUÍMICOS. APORTES PARA LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO.

Roxana Jara C.*[1]; Mario R. Quintanilla G.[2] Carol Joglar C.[2]

Grupo Grecia. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. www.puc.cl/sw_educ/educacion/grecia

1. Instituto de Química. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. E-mail : **rjarac1@uc.cl**
2. Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. E-mail: mquintag@uc.cl

PALABRAS CLAVE: Resolución de problemas, situaciones problemáticas, aprendizaje en química, calor, temperatura.

RESUMEN: En el presente trabajo se analiza cómo los estudiantes se enfrentan una situación problemática que contiene los conceptos de calor y temperatura, luego caracterizamos a partir del análisis descriptivo de sus respuestas, los obstáculos que les impiden una resolución satisfactoria. En seguida se plantea una propuesta para la enseñanza de estas temáticas.

KEYWORD: Resolution problem, problematic situation, learning chemistry, heat, temperature.

ABSTRACT: The present study examines how students confront problematic situations in the chemistry learning field, particularly the thermo-chemical subject that incorporates the concepts of heat and temperature. They characterize the obstacles of achieving a satisfactory resolution, based on the construction of the student's answered descriptive analysis for the suggested problems.

DESARROLLO

En la actualidad, el conocimiento sobre los fenómenos químicos contribuye a comprender e interpretar el mundo que nos rodea. Por otro lado, la resolución de problemas en química, se basa principalmente en la aplicación de fórmulas y relaciones algorítmicas. Los conocimientos científicos se generan a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos desconocidos hasta ahora (la actividad científica como un proceso continuo). Por eso nos parece necesario que los estudiantes, en el proceso de su formación, tengan ocasión de enfrentar auténticos problemas científicos con la ayuda

* Tesista de doctorado del Proyecto Fondecyt 1070795. *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma* que dirige el segundo autor de esta comunicación.

del profesorado y de ensayar las estrategias de solución, que contribuyen a ampliar sus conocimientos.

Los *problemas* científicos en la actividad escolar, tienen la facultad de contribuir al desarrollo de competencias de *resolución de problemas,* como lo hacen a menudo los científicos en el mundo real (Quintanilla y Labarrere, 2002). Por tanto compartimos la idea de que para aprender, hay que problematizar los ejercicios y actividades que se plantean en las clases. Quisiéramos hacer énfasis en el hecho de que "resolver problemas científicos" no significa una "tarea de hacer", sino "una actividad científica verdadera", con la cual, los estudiantes construyen los nuevos conocimientos que se consideran fundamentales para desempeñarse como profesionales competentes en el campo de las ciencias. Si bien, investigaciones sugieren que el aprendizaje a partir de problemas es un medio disponible para desarrollar potencialidades en los estudiantes (Birch, 1986; citado por Campanario, 1999), la forma en la cual éstos se presentan, conduce a los estudiantes a resolverlos de manera mecánica y sin razonamientos evidentes y sin profundización en el contenido del mismo, un problema científico debe requerir un procedimiento de reflexión sobre la consecuencias de los pasos que serán tomados (Pozo, J. 1998). Es común, que tanto profesores como estudiantes confundan ejercicio con problema. Esto ocurre precisamente porque los docentes no reconocen las características de los problemas en cuanto a su nivel de dificultad y desde los procedimientos utilizados para su resolución, elementos que no encontramos en un ejercicio. (García, 2003). Es por esto que las clases en la cuales predominen estrategias en resolución de problemas, deberían generar cambios positivos en los aprendizaje de los estudiantes, promoviendo y consolidando nuevas formas de raciocinio. Los profesores deberían proponer a sus alumnos verdaderos problemas y no ejercicios "tipo". Estos auténticos problemas deben ser diseñados de tal manera que puedan resolverlos a la vez que evolucionan los conceptos previos, el lenguaje y las experiencias que le proporcionan evidencias. (González, A. 2005). De esa manera el profesor deberá ultrapasar la enseñanza de la resolución de problemas, pasando de esa manera, a enseñar a su estudiante a proponerse problemas a si mismo, transformando la realidad en un problema que merezca ser estudiado (Pozo, J. 1998).

Cuando hablamos de problema, nos referimos a una situación que presenta una oportunidad para los alumnos de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aun no se tiene y en la cual se deben hallar interrelaciones expresas y tacitas entre un grupo de factores o variables. (García, 2003). A medida que las situaciones en un problema se van ampliando, la solución del problema representa para el estudiante una demanda cognitiva y motivacional

mayor. La resolución de problemas debe extrapolar la preparación de los estudiantes al enfrentamiento de problemas y su resolución. Esta debe permitir que sean empleados de forma mucho más amplia, permitiendo un mayor desenvolvimiento profesional y social en relación a las ciencias, permitiendo el desenvolvimiento de una autorregulación sistemática de sus aprendizajes.

En el proceso de resolución del problema, las preguntas juegan un rol fundamental. Márquez y Roca (2006) Señalan que identificar preguntas y plantearse problemas forma parte del proceso de "hacer ciencias". Las buenas preguntas desarrollan los conocimientos que los estudiantes pueden utilizar para empezar a resolver el problema (mediante su 'modelo teórico' incipiente) y que, gracias a las buenas preguntas en la resolución de problemas y a las explicaciones del profesor y de la bibliografía adecuada, pueden evolucionar hasta alcanzar la meta final, es decir, la resolución del problema y el nuevo 'modelo', enriquecido con nuevas entidades científicas, nuevos lenguajes y nuevos criterios sobre qué se debe o qué no se debe hacer. Se desarrollan así las competencias de pensamiento científico de los estudiantes. (González, 2005).

Por otra parte, los conceptos de calor y temperatura, tradicionalmente han sido asociados al campo de estudio de la Física, sin embargo son ampliamente abordados en los programas de Química, particularmente cuando se estudian algunos aspectos termoquímicos. El término calor está presente tanto en el lenguaje cotidiano como también en el científico y a partir del lenguaje y de las experiencias de la vida diaria construimos descripciones y explicaciones acerca del comportamiento y la naturaleza de objetos "calientes" y "fríos". (Domínguez Castiñeiras et al, 1998). En este sentido, con este estudio se pretende identificar, en las respuestas de los estudiantes a una situación problemática que incorpora ambos conceptos, cómo los resuelven, caracterizando los que podrían resultar ser facilitadores, así como los que se mencionan o se identifican como obstáculos en el proceso de resolución; y a partir de lo anterior, proponer algunas sugerencias didácticas y metodológicas en el estudio de estos conceptos.

METODOLOGÍA

En este estudio participaron 10 sujetos, todos ellos estudiantes de 4º año de la Carrera de Química y Ciencias Naturales. Se les pidió que resolvieran por escrito un problema de termoquímica. Además se les pidió verbalmente, que escribieran las dificultades que se les iban presentando, además de los cálculos matemáticos pertinentes para la resolución. Para esto, contaron con un tiempo de 20 minutos. Con esto, se pretende examinar cómo los estudiantes se enfrentan a la resolución de un problema. Lo interesante radica en detectar los posibles obstáculos a los

cuales ellos se enfrentan ante algún problema en particular, además de los que ellos señalas explícitamente. La elección de este problema se debió a que en él están presentes los conceptos de calor y temperatura dentro de una situación contextualizada.

Los datos fueron extraídos de las anotaciones hechas por los estudiantes, tanto la información numérica, como los escritos (obstáculos detectados por ellos en el proceso de resolución). El problema sugiere la utilización de un instrumento llamado calentador por inmersión (ver figura 1), el cual proporciona potencia a una razón fija. Muchos tienen una potencia de 200W, lo que significa que la salida de energía puede calcularse usando la fórmula $P = E/t$ donde P es la potencia, E es la energía transferida desde el calentador hacia el agua y t es el tiempo.

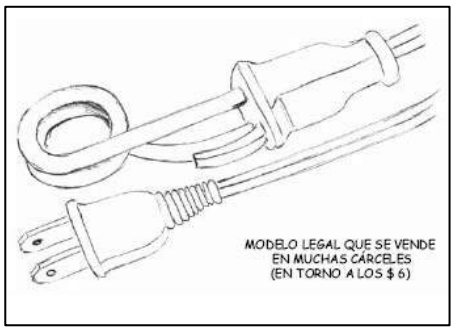


Figura 1. Calentador por inmersión[2].

PROBLEMA: Usando un calentador por inmersión de 200 W ¿Podrías calentar 250 g de tu frío café (que es mayoritariamente agua), el cual está contenido en un tazón de masa 0,380 kg (c= 0,650 J/g°C), desde 20°C hasta una temperatura (en que se pueda beber) de 92°C en los 3 minutos que tienes de descanso? ¿Cuáles son las suposiciones que realizarás en tus cálculos?

La resolución del problema nos muestra que no es posible calentar el café en el tiempo permitido. Eso si, se debe considerar el tazón, dado que el experimento fue realizado en un corto período de tiempo.

Entre las suposiciones que los estudiantes podrían hacer:

- El tazón y el café estarán siempre a la misma temperatura.

[2] Figura extraída del sitio web: http://www.temporaryservices.org/calentadoresporinmersion.pdf. Recuperado el 4 de Diciembre de 2007.

- Para la capacidad calórica específica del café, consideraremos la misma que el agua (4,184 J/gºC) ya que en el problema se menciona explícitamente que el café es "mayoritariamente agua"
- Considerar no se pierde calor hacia los alrededores. Algunos estudiantes podrían asumir que si el tazón está hecho de materiales aislantes, por lo tanto se transfiere muy poco o nada de calor. En cualquiera de los casos, el calentador no proporciona la cantidad necesaria de energía en el tiempo permitido.

Se realizó un análisis cualitativo de las respuestas de los estudiantes. Para esto, el diseño escogido fue un estudio de casos múltiples, ya que se utilizaron varios casos únicos para estudiar la realidad deseada. (Rodríguez, Gil, 1999). En este caso en particular interesa describir y explicar cómo los alumnos se enfrentan a la resolución de un problema de termoquímica.

ANÁLISIS PRELIMINAR:

Para la comprensión del problema propuesto, se hace indispensable la ayuda de un dibujo el cual pudiese facilitar la comprensión del fenómeno que está ocurriendo. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes no elaboran gráficos o diagramas para ayudarse y tampoco piensan en las diferentes formas y métodos que pudiesen existir para resolverlo. (Fortunato, 1991; citado por García 2003). Si bien, sólo una estudiante lo hace, pero el dibujo propuesto es incorrecto, lo que evidencia una falta de entendimiento del sentido del problema.

En relación al instrumento a utilizar, una estudiante escribe lo siguiente: "*no recuerdo lo que significa que es un calentador por inmersión, por lo tanto sólo asimilaré que la energía 200 W es constante*". Si bien la unidad mencionada corresponde a potencia y no a energía, este hecho puede sugerir que, en algunos casos, los estudiantes no comprender el problema por un desconocimiento, por ejemplo, del aparato utilizado.

Otro aspecto a analizar tiene que ver con la manera que se relacionan los estudiantes con los datos. Esto lo podemos asociar con el modelo tradicionalmente de enseñanza y es que para abordar un problema es necesario primeramente extraer los datos que se proporcionan. Los estudiantes mientras van leyendo, inmediatamente comienza la extracción de los datos, sin necesariamente comprender el objetivo del problema, sin tener en cuenta el porqué utilizan uno u otro proceso en la resolución. (García, 2003). Para este estudio, ocho de los diez estudiantes inician la resolución del problema escribiendo los datos con los cuales cuentan para llevar poder resolverlo, sin embargo, ninguno de ellos lo logró.

En relación a la obtención de un resultado, sólo un estudiante fue capaz de determinar la energía que necesita el café para calentarse, pero este

valor obtenido es erróneo ya que utiliza el valor de la masa del tazón en vez de la masa del café.

Seis de los estudiantes expresan que no recuerdan la fórmula para resolver el problema. Esto constituye un obstáculo para continuar el desarrollo del problema y se detienen en ese punto. Este aspecto es importante de considerar, tomando en cuenta lo esencial que resulta para los estudiantes memorizar y recordar una gran cantidad de fórmulas a la hora de resolver un problema. La mayoría de los estudiantes necesitan los conceptos, las leyes y las fórmulas para la resolución de problemas y le "dan una importancia predominante a encontrar una fórmula o un algoritmo." (Nakhleand, 1980; citado por García, 2003).

Lo anterior corresponde a algunos de los elementos identificados en las respuestas analizadas. Sin duda es posible encontrar muchos más.

PROPUESTA METODOLÓGICA Y DIDÁCTICA

Cuando un profesor inicia una unidad temática, en la cual están presentes conceptos como temperatura y calor, debería hacerlo tomando en cuenta las ideas previas de los estudiantes. Los profesores deberían informarse sobre las (pre)concepciones y habilidades de sus alumnos, así como sobre sus dificultades para entender temas científicos y para resolver problemas prácticos. (De Jong, 1998). Y sin dejar de considerar lo siguiente:

Algunos estudiantes confunden los conceptos calor y temperatura, incluso algunos pueden pensar que son lo mismo. Esta confusión surge debido a que en los cursos básicos, no se presta atención a desarrollar ideas que aclaren el significado que distingue cada uno de estos términos y la relación entre ellos (Arons, 1990). Sin embargo sabemos que la temperatura es una medida relativa de qué tan caliente o frío está un objeto. Específicamente, la temperatura es un indicador del nivel de energía interna del objeto, medida en una escala estandarizada.[3]. Calor es la transferencia de energía térmica entre dos cuerpos que están a diferente temperatura[4]. Las temperaturas de los dos objetos permiten predecir el sentido de la transferencia de energía. A pesar que el calor y la temperatura están relacionados, no son lo mismo. En esta línea, Amaral y Mortimer (2001) citados por Dumrauf, A. y Cordero, S. (2004) desarrollaron una descripción del perfil conceptual para la noción de calor, que establece cinco zonas:

- Realista: Vincula la idea de calor estrictamente a las sensaciones y en ella se encuentran las ideas de sentido común relativas al calor y a la temperatura.

[3] Definición extraída del libro Química de R. Chang. (2002)
[4] Definición extraída del libro Química de R. Chang. (2002)

- Animista: el calor es considerado una sustancia viva con una fuerza motora inherente, y llega a pensarse que los objetos o materiales “desean” dar o recibir calor.
- Substancialista: plantea al calor como una sustancia que puede penetrar otros materiales.
- Empírica: está relacionada con el desarrollo del termómetro, la medición de la temperatura y la consecuente diferenciación entre calor y temperatura.
- Racionalista: el concepto de calor deviene una relación entre variables (la diferencia de temperatura y el calor específico de un sistema en interacción con su entorno), y al ser pensado como una relación entre magnitudes adquiere un carácter racional.

Esta propuesta permite a los estudiantes trabajar con los conceptos de calor y temperatura, introduciendo rápidamente el concepto de temperatura y sus mediciones y desde ahí avanzar hacia la exploración del calor con otro tipo de actividades. Posteriormente es posible desarrollar la relación, $Q=mc\Delta T$, para así terminar con actividades en donde los estudiantes apliquen sus conocimientos desarrollando problemas que los enfrenten a diferentes tipos de situaciones en las cuales tengan que relacionar todos los conceptos estudiados anteriormente.

Considerando todas las características descritas anteriormente, es que esta propuesta sugiere el uso de este tipo de material para realizar actividades prácticas de transferencia de calor. Además que permiten realizar cálculos sencillos acerca de las magnitudes de la energía y las variaciones de temperatura, así como se entender el fenómeno en su totalidad.

ALGUNAS CONCLUSIONES PRELIMINARES

En el ámbito de una ‘nueva cultura docente de la enseñanza de las ciencias’ es de relevante importancia la promoción de competencias que permitan al estudiante afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades. Estas competencias representan una combinación dinámica de atributos en relación a conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que describen los resultados de aprendizaje dentro de un programa educativo mucho más amplio y enriquecedor, en el que son capaces de demostrar de manera no reproductiva que han aprendido a comprender la ciencia “aprendiendo a enfrentarse a resolver problemas más que a resolverlos instrumentalmente”.

A partir de las anotaciones registradas por los estudiantes, es posible detectar algunos elementos distintivos, los cuales se repiten dentro de un mismo grupo, con características similares.

Los análisis respectivos de las respuestas de los estudiantes, nos muestran algunos aspectos significativos:

- Los estudiantes se aproximan a los problemas propuestos de manera mecánica, automática y sin una reflexión profunda relativa al sentido del problema.
- Los estudiantes atribuyen grande importancia a los datos, formulas y resultados los cuales resultan ser obstáculos en la posterior resolución y no permiten a los estudiantes llegar una respuesta buscada.
- Aspectos como la comprensión del problema, la planificación en la resolución del mismo, y el uso de diagramas, no se evidencian en las respuestas de los estudiantes; elementos que podrían resultar claves para un buen entendimiento del problema.

En el evento del que hacemos parte esta comunicación, esperamos compartir algunos hallazgos interesantes en este sentido, derivados de nuestro proyecto de investigación FONDECYT 1070795 '*Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma'* que dirige el segundo autor de esta comunicación.

BIBLIOGRAFÍA

Arons, A. (1990). A guide to introductory physics teaching. New Cork: John Wiley and Sons.

Campanario, J. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las ciencias, 17 (2), pp 179-192.

Chang, R. (2002). Química. McGrawHill.

De Jong. O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. Revista Enseñanza de las ciencias, 16(2), pp 305-314.

Domínguez Castiñeiras, J.M.; De Pro Bueno, A. y García-Rodeja Fernández, E. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal. Enseñanza de las Ciencias, 16, 461-475.

Dumrauf. A. Cordero, S. (2004). ¿Qué cosa es el calor? Interacciones discursivas en una clase de Física. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 3 Nº 2

García, J. (2003). Sobre la resolución de problemas. Didácticas Magisterio (Eds). Bogota.

González, A. y otros. (2005). Resolver problemas para aprender: Una propuesta para el desarrollo de competencias de pensamiento científico en la facultad de ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias. Número extra. VII Congreso.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planes de análisis y desarrollo *Pensamiento Educativo,* Vol. 30 pp. 35-60. Publicaciones de la Facultad de Educación, PUC, Santiago, Chile

Márquez, C. & Roca, M. (2006). Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. Educación y Pedagogía, 45. pp 63-71.

Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1999). Tradición y enfoques de en la investigación cualitativa, Cap IV. En: metodología de la Investigación cualitativa, pp 81-95, Aljibe, Ed. Málaga, España.

Pozo, J. (Coord.)(1998). A solucão de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Ed. Artmed, Porto Alegre, Brasil. pp 14-17

ICONICIDAD, ESTRATEGIAS Y HABILIDADES CIENTÍFICAS. UN ESTUDIO BASADO EN EL CONCEPTO DE HOMEOSTASIS

José Antonio Naranjo Rodríguez [1], **Liliana Mayoral Nouveliere 2 y Francisco González García** [1]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada [2] Universidad de Mendoza, Argentina

RESUMEN: El trabajo muestra un estudio que relaciona las capacidades de interpretación de los íconos, tomando la homeostasis como dominio biológico específico, con los procedimientos científicos y el nivel de razonamiento lógico en estudiantes de la enseñanza secundaria argentina. Se vislumbra la necesidad de una alfabetización gráfica en estudiantes y profesores.

ABSTRACT: This work shows a study that it relates the capacities of icons interpretation, with the homeostasis like specific biological knowledge, with the scientific procedures and the level of logical reasoning in students of Argentine secondary education. The necessity of a graphical alphabetization in students and professors glimpses.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de la Biología, Habilidades científicas, Alfabetización gráfica.

KEY WORDS: Biology teaching, Science skills, Graphicacy

INTRODUCCIÓN

La importancia de la imagen en la cultura actual es indiscutible y ha provocado la aparición, dentro de mundo educativo, del concepto de alfabetización gráfica (graphicacy). Esta alfabetización debe ayudar al alumnado a descifrar de manera autónoma los mensajes gráficos, frente a su inmediatez y aparente sencillez, siendo un complemento de la alfabetización general y científica en particular, evitando que se interpreten como rivales o antagónicas (Postigo y Pozo, 2000).

Las imágenes que ilustran los textos científicos escolares requieren de una enseñanza especializada, de estrategias específicas. Dada la variedad y complejidad de las ilustraciones en estos textos, son continuas las llamadas que ponen el énfasis en esta cuestión (Perales, 2006).

En el campo de la Biología, el recurso a múltiples tipos de representaciones icónicas parece esencial para el desarrollo de muchos conceptos del currículo escolar (Reid, 1990; Pérez de Eulate y Llorente, 1998). En unos casos los elementos icónicos pueden parecernos la forma mas evidente de presentar y acceder a realidades microscópicas

esenciales y no visibles (desde la célula al órgano), mientras que en otros los íconos ayudan a la construcción de un concepto abstracto (Maldonado et al. 2007).

El concepto biológico de homeostasis es un concepto casi desconocido o vago en el mundo de las ideas populares. Este concepto es un elemento estructurante o fundamental en la enseñanza de la biología en la educación secundaria y requiere de una representación icónica o simbólica con un elevado nivel de abstracción.

OBJETIVO DEL TRABAJO Y METODOLOGÍA DESARROLLADA

El estudio presentado, que forma parte de un trabajo más amplio (Mayoral, 2008), toma como objeto esencial la metodología hipotética-deductiva descrita a través del grado de resolución de problemas en el contexto de homeostasis y su relación con los procedimientos en ciencia y la capacidad de razonamiento lógico.

La hipótesis del trabajo se basa en la vinculación entre los procesos de interpretación icónica y de resolución de problemas con los procedimientos científicos y el nivel de razonamiento lógico en los alumnos.

El trabajo combina las vertientes de investigación cualitativa y cuantitativa, no entendiéndolas como antagónicas, sino complementarias para potenciar el análisis de la compleja realidad de la investigación educativa.

El estudio se realizó durante el ciclo lectivo 2007, en un grupo de 19 estudiantes del tercer año de educación secundaria (primer año de Polimodal, 15-16 años) de la Escuela 4-001 “José Vicente Zapata” de la ciudad de Mendoza, República Argentina.

El estudio sobre la resolución de problemas en el contexto de la homeostasis del organismo humano se basó en ejemplos como la regulación de la glucosa y de la temperatura, dado que son ejemplos muy conspicuos en la bibliografía utilizada por los estudiantes y tiene fuerte presencia en los medios sociales y culturales. Se elaboraron un conjunto de instrumentos que constituyen una guía o secuencia didáctica, parcializada en cuatro momentos, y que consideran los conceptos mas relevantes en la temática de homeostasis (Mayoral, 2008). En el anexo se muestran dos de los instrumentos utilizados y cuyos resultados se incluyen en la Tabla de desempeño de actividades por los alumnos.

El nivel de razonamiento lógico fue obtenido a partir del test elaborado y validado por Acevedo y Oliva (1995) y los procedimientos en ciencia se estudiaron a partir de la aplicación del TIPS (Test of Integrated Process Skills) elaborado y validado por Dillashaw y Okay (1980).

RESULTADOS

En el seguimiento del trabajo del grupo de alumnos consideramos importante los avances, retrocesos e incertidumbres de todos los integrantes. Recordemos que la ciencia escolar tiene una idiosincrasia propia no coincidente con los significados propios y cerrados de ciencia de las disciplinas científicas.

Es por ello que en la lectura resumida que planteamos en la Tabla anexa podemos encontrar algunas lecturas directas pero en otras se perciben y deducen que los conceptos y relaciones de la iconicidad se construyen en un proceso lento, propio de un grupo de novatos o no expertos.

En conjunto, del desempeño del grupo de alumnos estudiado, podemos destacar:

El desempeño en valores medios del razonamiento lógico y procedimientos en ciencia es lo más común en el grupo de estudio, o bien un desempeño bajo en una de las variables.

Estos niveles de desempeño pueden relacionarse con desempeños muy variados en la resolución de problemas en el contexto de la homeostasis.

Es menor la frecuencia de valores coincidentes en niveles bajos de la variable razonamiento lógico y procedimientos en ciencia, que la frecuencia coincidente entre valores medios y bajos para ambas variables.

La interpretación y producción de iconicidad de forma adecuada se relaciona con unos valores medios de razonamiento lógico y procedimientos en ciencias, pero no hay una total homogeneidad en los individuos.

El grado de adecuación de la resolución sobre íconos canónicos (interpretados y producidos) no está siempre directamente relacionado con la comprensión de las dimensiones constructivas del concepto de homeostasis; un mismo individuo puede presentar diferentes grados de adecuación en los distintos íconos, oscilando desde muy adecuados a escasamente adecuados.

Un nivel medio de razonamiento lógico y un nivel bajo en procedimientos no significa que no se resuelvan vinculaciones eficaces dentro del concepto de homeostasis (por ejemplo el individuo 20). Sin embargo, los individuos 41, 45 y 49 manifiestan nivel medio y alto en razonamiento lógico y en el test de procedimientos pero la manifestación a través de signos y símbolos icónicos muestra variaciones, dado que muchos de los íconos que presentan son producto de la memoria, es decir lo que aprendieron sobre las partes de una célula por ejemplo y no se adecuan a la consigna de trabajo. En uno de los casos se lee en el instrumento, “sé que hay células, pero no se parecen a lo que conozco”.

Dentro del dominio específico de los conocimientos biológicos es frecuente encontrar señalado como célula el ícono que representa el núcleo de una célula en un dibujo figurativo de tejido. En algunos casos no se producen reconocimientos ni vinculaciones entre lo macroscópico y lo microscópico presentados en las primeras etapas de trabajo y continúan sin resolver al final de la instancia algunos procesos que indiquen avance conceptual.

Las mayores dificultades icónicas claramente se presentan en el trabajo sobre el hipotálamo, a partir de un dibujo figurativo que representa un corte de encéfalo. El dibujo vinculado que representa a la hipófisis, no es interpretado en una altísima frecuencia, en algunos instrumentos los encuestados han expresado que el diagrama corresponde al sistema reproductor masculino y sostienen que desde el cerebro se regulan todas las funciones.

Del análisis de las ideas subyacentes que se aprecian en el grupo de estudiantes y en relación a su interpretación icónica del concepto de homeostasis, se pueden extraer los siguientes elementos relevantes:

La homeostasis como finalidad de preservación de todas y cada una de las células no depende de la regulación de todos los sistemas orgánicos. En el interior del cuerpo se producen cambios casi constantemente, lo afirma un 90% de la muestra seleccionada. Menos de la décima parte puede indicar alguna causa de esas variaciones.

La célula es una estructura estática. Responde a formas regulares, planas no tridimensionales. Hay escasa o nula noción de las funciones celulares sencillas como por ejemplo intercambio de moléculas/nutrientes/sustancias con el medio ambiente exterior a ella. Vaguedad en el concepto de funciones celulares como centro de elaboración de sustancias. Diríamos que preservan ciertas explicaciones alternativas, aún no ligadas a la semiótica regular, estandarizada de la biología. Las células secretoras de hormonas son únicas especializadas y singulares.

Insulina-glucemia-páncreas constituyen un conjunto lineal de relación, alejado de la idea de sistema (alta frecuencia de la visión causa-efecto).

El sistema nervioso es el responsable de controlar, comandar las funciones del cuerpo, en una explicación fuertemente antropomórfica y teleológica. El sistema inmunitario no cumple ninguna función en este soporte.

La circulación de la sangre es la responsable de transportar hormonas. Éste es el único medio.

Las hormonas se asocian a cambios corporales en el púber o adolescente. No se asocia a sustancia o a la noción de molécula. Algunas moléculas

cumplen funciones determinadas únicas, por ejemplo el azúcar se liga a disminuir la sensación de hambre.

No se pueden crear símbolos para representar moléculas o células diferentes a lo que aparece en los libros.

DISCUSION E IMPLICACIONES

Podríamos trazar una tímida relación entre los niveles de razonamiento lógico, la resolución de problemas y el desempeño lingüístico e icónico de los estudiantes. Sin embargo el estudio cualitativo, alumno a alumno, revela todo un conjunto de incongruencias en el desempeño de las diversas tareas demandadas, como una expresión más de la falta de consistencia en los posicionamientos de los alumnos en la resolución de tareas o procesos científicos diversos que van más allá de la capacidad de movilizar puntualmente los conocimientos declarativos (Kouladis y Ogborn, 1995; Leach et al., 2000; González y Jiménez, 2006).

Podemos deducir que la semiótica que favorezca la construcción de los conceptos nodales que subyacen al desarrollo del constructo homeostasis debería ser polifacética, evitando sostenerla en la creencia sobre la atracción que ejercerá el dibujo (ícono en general) sobre el lector, descuidando el mensaje portado por éste.

La iconicidad de los textos cargados de detalles puede dificultar su comprensión, por ello es mejor seleccionar imágenes sencillas. Sencillez no quiere decir ambigüedad o irrelevancia. Las ilustraciones debieran estar destinadas a aprendices con un bajo nivel de conocimiento previo, lo que garantizaría su accesibilidad a la mayoría de los lectores. La función decorativa de las imágenes centrada en la información morfológica es predominante en las propuestas actuales, tanto como las ediciones de mediados del siglo XX, con diferentes gradaciones en el uso del color. En ambos casos la función fisiológica aparece expresada casi con exclusividad de modo escrito. Aprender los conceptos fisiológicos puede parecer más difícil que los conceptos morfológicos. La presencia de imágenes de corte anatómico con seguridad se erige como barrera que dificulta el aprendizaje.

En el debate entre expertos y novatos, está bien documentado que el experto extrae no sólo la información explicita de los íconos, sino información implícita y conceptual desde su base teórica como experto. El alumno no posee esta base teórica y por ello el ícono sólo se interpreta desde su más simple literalidad o presunta sencillez gráfica. Como se ha descrito en diversos campos (Kearsey y Turner, 1999), la interpretación de imágenes con contenidos fisiológicos plantea problemas diversos a los estudiantes.

Podemos extraer una conclusión clara, en el contexto educativo en que se realiza este trabajo se aprecia que no hay una relación directa y unívoca entre las habilidades y procesos científicos habituales que el profesorado en ciencias pudiera tener presentes en su enseñanza y el uso y aprovechamiento que su alumnado realiza sobre los íconos que sustentan el concepto de homeostasis.

De la descripción de los problemas de interpretación de los íconos que sustentan las imágenes sobre homeostasis, citados con anterioridad, se puede concluir que hay necesidad de una formación específica del profesorado para la enseñanza de las imágenes; la alfabetización gráfica afecta a docentes y alumnos.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, J. y OLIVA. J. (1995). Validación y aplicaciones de un test de razonamiento lógico. *Revista de Psicología general y aplicada*, 48 (3), pp.339-351.

DILLASHAW, F. and OKEY, J. (1980). Test of the integrated science process skills for secondary science students. *Science Education*, 64 (5), pp. 601-608.

LEACH, J., MILLAR, R, RYDER, J and SERE, M.G.. (2000). Epistemological understanding in science learnig: the consistency of representations across contexts*. Learning and Instructions*, 10, pp. 497-527.

KEARSEY, J. and TURNER, S. (1999). How useful are the figures in school biology textbooks? *Journal of Biology Education*, 33(2), pp.87-94.

KOULADIS, V. and OGBORN, J. (1995). Science teachers philosophical assumptions: how well do we understand them?. *International Journal Science Education*, 17(3), pp. 273-283.

GONZÁLEZ, F y JIMÉNEZ, M.P. (2006). Imagen de las ciencias en los trabajos de laboratorio: una encuesta a estudiantes de la UCM. *Revista académica UCMaule,* 32, pp. 23-40.

MALDONADO, F., GONZALEZ, F. y JIMÉNEZ, Mª del P. (2007). Las Ilustraciones de los ciclos biogeoquímicos del Carbono y Nitrógeno en los textos de secundaria. *Revista Eureka-Enseñanza Divulgación de la ciencia.* Vol. 4 (3) pp. 442-460.

MAYORAL, L. (2008). *La iconicidad en la construcción del concepto de homeostasis en el organismo humano*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.

PEREZ DE EULATE, L., y LLORENTE, E. (1998). Las imágenes en la enseñanza-aprendizaje de la biología. *Alambique,* 16, pp. 45-53.

PERALES, F. (2006) Uso (y abuso) de la imagen en la Enseñanza de la Ciencia. *Enseñanza de la ciencia.* Vol. 24 (1). pp. 13-30

POSTIGO, Y. y POZO, J. I., (2000) Hacia una nueva alfabetización: el aprendizaje de información gráfica - *El aprendizaje estratégico: enseñar a aprender desde el currículo.* Madrid: Santillana

REID, D. (1990). The role of pictures in learning biology: perception and observation. *Journal of Biology Education*, 24(3), pp.161-172.

Grados de desempeño en las diferentes variables consideradas (ver anexo para descripción de los instrumentos utilizados)

Alumno	Razona-miento lógico	Procedimientos en ciencias	Resolución de problemas en el contexto de homeostasis	Respuestas de interpretación de la iconicidad		
				(A)	(B)	(C)
1	Medio 6	Medio 5	63	2	2	3
2	Bajo 4	Medio 5	9	4	3	4
3	Bajo 4	Medio 5	82	2	2	1
4	Medio 7	Medio 5	27	2	3	2
5	Medio 6	Medio 5	27	2	3	3
6	Bajo 2	Bajo 4	0	3	3	4
7	Medio 6	Bajo 4	63	2	2	3
8	Bajo 4	Alto 7	36	2	4	3
9	Bajo 4	Medio 5	18	2	3	2
10	Medio 6	Bajo 4	32	2	2	1
11	Bajo 3	Bajo 3	18	5	5	5
12	Bajo 3	Bajo 2	0	2	4	3
13	Bajo 3	Medio 6	27	2	2	3
18	Medio 7	Medio 6	32	2	2	3
19	Bajo 4	Medio 5	0	2	2	3
20	Medio 6	Bajo 3	63	2	4	1
41	Medio 7	Medio 6	32	2	1	3
45	Medio 6	Medio 5	36	2	1	3
49	Alto 8	Medio 6	54	2	2	2
	Nivel (Bajo, medio, alto) y Puntaje (0-10)	Nivel (Bajo, medio, alto) y Puntaje (0 a 6)	% de cuestiones resueltas de forma muy adecuada o adecuada	(A) Relación macro-microscópico. (B) Interpretación icono clásico. (C) Completar icono Respuestas: 1= muy adecuada 2= adecuada 3= poco adecuada 4= no adecuada 5= no resuelve		

ANEXO. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA RECOGIDA DE DATOS

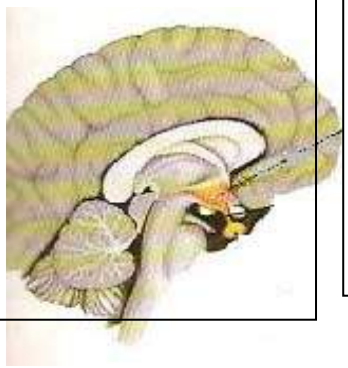
De acuerdo a las normas de aplicación del TIPS, los alumnos con una puntuación menor o igual a 4 se califican como de nivel bajo, entre 5 y 6 de nivel medio y con puntuación mayor de 6 con nivel alto.

De igual modo y según las condiciones de administración del test de Acevedo y Oliva, una puntuación menor o igual a 5 se califica de nivel bajo, entre 6 y 7 de nivel medio, y 8 o superior de nivel alto.

La resolución de problemas en el contexto de la homeostasis humana se valoró con el cuestionario que se muestra a continuación, adaptado a las prescripciones curriculares vigentes en la República Argentina.

En la resolución de la iconicidad se muestra una parte del cuestionario resuelto por los alumnos (por razones de espacio no se incluyen todas las cuestiones planteadas).

A

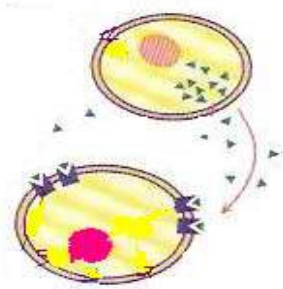


¿Qué texto elaborarías para acompañar el esquema A? Utiliza las palabras que aparecen a continuación.

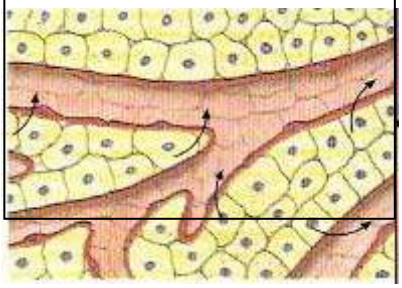
*Encéfalo: corte longitudinal_ zona del hipotálamo _ Destaca en color anaranjado_ Regulación de funciones_ Control de temperatura corporal _ Secreción de somatostatina_ Secreción de hormona de crecimiento_*

Puedes agregar otros conceptos. Escribe en otra hoja.

B *Escribe etiquetas aquí*



C ***Escribe etiquetas aquí***

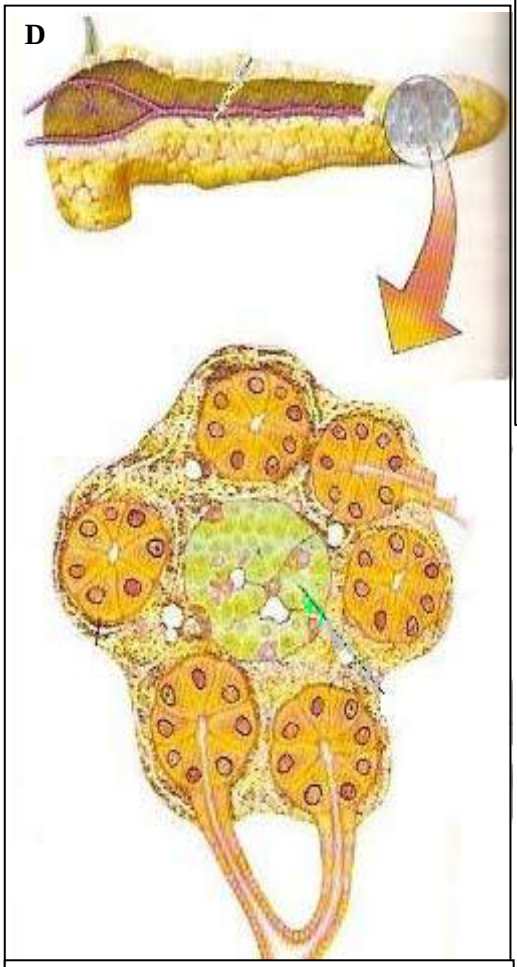


Representación de vías comunicantes:

B: paracrina. Por ejemplo la somastotatina pancreática e **hipotalámica.**

C: endocrina. Por ejemplo: insulina y glucagón.

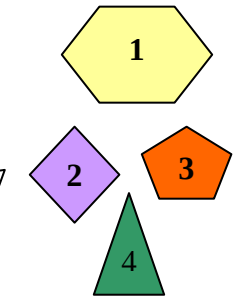
D



Trabaja sobre los esquemas **C y D**.

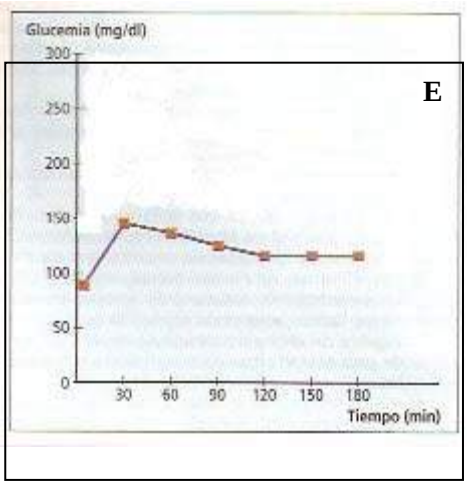
Utiliza los símbolos de moléculas.

Indica la ubicación de cada una de ellas colocando el número que las identifica en los esquemas



Simbología de moléculas: 1: glucosa; 2: insulina; 3: glucagón; 4: somatostatina

Escribe un pequeño texto que permita interpretar los dibujos del conjunto **D.**



Esquema E: Nivel de glucosa en sangre (glucemia)

. Utiliza lápiz rojo para indicar el tiempo donde la insulina posee mayor concentración

Planteamiento de problemas

1.- La homeostasis de la glucosa depende del funcionamiento coordinado de diversas sustancias. Entre ellas la insulina y el glucagón. Una persona presenta hiperglucemia.

¿Qué piensas? = Hipótesis

¿Qué harías? = Estrategia para contrastar la hipótesis

La ingesta de alimentos proveedores de glucosa está suspendida desde hace 24 horas.

¿Qué pensarías ahora? = Nueva hipótesis

¿Cómo comprobarías si tienes razón? = Nueva estrategia de contraste de hipótesis

El paciente informa que no siente hambre.

¿Cómo se explicaría lo ocurrido? = Otra hipótesis

¿Cómo podría comprobarse tu explicación?= Otra estrategia de contraste

El bioquímico informa que la muestra sanguínea extraída contiene bajos niveles plasmáticos de **hormona del crecimiento.** Pide una explicación de lo que está pasando. ¿Qué dirías?

2.- El hipotálamo es una estructura nerviosa, que entre otras funciones orgánicas, controla la regulación de la temperatura corporal. Ante una hipotermia (descenso de la temperatura corporal), se desencadenan diversos mecanismos por ejemplo temblores musculares. Plantea una breve explicación intentando resolver la comprensión de este proceso.

3.- El aumento de temperatura corporal se conoce como *fiebre* Se realizó un estudio con lagartijas que tuvieron acceso a una lámpara de calor. Los animales mantuvieron su temperatura corporal en 38ºC ajustando su posición con respecto de la lámpara. Luego se les inyectó una bacteria causante de una enfermedad y la temperatura se elevó a 40ºC, pues pasaron más tiempo cerca de la fuente de calor. Tenían fiebre.

Para determinar si la fiebre les ayudó a combatir las bacterias, se colocaron las lagartijas en incubadoras, cuyas temperaturas eran de 34ºC, 36ºC, 38ºC, 40ºC y 42ºC respectivamente.

¿Qué crees que sucedió? = Hipótesis

El reporte del laboratorio indicó que el 100% de los individuos colocados en las dos primeras incubadoras murieron y sobrevivieron sólo el 25% de la tercera incubadora.

¿Qué piensas que sucedió con los individuos de la 4º y 5º incubadora? = Hipótesis

¿Qué conclusión construyes a partir de estos datos?

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y PROMOCIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMINETO CIENTÍFICO MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTADO DE SECUNDARIA[1]

Quintanilla, Mario[1]. Labarrere[2], A. Díaz[3], L. Santos[4], M., Ravanal [5], E., Cuellar [6], L., Camacho[7], J., Soto[8], F., Joglar [9], C., Jara [10], R., Ramírez[11], P.

(1. Director del Proyecto; 2, 3 y 4 Co-investigadores; 5, 6, 7, 8 y 10 Tesistas de Doctorado; 9 y 11 Asistentes Científicos)

Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. G.R.E.C.I.A. www.puc.cl/sw_educ/educacion/grecia

PALABRAS CLAVE: Competencias de pensamiento científico, resolución de problemas.

RESUMEN: Este proyecto de investigación es la continuación de una línea de trabajo iniciada hace ya varios años en la PUC con otros proyectos similares de carácter nacional e internacional (DIPUC/98 , DIPUC/99 /DIPUC 2000, EXPLORA/CONICYT 2000 ,DIPUC 2001 -2002 -2003 – FONTEC/PUC2003 - DURSI/CONICYT 2004-2005, MIDEPLAN 2005-2006) donde hemos desarrollado innumerables acciones de investigación, divulgación, formación, gestión y formación conforme a develar las concepciones teóricas sobre la ciencia y su enseñanza, evaluación y aprendizaje. Nuestro Programa de formación e investigación en enseñanza de las ciencias experimentales (química, biología, física) estudia fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de saberes científicos vinculados al cambio conceptual en el sistema educativo y en el contexto social que le da cabida, pone particular atención en el estudio de los diferentes procesos cognitivos y culturales con que las personas asignan y comparten sentidos y significados de la 'actividad científica escolar', utilizando para ello diferentes estructuras y lenguajes. En particular nuestra línea de investigación aborda el estudio de aquellas facetas tanto congruentes como contradictorias de las representaciones cotidianas de conceptos científicos, que favorecen u obstaculizan los aprendizajes tendientes a la formación de un pensamiento comprensivo acerca de la ciencia en el estudiantado y que son consecuentes con el propio desarrollo del conocimiento en la historia de la ciencia. Hemos reportado hallazgos sobre los modos de pensar que los estudiantes ponen en juego a la hora de (re)construir significados científicos en las clases de química y biología en tres planos característicos de resolución de

[1] Proyecto **FONDECYT 1070795**. *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. Un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma*. mquintaq@uc.cl

problemas(instrumentales o algorítmicos; personales o significativos y culturales o comunicativos). Con estos hallazgos y complementando con un análisis detallado de aspectos meta científicos (históricos, epistemológicos y didácticos), diseñamos y validamos según fases de una ingeniería didáctica, secuencias de enseñanza para el aprendizaje de la química, la biología y la física, cuyos materiales se vienen utilizando en el aula desde 2002 y que han formado parte de diversas publicaciones.

- Enseñar, evaluar y aprender. Su relación con la promoción de competencias científicas

En la actualidad existe bastante consenso en las instituciones formadoras de profesores de ciencia respecto a que la enseñanza basada en el enfrentamiento a la solución de problemas científicos en la escuela, es uno de los medios principales para el desarrollo del 'pensar teórico' y el desarrollo de competencias (por ejemplo Schoenfeld, 1985) e incluso, como hemos afirmado nosotros mismos (Labarrere,1997), para propiciar la formación de una "cultura científica - escolar" en los alumnos que favorezca así mismo ambientes de aprendizaje creadores y ricos en densidad metacognitiva. El tránsito al pensamiento científico y la cultura en este dominio del conocimiento, como aspectos primarios a atender en la transposición didáctica, marca una toma de conciencia de que el aprendizaje basado simplemente en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de recursos algorítmicos y heurísticos, resultan insuficientes, para que el alumno alcance una verdadera competencia en la comprensión de los fenómenos científicos. En este sentido, también se reconoce la necesidad de trascender la representación del alumno individual como sujeto del aprendizaje y se comienza a considerar un 'sujeto colectivo', es decir el grupo de alumnos que trabaja en equipo y actúa como comunidad generadora de conocimientos y procesos básicos a partir de los cuales se debe llevar a cabo la educación científica de los alumnos, bajo ciertos modelos de realidad, conocimiento y aprendizaje donde la didáctica de las ciencias establece un dominio propio de significados. Es evidente, entonces, la necesidad de conducir oportuna e intencionadamente a los estudiantes hacia ámbitos más amplios, y a la vez profundos, acerca de la ciencia, su método y naturaleza. En esta dirección (consciente teóricamente), el enfrentamiento a la resolución de problemas desempeña una función clave, puesto que nos interesa potenciar un marco lógico que contribuya a una explicación científica escolar teóricamente fundamentada y autorregulada. Sin embargo, estamos seguros que la cuestión principal radica en trascender la simple preparación de los estudiantes para enfrentar y solucionar problemas, y pasar a un contexto cultural y didáctico de acción, en el que ellos mismos puedan emplearlos con fines más extensos y profundos, haciéndolos un

medio para lograr niveles mayores en su desarrollo personal y social, al tiempo que son capaces de acceder a competencias científicas que representen una combinación combinada de atributos en relación a conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los resultados de un programa educativo (Proyecto Tuning)[2] Partimos de la base que la construcción del conocimiento científico puede darse en la confrontación sistemática con base en el error, la auto corrección y por aproximaciones sucesivas que parten de las ideas previas de los estudiantes en relación a tópicos científicos específicos y que tienden a modificarlas hasta llegar a elaboraciones conceptuales más cercanas a las científicas. Así, la construcción del conocimiento se hace activa, racional, emocional y pragmática, contribuyendo a la formación científica, a la autonomía en el aprendizaje: el estudiante se concibe como un pensador activo que construye significados personales y desarrolla su sistema de pensamiento a través de un ejercicio intelectual individual y social que le permite plantearse preguntas y explicaciones, discutir sus ideas, cometer errores y encontrar sus propias soluciones al problema en diferentes planos de análisis de la situación problematizadora que propone el profesor(Labarrere & Quintanilla,2002, Zeichner& Liston,1991).

1. DESARROLLO

Siguiendo en esa misma idea, nos hemos propuesto desde una perspectiva interdisciplinaria identificar, caracterizar y explicar el tipo de competencias científicas que promueven los profesores de enseñanza media y su impacto en la calidad de los aprendizajes científicos mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas científicos específicos. Los conocimientos científicos se generan a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos desconocidos hasta ahora (la actividad científica como un proceso continuo). Por eso nos parece necesario que los futuros científicos, en el proceso de su formación, tengan ocasión de enfrentar auténticos problemas con la ayuda del profesorado y de ensayar las estrategias de solución que contribuyen a ampliar sus conocimientos.Por tanto compartimos la idea de que para aprender, entonces haremos 'problemáticos' los ejercicios que se plantean en la clase. Quisiéramos insistir en el hecho de que "resolver problemas" no signifique una "tarea de hacer", sino "una actividad científica" con la cual los estudiantes generen los nuevos conocimientos que se consideran fundamentales para convertirse en "profesionales competentes en el campo de las ciencias o donde sea que se desarrollen" una vez terminada la enseñanza media. Para avanzar en esta dirección nos proponemos analizar los problemas

[2] Proyecto de mayor impacto que han lanzado las universidades europeas para responder a la Declaración de Bolonia y al Comunicado de Praga . Ver Tuning Educational Structures in Europe, Informe Final, U. Deusto.

que se plantean en la clase de ciencias para identificarlos y caracterizarlos según los planes de estudios vigentes y establecer con que frecuencia y calidad son 'situaciones problemáticas' que corresponden a la diversidad de nuevos conocimientos (conceptuales, procedimentales y valóricos) que los estudiantes que aprenden ciencias han de adquirir con el propósito de desarrollar determinadas competencias.

2. UNA NUEVA CULTURA DOCENTE

En este ámbito de una 'nueva cultura docente de la enseñanza de las ciencias' habría que decir que la comunicación de la ciencia en el aula debiera superar las opciones reduccionistas y dogmáticas del aprendizaje y promover en los estudiantes el desarrollo de competencias y habilidades cognitivo lingüísticas para facilitar la integración social, el desarrollo del pensamiento creador y de unos ciudadanos comprometidos con el dinámico engranaje del desarrollo y el crecimiento social y económico. Debido a ello, la relevancia de promover competencias que permitan al alumno afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de habilidades y recursos que a buen término le faciliten leer, escribir, pensar, explorar, captar, formular, percibir, atender, manipular, comunicar y transferir conocimiento científico de una manera ágil y productiva. Estas competencias representan una combinación dinámica de atributos en relación a conocimientos, habilidades, actitudes, valores y responsabilidades que describen los resultados de aprendizaje dentro de un programa educativo mucho más amplio y enriquecedor, en el que los alumnos son capaces de demostrar de manera no reproductiva que han aprendido a comprender la ciencia.

3. METODOLOGÍA

Por consiguiente el **objeto de estudio** de esta investigación se define como la comprensión de las relaciones entre los tipos de resolución de problemas que los profesores de química y biología promueven en sus alumnos -sobre la base de las relaciones entre el modelo teórico-empírico de ciencia, de enseñanza de la ciencia y de evaluación- y el tipo de competencias científicas que desarrollan en sus estudiantes. Pensamos que la noción de resolución de problemas para estudiar el pensamiento docente y estudiantil, implica asumir que la realidad, tal y como es, resulta parcialmente determinada para cada individuo; esto es, la realidad es concebida como el producto de la construcción que subjetivamente hace el individuo de la misma en un espacio colaborativo de significados consensuados que se comparten. A su vez, esa realidad construida socialmente, pasa a tener una cierta "materialidad" o existencia objetiva que se puede visualizar en el desarrollo de determinadas competencias científicas.

El presente estudio se formula como un proyecto de investigación y desarrollo, por el conocimiento que pretende producir acerca del pensamiento del profesorado y por el diseño de mediaciones que favorecen la apropiación docente de la ciencia escolar concebida como actividad para el enfrentamiento a la resolución de problemas científicos y a la promoción de competencias en los alumnos. Se ha optado por profesores de química y biología, puesto que en estas áreas hemos potenciado nuestra formación e investigación en los últimos 5 años.-

Este estudio se propone desentrañar, en el marco de esa complejidad, coherencias de entendimientos intra e interpersonales, desde las cuales el profesorado experimenta y da sentido a la noción de problema científico y competencia con y desde las cuales construye su actuar pedagógico. En una primera fase el proyecto indaga en las representaciones del profesorado referidas a resolución de problemas científicos y competencias; En una segunda fase los profesores conocen, problematizan, rediseñan, aplican y evalúan secuencias didácticas con el propósito de identificar, caracterizar y promover determinadas competencias en los estudiantes. En esta fase del proyecto, en calidad de profesores investigadores que reflexionan sobre sus representaciones y sobre la 'actividad científica escolar' de la que dan cuenta sus prácticas docentes.

4. Algunos resultados

A continuación se entregan los resultados referidos a:

1. Procesos de entendimiento docentes de ideas sobre resolución de problemas científicos escolares.
2. Concepciones y tratamiento de las competencias de pensamiento científico

Tales resultados se derivan fundamentalmente de 4 fuentes de información:

1. El Cuestionario sobre naturaleza de la ciencia
2. Los grupos de discusión docente (GDD)
3. Las entrevistas en profundidad
4. Las producciones docentes (Unidades didácticas e Instrumentos de Evaluación)

En lo que refiere a la manera en que los docentes comprenden y trabajan la resolución de problemas y las competencias científicas, hemos hallado que:

- Tal como muestran los grupos de discusión, las entrevistas y observaciones realizadas en los talleres que tuvieron efecto en esta

fase del proyecto, en el profesorado coexisten diversas nociones de competencias de pensamiento científico. No se evidencia un "filtrado" teórico conceptual y metodológico. Este hecho, consistente con el obtenido respecto a las concepciones de enseñanza y aprendizaje, es uno de los factores que requiere una atención especial en la próxima fase de la investigación.

- En el discurso del profesorado se distinguen Competencias de Pensamiento Científico (CPC) específicas y genéricas, entre estas últimas podemos identificar: CPC como habilidad general; CPC como conocimiento; CPC como solución y CPC como comprensión. En términos generales, el profesorado se sitúa en la CPC genéricas. Este hecho se interpreta como información acerca de las competencias (buen punto de partida), pero insuficiente conversión o elaboración como conocimiento construido desde posiciones personales congruentes con el desempeño profesional.
- Una visión de los profesores sobre competencia es entenderla como una noción de estar por sobre los otros (competir y no ser competente). Esta representación de competencia puede estar apuntando hacia la necesidad de atender muy especialmente la dimensión axiológica en el tratamiento de la formación de competencias en los estudiantes así como durante la preparación de los docentes para abordar esta tarea.
- En el marco de su aproximación a las competencias, la noción de "*sujeto competente*" se difumina. A partir de este hecho es hipotetizable un tratamiento inespecífico a los estudiantes, sin tener en consideración la impronta, la configuración personal que el sujeto comunica a sus competencias.
- Aún cuando la noción de competencia aparece tardíamente en el discurso del profesorado, a pesar de haber asistido a un seminario de competencias científicas y sólo aparece en una pregunta específica, ello estaría evidenciando que el concepto de competencia *no está instalado en sus representaciones.* Cabe preguntarse ¿En qué medida la comunidad científica viene dialogando en función de competencias de pensamiento científico con alguna epistemología específica que sea coherente con la que "reflexionan los docentes"? Este dato podría situar la repercusión de los resultados parciales de la investigación más allá del ámbito personal, para insertarlos en un ámbito de problematización social más extendido.

En el evento del que hacemos parte esta comunicación, esperamos compartir en profundidad algunos de los interesantes hallazgos enunciados anteriormente en este sentido, derivado de nuestro proyecto

de investigación FONDECYT 1070795 *Identificación, caracterización y promoción de competencias científicas en estudiantes de enseñanza media mediante el enfrentamiento a la resolución de problemas. un aporte al mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y a la reforma* que dirige el segundo autor de esta comunicación.

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Labarrere, A.(1997), Inteligencia y Creatividad en la Escuela. Revista Siglo 21. UNAM

Labarrere, A. & Quintanilla, M. (2002), La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. Pensamiento Educativo, Facultad de Educación, PUC .Revista Pensamiento Educativo Vol.30

Quintanilla, M. (2006), Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: QUINTANILLA & ADÚRIZ-BRAVO (Ed). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio.* Santiago, PUC.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving.* Academic Press, NY. 409 pp.

ZEICHNER,K.& LISTON,P (1991) Formación del profesorado y condiciones sociales de escolarización, Ed. Morata, Barcelona, España.

UN PROBLEMA ABIERTO EN FLUJO DE FLUIDOS

Antonio Valiente Barderas, Lucila Méndez Chávez

Facultad de Química, UNAM, C.U. Circuito Interior s/n Edif. A Departamento de Ingeniería química Ciudad Universitaria México D.F. 04510. Faty_avb@yahoo.com

RESUMEN: La enseñanza experimental es de mucha importancia en la formación de los alumnos de ingeniería ya que fomenta la interactividad y la participación de los alumnos, y propicia que adquieran conocimientos, destrezas, hábitos y actitudes. En este trabajo se presenta un problema abierto de flujo de fluidos que se resuelve experimentalmente, para ayudar a que los alumnos adquieran el aprendizaje significativo en este tema.

PALABRAS CLAVE: Modelos empíricos, flujo de fluidos, solución de problemas, experimentación.

TITLE: An open problem in flow of fluids

ABSTRACT:

Experimental teaching is very important in education of engineering´ students. This activity promotes the interactivity and the participation of the students, propitiating that they acquire knowledge, skills, habits and attitudes. In this work we present an open problem of flow of fluids that is solved by experimentation, to help the students achieve meaningful learning in this subject.

KEYWORDS: Empirical models, flow of fluids, problem solving, experimentation.

INTRODUCCIÓN.

Si se acepta que el método científico es el máximo logro que ha hecho posible a la ciencia, y que en ciertos casos es aplicable en algunos problemas de la vida diaria, es deseable que el estudiante conozca, tanto por la racionalización que implica su uso como para extender los avances de la ciencia (Estany, 2007). El método experimental se aplica principalmente en las llamadas ciencias naturales y se basa en la observación de los fenómenos y en la realización de experimentos. En el método experimental, dada una serie de observaciones, se construye un modelo o hipótesis, la que se analiza para encontrar sus consecuencias, de las cuales se hacen predicciones que pueden verificarse por medio de los experimentos (Rivero, 1982).

La aplicación del método se inicia al plantear un problema cuya solución sea de interés. A continuación, mediante la aplicación de los

conocimientos previos, se formula una hipótesis en la que se trata de identificar las variables más importantes que intervienen en el fenómeno dado y mediante un proceso deductivo se hace una predicción sobre la relación que pueden guardar las variables relevantes en el problema y cual seria la relación matemática entre ellas (Gutiérrez, 1986). A dicha predicción se le llama generalmente modelo. Si esta última parte no es factible, al menos quedara claro qué variables pueden quedar unidas por una relación empírica cuya forma exacta después se buscará. Sabiendo que medir, se puede planear y ejecutar un experimento que permita verificar la predicción hecha, o, en su caso, encontrar la relación empírica buscada. Para tal efecto es necesario que los valores experimentales se encuentren al nivel de precisión requerido por la planeación hecha. El siguiente paso es analizar los datos obtenidos del experimento, interpretar los resultados de ese análisis y llegar a conclusiones sobre la validez de las hipótesis hechas, la calidad del experimento, etc. Una vez hecho esto, será posible decidir si se ha resuelto el problema planteado inicialmente y en que medida las hipótesis iniciales son las adecuadas para describir el fenómeno observado. En este caso, puede incluso llegarse a la conclusión de que el problema plantado al inicio no tiene sentido, y que entonces debe ser replanteado. También es común, que las hipótesis iniciales deban modificarse para introducir factores que no se habían incluido y cuya influencia, se sospecha, pueda ser importante (Pérez, 2003). Finalmente, en caso de que el problema se considere satisfactoriamente resuelto, se procederá a escribir un informe en el que comuniquen los resultados en forma clara.

La enseñanza experimental es de suma importancia en el aprendizaje significativo entendido como el aprendizaje donde el estudiante relaciona lo que se sabe (conocimientos previos) con lo nuevo a aprender (nueva información) para profundizar, establecer vínculos, reflexionar sobre lo nuevo aprendido y aplicarlo a nuevas situaciones. Otro papel importante del trabajo experimental es el fomentar la interactividad y la participación de los alumnos, propiciando que adquieran no solo conocimientos, sino destrezas, hábitos y actitudes.

Tal y como lo han declarado investigadores como: Tamir y García, (1992), Hofstein y Lunetta (1982), “los laboratorios tiene un fuerte potencial porque el alumno elabora y comprueba hipótesis y puede planear y realizar experimentos”; porque facilitan la comprensión de conceptos que en ocasiones son muy abstractos; porque ofrecen a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades importantes como son la manipulación de instrumentos y equipos, la organización del trabajo en equipo así como la comunicación de los datos y las conclusiones a las que llegan; el trabajo experimental también favorece la adquisición de

habilidades para la solución de problemas desde la acción; es decir, desde el *aprender a hacer.*

El trabajo experimental permite al estudiante a aprender a observar los fenómenos, a identificar las variables más importantes que intervienen en el fenómeno dado y mediante la aplicación de los conocimientos previos y un proceso deductivo aprender a hacer una predicción sobre la relación que pueden guardar las variables relevantes en un proceso.

IMPORTANCIA DE LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES EN INGENIERÍA QUÍMICA.

La Ingeniería Química tiene que ver con la aplicación y generación de conocimientos para crear, mejorar, optimizar o innovar procesos en un entorno sustentable y sobretodo para que sean eficaces y eficientes; esto se logra, en gran parte, con la solución de problemas apoyada en el sustento científico correspondiente.

Investigadores como (Gil, Martínez Torregrosa y Ramírez 1992), entre otros, proponen como estrategia de enseñanza la resolución de problemas abiertos que requieran del análisis cualitativo y cuantitativo de una situación. Pero esta propuesta parte de la consideración de desbloquear la enseñanza habitual acerca de la solución de problemas y sus limitaciones considerada dentro del marco de un operativismo mecánico, abstracto, carente de significado con que se abordan habitualmente los problemas, este operativismo que poco puede contribuir a un aprendizaje significativo sobre todo, apuntan estos investigadores, el planteamiento de problemas que no permiten romper con visiones confusas y que mas bien, favorecen su afianzamiento ya que se llega a resultados correctos y los “problemas" son explicados como algo que se sabe hacer, como algo cuya solución se conoce que no genera dudas ni exige tentativas: el profesor conoce la situación -para él no es un problema – la solución del problema se realiza linealmente, "con toda claridad"; los alumnos aprenden la solución y la repiten ante situaciones idénticas, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier pequeño cambio les supone dificultades insuperables provocando el abandono y la simple copia. En resumen, puntualizan: “los problemas, en vez de ser ocasión privilegiada para construir y profundizar los conocimientos, se convierten en refuerzo de errores conceptuales y metodológicos”.

Otro aspecto problemático que señalan los investigadores es la inclusión de los datos en el enunciado que induce “hacia el manejo de determinadas magnitudes sin que ello responda a una reflexión cualitativa ni a las subsiguientes hipótesis. De este modo, al resolver un problema, el alumno se aboca a buscar aquellas ecuaciones que pongan en relación los datos e

incógnitas proporcionados en el enunciado, cayendo nuevamente en un puro operativismo".

Un enunciado sin datos, se señala, ¿no será algo excesivamente ambiguo frente a lo cual los alumnos acaben extraviándose? Ahora bien, estos investigadores plantean otros cuestionamientos: la ambigüedad, o las situaciones abiertas, ¿no son acaso una característica esencial de las situaciones genuinamente problemáticas? ¿Y no es también una de las tareas fundamentales del trabajo científico acotar los problemas abiertos e imponer condiciones simplificatorias? ¿Qué no el conocimiento científico requiere de un trabajo de indagación?

El término indagación se empezó a aplicar a la educación científica por Joseph Schwab (1969) cuando observó que el conocimiento científico cambiaba rápidamente. Schwab argumentó en contra de enseñar hechos científicos y, en su lugar, propuso que los profesores involucraran a los estudiantes con problemas que los motivaran a aprender sobre fenómenos naturales mediante la indagación y que, al mismo tiempo, aprendieran algo sobre las fortalezas y debilidades de los procesos de indagación científica. El desarrolló un esquema para describir el grado de indagación (inquiry approach) en un laboratorio de biología. En el nivel más alto de indagación el estudiante confronta el fenómeno directamente, sin guía. Y en el otro extremo del espectro el estudiante experimenta bajos niveles de indagación o ninguno cuando en un experimento se le propone un problema, la metodología a seguir y la solución. Posteriormente Herrón en 1971 perfeccionó la escala que ahora se sigue utilizando (Singer y Hilton, 2005).

Tabla 1 Nivel de indagación de los trabajos prácticos propuesta por Schwab y Herron (Singer et al, 2005).

NIVEL	PROBLEMA	DESARROLLO	RESPUESTA
0	Definido	Definido	Definida
1	Definido	Definido	Abierta
2	Definido	Abierto	Abierta
3	Abierto	Abierto	Abierta

Así, por ejemplo, una actividad experimental en el nivel mas bajo 0 de indagación contiene una pregunta planteada, un método para resolverla y una respuesta a la misma. En el nivel 1 se proporciona la pregunta y el método y el alumno busca el resultado. En el nivel 2 se plantea la pregunta y el alumno debe encontrar el método y la respuesta. Y como se observa en el nivel 3 no se proporciona ningún elemento.

La relación entre el trabajo experimental y la indagación, pensamos propicia; un alejamiento a continuar con "instrucciones dadas" en los guiones. Un pensamiento intuitivo lleva inicialmente a la indagación y a la construcción de hipótesis como aspecto clave del trabajo científico y de la solución de un problema. Es permitirle enfrentarse a situaciones desconocidas que exigen tentativas iniciales.(Gil y col, 1992)

FLUJO DE FLUIDOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA QUÍMICA.

La asignatura Laboratorio de Ingeniería Química II la estudian, en el sexto semestre, un promedio de 100 estudiantes de la carrera de ingeniería química en nuestra facultad. En este laboratorio se han construido, ex profeso, aparatos y equipos en los que se pueden efectuar experimentos que aclaren los conceptos vertidos en las clases teóricas. A diferencia de una educación tradicional donde se atribuye al experimento la función de confirmar o refutar hipótesis, conceptos, principios, etc., en este laboratorio, desde hace aproximadamente 10 años, se ha pensado que es importante que el alumno elabore, mediante la experimentación, modelos que representan diversos fenómenos del tema. En la actualidad, en algunos experimentos, se les solicita, como problema, que desarrollen un modelo matemático para alguno de los fenómenos bajo estudio y se les proporciona un guión que contiene el desarrollo experimental y una serie de preguntas que los guían a la solución del problema.

Estamos trabajando en una propuesta nueva donde, para una sesión típica, no se les proporciona ni algún procedimiento experimental ni guía para obtener el modelo matemático. Sólo se les oriente sobre el equipo disponible y las medidas de seguridad. Pensamos que el indicarles el equipo a emplear es suficiente para los estudiantes puedan: a) identificar las variables involucradas, b) proponer las mediciones a realizar, c) que realicen las mediciones, d) que analicen y transformen sus resultados experimentales, e) que representen sus resultados en otros formatos, como tablas o gráficas, f) que interpreten estas representaciones, y f) que realice un análisis matemático para establecer las relaciones existentes entre dos o mas variables, i. e. que encuentre el modelo matemático.

TRABAJO EXPERIMENTAL PROPUESTO.

Mostrar que en el cálculo de los caudales que pueden viajar por una tubería existe una dependencia multifuncional de las variables que intervienen. Que esta dependencia puede caracterizarse mediante ecuaciones de potencia.

Uno de los problemas fundamentales en la ciencia de los fluidos es el de encontrar las variables fundamentales que intervienen en el cálculo de los caudales que pueden viajar por una tubería. Los parámetros de diseño

en ingeniería, a menudo, dependen de muchas variables independientes. Con frecuencia, esta dependencia funcional se caracteriza mejor con ecuaciones de potencia multivariables.

En el laboratorio de ingeniería química de la UNAM, en la Ciudad de México, se cuenta con un sistema semejante al mostrado en la siguiente figura, en el que los estudiantes pueden efectuar diferentes experimentos.

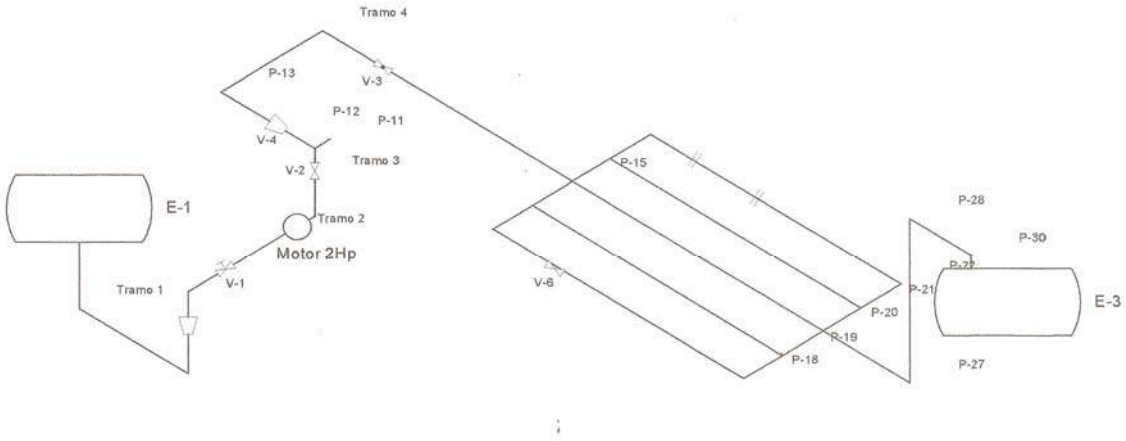


Figura 1

En dicho sistema, por el que circula agua, los variables que se pueden manejar son: los diámetros de las tuberías, la altura de líquido en los tanques y por ello el caudal de líquido que viaja por las conducciones.

ESQUEMA DEL PROFESOR SOBRE RESULTADOS ESPERADOS.

La relación entre estas variables podría ponerse como una ecuación empírica en forma potencial. La ecuación de potencias que podría explicar el flujo sería:

$$Ca = a_o D^{a_1} S^{a_2} \qquad (1)$$

En donde Ca es el caudal o flujo volumétrico (en metros cúbicos por segundo),

S es la pendiente (en metros /metro),

D es el diámetro del tubo (en metros) y

a_0, a_1, y a_2 son coeficientes.

Para encontrar la relación entre esas los estudiantes podrían efectuar una serie de experimentos tal como los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2

Experimento	Diámetro en m	Pendiente en m/m	Caudal en m^3/s
1	0.305	0.001	0.039722
2	0.61	0.001	0.235493
3	0.915	0.001	0.686618
4	0.305	0.01	0.133351
5	0.610	0.01	0.819969
6	0.915	0.01	2.3833
7	0.305	0.05	0.314936
8	0.610	0.05	1.929338
9	0.915	0.05	5.674525

CÁLCULOS

Una regresión lineal múltiple de datos transformados mediante logaritmos proporciona un medio para evaluar tales relaciones

Extrayendo logaritmos a la ecuación (1) tendremos:

$$\ln Ca = \ln a_0 + a_1 \ln D + a_2 \ln S \qquad (2)$$

Usando los logaritmos de los datos experimentales se genera la tabla 3:

Tabla 3

logCa	logD	logS
-3.225858	-1.187444	-6.907755
-1.446075	-0.494296	-6.907755
-0.3759783	-0.088831	-6.907755
-2.014768	-1.187444	-4.60517
-0.198489	-0.494296	-4.60517
0.868486	-0.088831	-4.60517
-1.155385	-1.187444	-2.995732
0.6571778	-0.494296	-2.995732
1.7359879	-0.088831	-2.995732

Aplicando los datos de la Tabla 3 a la ecuación (2) se obtiene el siguiente listado de ecuaciones:

Tabla 4

$-3.225858 = \ln a_0 - 1.187444\, a_1 - 6.907755\, a_2$

$-1.446075 = \ln a_0 - 0.494296\, a_1 - 6.907755\, a_2$

$-0.3759783 = \ln a_0 - 0.088831\, a_1 - 6.907755\, a_2$

$-2.014768 = \ln a_0 - 1.187444\, a_1 - 4.60517\, a_2$

$-0.198489 = \ln a_0 - 0.494296\, a_1 - 4.60517\, a_2$

$0.868486 = \ln a_0 - 0.088831\, a_1 - 4.60517\, a_2$

$-1.155385 = \ln a_0 - 1.187444\, a_1 - 2.995732\, a_2$

$0.6571778 = \ln a_0 - 0.494296\, a_1 - 2.995732\, a_2$

$1.7359879 = \ln a_0 - 0.088831\, a_1 - 2.995732\, a_2$

Este sistema se puede resolver por eliminación gausiana para obtener:

$\ln a_0 = 3.6$; $a_1 = 2.64$; $a_2 = 0.54$, por lo tanto $a_o = 36.6$

Y entonces

$$Ca = 36.6\, D^{2.64}\, S^{0.54} \qquad (3)$$

Esta ecuación empírica se puede usar para predecir el flujo de agua a través de las tuberías dando una pendiente y un diámetro...

Ejemplo:

Si D = 0.305 m y S = 0.01 m / m

Entonces

$$Ca = 36.6(0.305)^{2.64}(0.01)^{0.54} = 0.1324\frac{m^3}{s}$$

Se debe notar además que la ecuación se puede usar para otros propósitos además de calcular gastos. Por ejemplo, la pendiente se puede poner en función de las pérdidas de fricción $\frac{\sum F}{M}$ y la longitud del tubo L.

$$\text{Por lo que } S = \frac{\frac{\sum F}{M}}{L} \qquad (4).$$

Si esta relación se sustituye en (3) y se resuelve para S se obtiene que:

$$\frac{\sum F}{M} = \frac{L}{780.6} Ca^{1.85} D^{-4.888} \qquad (5)$$

Esta relación se conoce en hidráulica con el nombre de la ecuación de Hazen–Williams (Valiente, 1998), esta ecuación se presenta tal cual en las

clases de teoría. Pero creemos que si el estudiante realiza los experimentos y la deduce tendrá mas significado obtener un modelo empírico que la solución operativa de aplicar la ecuación como la de Hazen–Williams.

Como producto de su trabajo se les solicita un informe claro y conciso del procedimiento experimental realizado, del tratamiento de datos y de los resultados obtenidos. A pesar de que problemas planteados a los estudiantes no tienen la complejidad de aquellos a los que se enfrentarán más adelante en su vida profesional, consideramos que el análisis cuidadoso de un problema complejo los conduce a la separación de éste en un conjunto de problemas sencillos. Es decir, estamos fomentando la habilidad de solución de problemas que es la base de su formación profesional.

CONCLUSIONES

Tradicionalmente se atribuye al experimento la función de confirmar o refutar hipótesis. Cuando un científico entra en un laboratorio tienen ya muchos modelos en la cabeza que no necesariamente determinan, pero si forman parte de los principios que nos permiten comprender nuestras acciones. La situación puede ser distinta con los estudiantes, ya que en ellos o apenas hay un modelo o no posee modelo alguno en la cabeza. La consecuencia es que para un científico o un estudiante es fundamental ir a los laboratorios y ver lo que efectivamente sucede en ellos, sólo así podrá captar lo que es un experimento, sus alcances y limitaciones. De acuerdo con David Ausubel (1983), el aprendizaje significativo se propicia cuando el material de estudio es potencialmente significativo. Los experimentos bien seleccionados cumplen con este objetivo además de que sirven de base para que la nueva información adquiera significado para el alumno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1983) . *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo.* 2ª. Ed. Trillas . México

ESTANY, A. (2007). *Innovación tecnológica y tradiciones experimentales* Revista Ciencia -octubre –diciembre .Pág. 34

GIL-PÉREZ, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. y SENENT, F. (1988). *El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos*. Enseñanza de las Ciencias, 6 (2), 131-146.

GIL-PÉREZ, D., MARTINEZ TORREGROSA, J. y RAMIREZ , L. (1992). *La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: Elaboración de un*

modelo alternativo. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 6, 73-85.

GUTIÉRREZ, C. (1986). ARANZETA- *Introducción a la metodología experimental*. México: Limusa.

HOFSTEIN, A. y LUNETTA, V.N. (1982). *The role of laboratory in science education part II*. The Science School Review, 52, pp. 201-217.

PÉREZ, F. (2003) *La enseñanza experimental México*: Facultad de Ingeniería, UNAM

RIVERO, H y ROSAS L. (1982). *El método científico aplicado a las ciencias experimentales*. México: Trillas.

SCHWAB, JOSEPH. (1969), *College Currículum and Student Prot*est. Chicago. University of Chicago Press.

TAMIR, P. y GARCÍA ROVIRA, M. (1992). *Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña*. Enseñanza de las Ciencias, 10(1), pp. 3-12.

SINGER, S. Y HILTON, M. (2005). *America's lab report: Investigations in high school science.* Washington: National Academy Press., Schweingruber Editores

VALIENTE, A. (1998). *Problemas de flujo de fluidos*. México: Limusa.

INFLUENCIA DE LOS ENTORNOS INTEGRADORES Y CONTEXTUALIZADOS DE APRENDIZAJE EN EL PESAMIENTO CRITICO, ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ACADEMICO EN UN CURSO DE FISICA

Iván R. Sánchez Soto

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad del Bìo Bìo, concepción, Chile

RESUMEN:

El presente trabajo, tiene por finalidad compartir las implicancias didácticas de una propuesta metodológica activa, basada en resolución de problemas por investigación y sus efectos en el: rendimiento académico, pensamiento crítico y estrategias de aprendizaje como indicador de aprendizaje significativo. El punto de partida es la presentación de un problema integrador de contenido, que es un desafió a resolver a lo largo del semestre. Este sirve de columna vertebral para desarrollar y abordar el programa de la asignatura, bajo un prisma constructivista. A partir del problema integrador se desprenden una serie de problema mas acotados entramados entre si, que son abordados a lo largo del semestre a través de un programa de actividades la solución de los problemas más acotados y actividades de aprendizaje que se resuelven en la clase ayudan a resolver el problema integrador. Esta experiencia ha sido aplicada durante tres semestres con excelentes resultados lo que lleva a mejorar la taza de retención de alumnos en la asignatura.

PALABRAS CLAVE: Problemas, Aprendizaje Significativo, Constructivismo, rendimiento académico, pensamiento crítico.

ABSTRACT:

The present work, has by purpose of sharing the didactic implicancias of an active methodologic proposal, cradle in resolution of problems and its effects in: academic yield, critical thought and strategies of learning like indicator of significant learning. The departure point is the presentation of the integrating problem of content, that is defied to solve throughout the semester. This it serves as spine to develop and to approach the program of the subjet, under a Constructivism prism. From the integrating problem they come off a series problem but fugitives built the framework for between if, that is boarded throughout the semester through a program of activities the integrating problem is solved more from the solution of the limited problems and activities of learning who are solved in the class. The surveyed students showed positive changes in the examined variables as well as in their satisfaction and motivation level, and in their commitment to learning.

KEYWORDS: Problems solving, meaningful learning, learning strategies, yield, critical thought.

INTRODUCCIÓN.

Actualmente, profesorado y estudiantes de la universidad están insertos en transformaciones del sistema educativo que encuentra centrado en la enseñanza y evoluciona hacia un estado centrado en la construcción del conocimiento, es decir, en el constructivismo como medio para alcanzar el aprendizaje significativo. Para Sánchez y Ramis (2004) este proceso es interactivo y se sustenta en los siguientes principios a) mayor implicancia y autonomía del estudiante; b) Utilización de metodología más activas que lleven a trabajar en equipo, seminarios, etc. C) el docente debe ser un agente creador de escenarios de aprendizaje que estimulen a los alumnos.

El sector Industrial de nuestra región y del País se queja constantemente de que las competencias y habilidades de los nuevos ingenieros que se insertan en el mundo laboral no son suficiente y tampoco son capaces de satisfacer los desafíos de puestos de trabajos de gran exigencias (Sánchez, 2007).

En respuesta a estas exigencias y razones se cree necesario elaborar una propuesta para innovar en el proceso de enseñar y aprender, acercando, el sector de las industrial a la clase, lo que se realiza a través de un proceso de enseñar y aprender a través de un problema integrador y contextualizados (la Industria). Este gran problema se subdivide en una secuencia de problemas más reales y acotados de lo cotidiano, esto implica que los contenidos de las asignaturas Física se aprenden a partir de entornos de aprendizaje acerca de lo que sucede en una empresa, por ejemplo: a) un la Montaña Rusa, b) Central Hidroeléctricas, c) Compañía Acero del Pacifico. (CAP), d) Refinería de Petróleo (ENAP), etc. Estas industrias de la VIII región del Bío Bío, Chile, sirven de escenarios de aprendizaje o problemas contextualizados que permite abordar todos los contenidos del curso de Física I.

A través de esta forma de trabajar en el aula se pretende desarrollar en los alumnos de ingeniería las habilidades: comunicación; pensamiento crítico estrategias de aprendizaje, aprendizaje continuo y colaboración que se manifieste en una relación sistémica entre universidad y empresa (Sánchez, 2007).

Se cree que esta propuesta responde más a las necesidades del mundo del trabajo, al contexto social y a las propias características de los estudiantes. El punto de inicio de la propuesta para el aprendizaje significativo comprende el diseño y aplicación de problemas uno integrador contextualizados que sirve de pilar o eje conductor de la asignatura los otros son una secuencia jerárquica de problemas más

acotados para abordar los contenidos del programa, a demás se incluyen actividades de aprendizaje (AA) que ayudan a resolver los problema y van desde la exploración de ideas previas a la transferencia de contenido, en cada problema, lo que permite asegurar que todos lo alumnos están aprendiendo bajo una propuesta constructivista.

ANTECEDENTES TEÓRICOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS (R.P)

Resolver problemas y ejercicios constituye una actividad de aprendizaje en la propuesta constructivista de resolución de problemas por lo que se considera importante revisar sus avances y sus fundamentos teóricos. Actualmente, es uno de los ejes sobre los que se centra la evaluación en los cursos de Física de los distintos niveles del sistema educativo. Los resultados alcanzados por los estudiantes en esta actividad se utilizan como elementos para inferir juicios acerca de sus conocimientos conceptuales, de los procedimientos y estrategias utilizados para dar respuestas a la situación. En este sentido, abundante investigación (Gil D. et al. 1988) da cuenta de las dificultades que tienen los estudiantes al abordar esta tarea, lo cual pone de manifiesto la necesidad de comprender mejor los procesos implicados en la resolución de problemas (R.P) y diseñar adecuados espacios de instrucción.

Muchos libros de texto dedican una fracción significativa de su espacio a problemas y ejercicios y existen bastantes manuales especializados e incluso colecciones y series editoriales dedicadas íntegramente a la R.P en diversas áreas. Además, la R.P es uno de los instrumentos de evaluación más utilizados en nuestras aulas, en certamen y exámenes realizados a los alumnos. En las universidades aun es común que las clases de solución de ejercicios (prácticas o ayudantías) y trabajos prácticos (Laboratorios) se impartan separadas de las clases de teoría incluso en muchas universidades a cargo de profesores diferentes.

En los libros de textos, en general, resolver un problema, significa "dar con la fórmula adecuada", probablemente enmarcada en rojo en el libro de texto. Poco importa el porqué de dicha fórmula; importa menos su campo de aplicabilidad y muchísimo menos el sentido, ya de la misma fórmula, ya del resultado de aplicarla, sobre todo si este último se ha obtenido con calculadora, infalible por definición (Martínez, 2000).

Una ventaja del uso de problemas que incluyen actividades de aprendizaje y la investigación es que con ello se consigue que la actuación de los alumnos se parezca más a la de los científicos (Gil, 1993) y se les aleja de enfoques basados en el puro mecanicismo y en la “metodología de la superficialidad” (Gil, Martínez y Senent, 1988). Además, se facilita el cambio conceptual como demuestran diversas investigaciones que han

encontrado cambios positivos en la metodología que utilizan los alumnos (Gil et al., 1988; Martínez y Varela, 1996; Ramírez et al., 1994).

Está línea de trabajo en el aula es una propuesta muy relevante en la enseñanza de las ciencias y ha sido aplicada por diferentes grupos de investigación como por ejemplo, (Gil y Martínez 1987; Garret, 1998; Perales, 1993; Escudero, 1995; Varela y Martínez 1997; Escudero y Moreira, 1999; Martínez et al., 1999, Martínez, 2000; Buteler et al., 2001) en los diferentes niveles educativos. El modelo esta fundamentado con la comparación como resuelven los científicos los problemas que se presentan en sus labores y el procedimiento que se debe utilizar dentro de aula en las clases de física para que los alumnos aprendan a resolver problemas abiertos.

Gil et al. (1999); presenta y explica estas estrategias y las de enseñanza para un aprendizaje como investigación dirigida en más detalles. Los problemas que se presentan en este apartado tienen un carácter de abierto y su resolución se plantea como una actividad investigación guiada por el profesor y fundamentada en la visión constructivista del aprendizaje (Gil y Martínez, 1983). Donde el papel del docente consiste en orientar y facilitar el trabajo de los alumnos, proporcionar el apoyo teórico - práctico y promover el intercambio de ideas entre los grupos de trabajo.

PROPUESTA CONSTRUCTIVISTA DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO A TRAVÉS DE PROBLEMAS

La propuesta para el aprendizaje significativo a partir de resolución de problemas como investigación, muestra que el proceso de aprendizaje tradicional se invierte al trabajar con problemas, mientras tradicionalmente se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la solución de ejercicios, en el caso del la propuesta primero se presenta un problema, se identifican las ideas previas, los contenidos a trabajar en el curso, las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema, por medio de la resolución de una secuencia de problemas más pequeños que lleva a la solución del gran problema (Sánchez, 2007).

La innovación en está propuesta implica cambiar el papel de alumno y el docente, el primero se vuelve más activo y responsable de su propio aprendizaje, resolviendo los problemas el docente crea instancias de aprendizaje y de interacción en el aula, el alumno a través de la búsqueda de información, investigación, solución de actividades de aprendizaje, solución de ejercicios con uso del calculo diferencial, va adquiriendo el conocimiento. Estas actividades son trabajadas en equipo y de forma individual, abordando los contenidos del curso a partir de estas situaciones para así aprender en la clase de física, conceptos (saber),

procedimientos (Saber hacer), actitudes (saber ser), Leyes y principios propios de la física, que lleven "adquirir un aprendizaje significativo para el desarrollo de estrategias de aprendizaje profundas y elaborativas dentro del programa del curso" (Sánchez. 2001).

Dentro de la propuesta los alumnos van integrando una metodología propia para la adquisición de conocimiento y aprenden sobre su propio proceso de aprendizaje. Los conocimientos son introducidos en directa relación con el problema y no de manera aislada o fragmentada. En la propuesta los alumnos pueden observar su avance en sus conocimientos y habilidades, tomando conciencia de su propio desempeño.

Por otra parte, la enseñanza de la Física tiene la particularidad de requerir el empleo de las operaciones mentales de mayor complejidad. Es decir, la apropiación de los conocimientos debe evidenciarse mediante procedimientos tales como la R.P. (Sánchez, 2004). Algunos autores conciben la R.P. como un proceso que reproduce procedimientos de la investigación científica (Gil et al., 1999). "El éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan al problema en sí, al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución" (Perales, 2000). Estas técnicas con sus limitaciones, constituyen una aproximación al trabajo científico, promoviendo la relación de conceptos con alguna de sus aplicaciones prácticas y también a transferir los conocimientos a lo cotidiano.

METODOLOGÍA I DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el transcurso del los tres últimos semestre y en particular este semestre lectivo, dos grupos de alumnos de las carreras de Ingeniería, de la Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile. Que cursan la asignaturas de física general I. reciben una intervención pedagógica de aula distinta en los mismos contenidos, estas son: experimental N.º1 (Resolución de problemas con uso de calculo diferencial), y la metodología tradicional.

Para llevar a cabo la investigación, se diseña y elabora una propuestas metodológica para enseñar y aprender (E-A) a través de entornos de aprendizaje significativo, esto es, resolución de un problema integrador y una serie de problemas más acotados en contenidos que incluyen actividades de aprendizaje a trabajar en grupo y de forma, individual en el aula. La propuesta a trabajar en base a problemas, se aplica en las unidades programáticas de Cinemática y Dinámica, en carreras de Ingeniería, de la Universidad del Bío Bío.

Las unidades programáticas son trabajadas simultáneamente en el grupo experimental y control, por docentes diferentes abordando los mismos contenidos, con igual secuencia. Debido al uso indiscriminado de formula matemáticas en los libros de textos universitarios y en las clases dictadas

actualmente en la mayoría de las aulas universitarias en estos contenidos, es que se plantea, en este trabajo, usar las herramientas matemática conocidas del calculo diferencial (derivación e integración) para obtener las expresiones que permiten interpretar y describir los fenómeno físico en estudio.

Para el grupo experimental N.º1, (trabajo con problemas contextualizados por investigación y uso de calculo diferencial) se diseña y elaboro material escrito para trabajar en el aula, con base en problemas a resolver como investigación. El problema integrador y los problemas más acotados son diseñado a partir de una situación o noticia de la industria a usar como problema que se acerca al mundo real, este problema debe ser lo más integrador de contenido, a partir del el se reconocen los contenidos a tratar en el curso, y se diseñan nuevos problemas más acotados o específicos entramados dentro del gran problema

Los problemas acotados o más específicos son presentados en secuencia para lograr abarcar la mayor cantidad de contenidos del programa del curso. El abordaje de estos problemas implica identificar las ideas previas y los contenidos a investigar para asignar a alumnos. Además se debe tener presente la resolución de actividades de aprendizaje para la apropiación de los contenidos, que permita resolver el problema integrador.

La comparación se realiza entre los dos grupos sometidos a la investigación, el Grupo Experimental N.º1 con (ASARPIC). El rendimiento académico inicial de los grupos se mide a través de un Test de conocimientos previos aplicado a los tres grupos. Los resultados obtenidos en cada grupo se compararan con los resultados del otro grupo paralelo Control, en el cual se trabajan en forma tradicional los mismos contenidos.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

1) Pauta de evaluación acerca del uso de cálculo diferencial en libros de texto de Física I, se realiza a través de: análisis de contenidos a través de pautas elaborada para evaluar el uso del cálculo diferencial en: los contenidos de cinemática.

2) Rendimiento académico: Se aplica, Test de conocimientos previos, Test de contenidos y certámenes de carácter forma.

3) Las estrategias de aprendizaje se mide a través del Inventario de R. Schmeck, formado por 55 enunciados distribuidos en factores. (Alvarado. et al. 2000; Sánchez, 2001)

4) Aprendizaje significativo, Se mide a través de los resultados de los factores de procesamiento profundo y elaborativo alto de la

información, como también del análisis de resolución de problemas en situaciones nuevas.

METODOLOGÍA DE AULA

En la propuesta, los contenidos del curso, se abordan a partir de un problema abierto, integrador a resolver, que luego se divide en pequeños problemas para abordar los diferentes contenidos la solución de cada uno de ellos lleva a la solución del problema integrador de contenido.

Lo contenidos de la asignatura son trabajados por medio de pequeños problemas contextualizado la solución de estos problemas más especifico lleva a comprender y resolver el problema general, profundizando en los contenidos del curso que son necesarios para su resolución. Por otra parte, esta manera de abordar la clase permite mostrar la jerarquía de los contenidos (General a lo particular) y por otra parte, eliminar la fragmentación de los contenidos a través de la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora.

A partir del problema integrador, en este caso el diseño y construcción de una montaña rusa, producción de electricidad en una central eléctrica, refinería de Petróleo ENAP, etc. se logra establecer la siguiente secuencia de contenidos a trabajar dentro del programa del curso de Física I: Los parámetros de cinemática; Tipos de Movimiento (En línea recta horizontal y vertical, en dos dimensiones lanzamiento de proyectiles y Movimiento circular); Cantidad de movimiento, impulso y Leyes de Newton y sus aplicaciones; Fuerzas centrales; Conservación de la energía; Trabajo y energía; Principios de Conservación del momento lineal y la energía.

Secuencia para abordar los problemas acotados y contenidos.

Una vez establecida la secuencia de contenidos para la clase, se debe crean los escenarios de aprendizaje por contenidos ya identificados y que son específicos; a través de estos problemas más acotados, se establece la secuencia jerárquica, que lleva a la solución del problema abarcador (Sánchez, 2006), estos entornos son:

a) *Iniciándose en ala resolución de problemas, Presentación Problema.* (Informe N.º1)

b) *Problema N.º1, Sistema de referencia y los Parámetros Físicos involucrados.*

c) *Problema N.º2, Tipos de movimientos.*

d) *Problemas N.º3, Movimiento en dos dimensiones.*

e) *Problema N.º4,, Movimiento circular.* (Informe N.º2)

f) *Problema N.º5. momento lineal e impulso.*

g) *Problema N.º6, Fuerza, leyes de Newton.*

h) *Problema N.º7, Trabajo, Potencia y Energía.*

i) *Problema N.º8, Principios de Conservación: de la energía y cantidad de movimiento.* (Informe Final)

La solución de estos problemas más específicos y de menor cantidad de contenidos, y la integración que realiza el alumno ayuda a alcanzar la solución del problema abarcador, lo que permite profundizar en los contenidos del curso que son necesarios para su resolución. Por otra parte, esta manera de abordar la clase permite mostrar la jerarquía de los contenidos (del todo a las partes) y eliminar su fragmentación, lo que favorece los procesos de reconciliación integradora y diferenciación progresiva.

Para alcanzar la solución de cada problema propuesto y lograr la interacción entre el nuevo conocimiento y el previo, es decir, aprendizaje significativo de los contenidos, se debe seguir el siguiente programa de actividades:

a) Presentación del Problema.

b) Identificación de conocimientos previos.

c) Puesta en común de los conocimientos previos.

d) Identificación y asignación del contenido a investigar por los alumnos.

e) Investigación de contenidos asignados en forma individual.

f) Trabajo colaborativo, compartiendo significado de contenido investigado.

La influencia de los problemas contextualizados a resolver por investigación y las actividades de aprendizaje, en el rendimiento académico, estrategias de aprendizaje y condiciones para el aprendizaje significativo se compartirá en la presentación del trabajo en el encuentro

AVANCES DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Los estudiantes de ingeniería que han participado en esta propuesta se muestran motivados y opinan favorablemente acerca de la metodología de trabajo de aula, y se observan cambios significativos a mostrar en la ponencia.

La propuesta en la actualidad puede ser utilizada en muy diversas áreas del conocimiento en la educación superior. En un curso centrado sólo en la transmisión tradicional del contenido, el alumno es un sujeto pasivo del grupo que sólo recibe la información por medio de lecturas y de la exposición del profesor y en algunos casos de sus compañeros. Ante esto que aún es vigente, en buena medida, en las universidades surge esta

propuesta. Allí, es el alumno quien busca la información necesaria para resolver los problemas que se le plantean, adquiriendo un aprendizaje significativo a partir de las diferentes áreas de conocimiento.

El método tiene implícito en su dinámica de trabajo el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que permiten la mejora personal y profesional del alumno. También puede ser usado como un método general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional o bien ser implementado como un método de trabajo a lo largo de un curso específico, e incluso como una técnica didáctica aplicada para la revisión de ciertos objetivos de aprendizaje de un curso.

Por medio de esta propuesta de aprendizaje se desarrollar además en el alumno habilidades cognitivas y de comunicación de la información, por medio de la:

1) *La elaboración de un informe en grupo de los contenidos investigados y problemas asignados por el profesor (resueltos).*
2) *Preparación de un cartel para exponer al grupo curso los resultados obtenidos previa investigación.*

BIBLIOGRAFÍA

AUSUBEL, D., NOVAK, J., y HANESIAN, H. (1997). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*: Editorial Trillas: México.

BUTELER, L., GANGOSO, Z., BRINCONES CALVO, I., GONZÁLES MARTÍNEZ, M. (2001). La resolución de problemas en Física y su representación: un estudio en la escuela media. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, V. 19, N. 2, (p. 285-295).

http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21743/21577

ESCUDERO, C. y MOREIRA, M. (1999). La *v* epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (1), (pp.61-68). Barcelona. http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21560/21394

DUMAS-CARRÉ, A. y LARCHER, C. (1987). The stepping stones of learning and evaluation. agísternal *Journal of Science Education,* 9(1), (p.93-104).

GANGOSO, Z, (1999). *Investigaciones en resolución de problemas en ciencias*. Texto de apoyo N.º3, (pp. 83-133). Acta de la I escuela de verano sobre investigación en Enseñanza de las Ciencias, del programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las ciencias. Burgos.

GARRET, R. (1988) Resolución de problemas y creatividad: Implicaciones para el currículum de ciencias. *Enseñanza de las,ciencias* 6(3), (p.224-230).

http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51098/92967

GIL, D., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. y SENENT, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas de Física: Una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias* 6(2), (p.131-146).

http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51079/92749

GIL, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*: ICE Universitat de Barcelona: Barcelona.

GIL, D. y MARTÍNEZ, J. (1987). *La resolución de problemas de física*: Vincens Vives: MEC Madrid.

MOREIRA M. (1999). *La teoría del aprendizaje significativo*: Texto de apoyo N.º3, (pp. 221-251). Actas de la I Escuela de verano sobre investigación en Enseñanza de las Ciencias, del programa SÁNCHEZ, I. (2001). Validación de una metodología basada en actividades de aprendizaje con técnicas creativas para estudiantes universitarios. Revista Journal Of Sciencie Education. Año 2 , V. 2. (p. 86-90). Bogota.

SÁNCHEZ, I, y FLORES, P (2004). Influencia de una metodología activa en el proceso de enseñar y aprender Física. Journal of Sciencie Education, Año 5, *V.2.* (p.77-83). Bogota.

SÁNCHEZ, I, y RAMIS, F. (2004). Aprendizaje significativo en base a problemas. Revista Enfoques Educacionales, (p.101-111). Chillan, Chile.

SÁNCHEZ, I., MOREIRA, M. Y CABALLERO, C. (2005). Aprendizaje significativo a través de resolución de problema en cinemática y dinámica. Enseñanza de las ciencias. Numero Extra, (p.1-10). Barcelona España.

SÁNCHEZ, I. (2007**).** (ASARPIC). Revista panorama Científico: Concurso regular julio 2007. Vol. 21, Santiago de Chile

LA COMBUSTIÓN EN LOS LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN PRIMARIA: ¿AYUDA U OBSTÁCULO PARA EL APRENDIZAJE?

Ángel Blanco* y Amanda Carrasquilla. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga.**

*** Campus de Teatinos s/n. 29071 - Málaga. Telf.: 952132391. Correo electrónico: ablancol@uma.es ** Correo electrónico: amantxu@hotmail.com**

PALABRAS CLAVE: Combustión, aprendizaje, modelos de los estudiantes, libros de texto, educación primaria.

RESUMEN: Se realiza un análisis de cómo presentan los libros de texto de Educación Primaria el fenómeno de la combustión, con el objetivo de averiguar en qué medida favorecen su aprendizaje como reacción química. Los resultados obtenidos muestran que los textos ofrecen una visión de la combustión alejada del modelo de reacción química y más próxima a los modelos alternativos encontrados en los estudios sobre las concepciones de los estudiantes. Se considera necesario modificar sustancialmente el tratamiento de la combustión en los textos de Primaria.

ABSTRACT: An analysis of how the process of combustion is presented in primary textbooks is carried out, in order to ascertain the extent to which favor his apprenticeship as chemical reaction. The obtained results show that different texts offer a vision of combustion far away from the chemical reaction model and closer to the alternative models found in studies about students' conceptions. It is necessary to modify substantially the treatment of combustion in primary education textbooks.

INTRODUCCIÓN

La combustión es uno de los aspectos normalmente presente en los currículos de ciencia de los niveles iniciales (véanse los Reales Decretos 1513/2006 y 1631/2006 por los que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria y Educación Secundaria Obligatoria, respectivamente), por tratarse de un fenómeno con múltiples y diversas manifestaciones en la vida diaria y con una gran repercusión en los seres vivos y en el medio ambiente.

A pesar de ello, la comprensión del concepto de combustión por parte de los estudiantes no es adecuada según diversos estudios realizados sobre sus concepciones acerca de este tema. Uno de los enfoques seguidos en estas investigaciones (Prieto, Blanco y Brero, 2002) ha permitido conocer los modelos que estudiantes ingleses y españoles de 14-15 años utilizaban para dar sentido a la combustión (Prieto, Watson y Dillon, 1992). Estos autores identificaron los tres modelos siguientes:

- Uno llamado “Modificación” (M), consistente en entender la combustión como un cambio reversible de estado físico, color, tamaño, etc. El oxígeno o el aire no son considerados en el proceso y se identifica a la llama/fuego como el agente que produce el cambio.
- Uno más elaborado llamado “Transmutación” (T), que supone la formación irreversible de un producto a expensas del combustible o de la desaparición de éste. La llama es también considerada el agente del cambio y, aunque no contempla la interacción entre el combustible y el oxígeno, asigna a éste el papel de alimento de la llama.
- El modelo de la ciencia escolar denominado “Reacción Química” (RQ), que implica reconocer que la sustancia combustible y el oxígeno del aire interaccionan y forman parte de los productos de la combustión, proceso que es considerado irreversible.

El uso que los estudiantes hacen de estos modelos puso de manifiesto que “T” es un modelo generalizado, es decir, utilizado por todos; que “M” es utilizado por, aproximadamente, la mitad de los estudiantes en casos concretos como la combustión del alcohol y de la cera, y que sólo unos pocos usan el modelo “RQ” de forma consistente.

Watson y Dillon (1996) encontraron, con el paso de la edad y del avance en la instrucción, cierto progreso aunque los modelos utilizados por los estudiantes apenas experimentaban cambios. Los estudiantes mostraban dificultades para explicar cómo se produce la combustión y, particularmente, para explicar el papel del oxígeno. El modelo corpuscular la reacción química destacaba por su ausencia.

En nuestro país se está llevando a cabo otro estudio con el objetivo de analizar el progreso en la comprensión de la combustión, utilizando los modelos anteriormente citados, por parte de estudiantes de 13 - 18 años (Castillejos, Prieto y Blanco, 2005). Una de las conclusiones de este estudio, coincidiendo con Watson y Dillon (1996), es la escasa utilización por parte de los estudiantes del modelo “RQ” para explicar los fenómenos de combustión, a pesar de que muchos de ellos han estudiado química en más de una o dos ocasiones. Paralelamente, llama poderosamente la atención la preponderancia en el uso del modelo “T” y su arraigo en toda la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

Varias hipótesis se contemplan para explicar estos resultados. Podrían ser debidos a las formas de hablar sobre la combustión en la vida diaria y por parte de los medios de comunicación. También podrían ser debidos, sin excluir las anteriores, a las formas en que estos fenómenos se introducen y se presentan por primera vez en la ciencia escolar.

En algunos textos, las presentaciones deformadas o simplificadas de ciertos conceptos pueden conducir a una comprensión errónea de los

mismos por parte del alumnado y, consecuentemente, a la aparición de modelos alejados de los aceptados por la ciencia (Prieto y Blanco, 1997).

Ésta es la hipótesis que se quiere comprobar en el estudio al que corresponde esta comunicación. Para ello, se ha llevado a cabo un análisis de cómo los libros de texto de Educación Primaria presentan el fenómeno de la combustión.

OBJETIVOS

- Describir cómo presentan los libros de texto de Educación Primaria el fenómeno de la combustión.
- Analizar y valorar el tratamiento específico del concepto de "combustión".
- Identificar la presencia, o no, en los textos de Primaria de los modelos de combustión utilizados por los estudiantes de niveles educativos superiores.

METODOLOGÍA

Se ha realizado un análisis del contenido conceptual que aparece en los libros de texto de Educación Primaria acerca de la "combustión". Este fenómeno suele ser tratado, dependiendo de las editoriales, en los libros de texto de Conocimiento del Medio de Segundo y Tercer Ciclo de Educación Primaria (especialmente en 4º, 5º y 6º cursos).

Partiendo del registro de libros de texto aprobados por la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía[1], se han escogido 18 correspondientes a editoriales con gran difusión en las escuelas de nuestra Comunidad Autónoma. De ellos, se han seleccionado 9 textos (véase anexo 1) en los que aparecían contenidos relacionados con la combustión. El estudio realizado consta de tres fases:

PRIMERA FASE: DESCRIPCIÓN DE LA PRESENTACIÓN DE LA COMBUSTIÓN.

Un primer paso ha consistido en realizar un estudio del contenido de cada uno de los libros analizados. Se ha prestado especial atención al contexto (Unidad didáctica y apartado) en que figuraba el concepto de combustión y la extensión dedicada al mismo. En ocasiones, las editoriales no utilizan explícitamente el término combustión, pero hacen referencia a fenómenos en los que se observan llamas, luz, cenizas, etc. En estos casos puede inferirse que el concepto que subyace a dichos procesos es el de combustión y, por tanto, también se han incluido en el análisis (véanse las filas 1,2 y 3 de la tabla 1).

SEGUNDA FASE: ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE COMBUSTIÓN.

[1] Véase http://www.juntadeandalucia.es/educacion.

Con objeto de poder identificar el posible modelo de combustión presente en cada libro se ha descrito, previamente, el concepto de combustión tal como lo presenta. Para ello se ha elaborado un cuestionario que responde a los distintos aspectos (materiales y energéticos) que intervienen en la combustión y que junto con los resultados obtenidos se describen en las filas 4 a 7 de la tabla 1.

Tercera fase: Identificación del modelo de combustión.

A partir del análisis anterior se ha identificado el modelo o los modelos de combustión presentes en cada uno de los libros (fila 8 de la tabla 1). Para ello, se ha partido de los criterios que Prieto, Watson y Dillon (1992) utilizaron para identificar los modelos de combustión de los estudiantes. Cuatro aspectos se muestran clave a la hora de identificar dichos modelos: qué le ocurre al combustible, el papel del oxígeno, el papel del "fuego/llama" y los productos de la reacción.

Resultados

Teniendo en cuenta la hipótesis que guía este estudio y la extensión disponible, nos centraremos en el uso por parte de los textos analizados del modelo "RQ" y los modelos alternativos "M" y "T".

Para esta fase del análisis, sólo se han tenido en cuenta los libros que dedican a la combustión una extensión suficiente como para poder adscribir su discurso a alguno de estos modelos. De esta forma, cinco de los libros revisados (libros 1, 2, 4, 8 y 9) quedaron fuera de este análisis. No obstante, lo poco que tratan está más cerca del modelo "T" en cuanto a la forma de describir lo que le ocurre al combustible. Por ejemplo:

"Sin en vez de calentar un cubito de hielo quemamos un papel, veremos que las cenizas obtenidas tienen una naturaleza diferente a la del papel. Es decir, ha cambiado la sustancia" (pág. 44) (Libro 8)

El modelo "RQ"

Los textos analizados no explicitan ideas concretas sobre todos los criterios utilizados para identificar el modelo "RQ".

Sólo dos libros (nº 5 y 6) hacen referencia a la interacción del oxígeno con el combustible (tabla 1) como condición imprescindible para que tenga lugar la combustión y aluden a aspectos relativos a la conservación de la masa y la materia. Se trata, por tanto, de una descripción del fenómeno que incorpora elementos sustantivos del modelo "RQ". Por ejemplo, en el libro 6 se recoge:

"La combustión es una oxidación muy rápida; el combustible se combina con el oxígeno del aire y, normalmente, se producen llamas". (pág. 77)

"En los cambios químicos la cantidad de masa total no varía. La masa que aparentemente desaparece al quemarse la madera, en realidad sólo se escapa en forma de gas. Si sumamos las masas de las cenizas y del humo que se produce, obtenemos la misma masa de la madera inicial". (pág.76)

Además, los dos libros citados mencionan el término "combustión" e indican que es una reacción química o un cambio químico. A pesar de lo dicho, cuando ambos libros presentan por primera vez el fenómeno de la combustión, unos párrafos o una página antes de definirlo, lo hacen con un lenguaje muy cotidiano, más próximo al modelo "T":

"Por ejemplo, si quemamos un papel (sustancia inicial), obtendremos humo y cenizas (sustancias finales) que son totalmente diferentes al papel original" (pág. 64) (Libro 5).

"Al arder, la madera ha dejado de existir y se ha transformado en otras sustancias las cenizas y el humo" (pág. 76) (Libro 6).

El libro 5 hace además una descripción de la combustión de una vela que permite descartar el modelo "M", muy ligado a este ejemplo:

"Cuando una vela arde, la cera más cercana a la llama se funde, cae y vuelve a solidificarse. La cera arde y forma una llama que da luz y calor y produce humo y cenizas." (pág. 64) (Libro 5).

Teniendo en cuenta estas consideraciones se han catalogados ambos libros como exponentes del modelo "RQ" con reminiscencias del modelo "T" (véase tabla 1).

Los modelos alternativos "M" y "T"

Si consideramos que la ausencia de referencia al oxígeno es una característica distintiva del modelo "M", todos los demás textos considerados en este análisis podrían ser adscritos a él. Paralelamente, ninguno hace referencia al oxígeno como alimento de la llama, que es una de las características del modelo "T".

No obstante, algunos de ellos hacen una descripción de lo que le ocurre al combustible, cercana al modelo "T", como un proceso en el que una sustancia inicial (frecuentemente materiales derivados del carbono como madera, papel, tela, etc.) se transforma en otras sustancias (cenizas, CO_2, vapor de agua…). Por ejemplo:

"El papel al quemarse se transforma en cenizas. El papel y las cenizas son sustancias diferentes. Por tanto, se ha producido una cambio químico" (pág. 76) (Libro 7).

En la página siguiente, al describir los tipos de cambios químicos este mismo libro define la combustión de la siguiente forma:

"La combustión. En ella, la materia arde y se forman otras sustancias, como cenizas y vapor de agua. Por ejemplo, se produce una combustión cuando arde la madera." (pág. 77) (Libro 7)

Se trata de un discurso claramente "transmutador", que se aprecia aún más cuando se compara con la definición que el mismo libro hace de la oxidación:

"La oxidación. Se produce cuando una sustancia se transforma en otra por la acción del oxígeno presente en el aire. El hierro de una llave, por ejemplo, se transforma en óxido de hierro." (pág. 77).

El libro nº 3 también puede vincularse con el modelo "T" ya que su explicación de la combustión encaja en el mismo y, además, es coherente con la que ofrece para la oxidación:

"También se produce un cambio químico cuando una hoja de papel se quema y se convierte en humo y cenizas, o cuando explotan fuegos artificiales." (pág.72)

"...Al arder la tela se transforma en cenizas y en un gas llamado dióxido de carbono." (pág.73)

"Cuando el hierro se oxida se transforma en óxido de hierro, que tiene un color más rojizo que el hierro" (pág.72)

Ambos libros (nº 3 y 7) presentan, pues, una visión de la combustión que hemos catalogado como mezcla de los modelos alternativos "M" y "T".

CONCLUSIONES

Los contenidos sobre combustión son muy escasos en los libros de texto de Educación Primaria. De 18 libros analizados, sólo en la mitad de ellos (de 4º, 5º y 6º cursos) se han encontrado contenidos relacionados con este fenómeno.

Es llamativo que un concepto fundamental para entender una gran variedad de fenómenos (por ejemplo: las propiedades de los materiales, la respiración, la energía calorífica, etc.) y, sobre todo, para comprender que está pasando hoy día en nuestro planeta con el proceso de calentamiento global no merezca un tratamiento más extenso en los primeros niveles educativos.

Otro aspecto importante es el rigor científico de su tratamiento. El análisis realizado muestra que los libros ofrecen una visión alejada del modelo de reacción química y más próxima a los modelos alternativos "M" y "T", encontrados en los estudios sobre las concepciones de los estudiantes. Incluso los pocos libros que ofrecen una visión más próxima al modelo "RQ" la mezclan con formas de hablar propias del modelo "T".

Tomando en consideración los resultados obtenidos, y con la cautela debida a la pequeña muestra de libros analizados, consideramos que la presentación de la combustión en los libros de texto de Primaria no favorece el aprendizaje de este fenómeno como reacción química y puede estar ayudando a consolidar el modelo "T", más cotidiano y cercano a la forma de hablar en la vida diaria.

Creemos necesario un planteamiento nuevo del tratamiento de la combustión en los textos de Educación Primaria. No obviamos la dificultad que tiene esta tarea si tenemos en cuenta las formas de pensar y razonar de los niños y sus dificultades para comprender el carácter material de los gases y, por tanto, su intervención en las reacciones químicas (Prieto y Blanco, 1997). Por otro lado, tampoco puede olvidarse la dificultad que ya supuso para los químicos entender la combustión como un proceso de combinación de una sustancia con el oxígeno (Estany, 1990).

A pesar de estas dificultades, consideramos imprescindible modificar sustancialmente el tratamiento de la combustión en los libros de texto de Primaria debido a la gran influencia en el aprendizaje de las primeras presentaciones escolares de los contenidos científicos y a los modelos que manifiestan los estudiantes de secundaria, alejados de la visión de la combustión como reacción química.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESTANY, A. (1990). *Modelos de cambio científico.* Barcelona: Editorial Crítica.

CASTILLEJOS, R. PRIETO, T. y BLANCO, A. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la comprensión de la combustión. VII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Granada.

PRIETO, T. y BLANCO, A. (1997). *Las concepciones de los alumnos y la investigación en didáctica de las ciencias.* Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga y Centro de Profesores de Málaga.

PRIETO, T., BLANCO, A. y BRERO, V. (2002). *La progresión en el aprendizaje de dominios específicos: una propuesta para la investigación.* Enseñanza de las Ciencias, 20 (1), 3–14.

PRIETO, T., WATSON, R. y DILLON, J. (1992). *Pupils´understanding of combustión.* Research in Science Education, 22, pp. 331–340.

WATSON, R. y DILLON, J. (1996). Progression in pupils´understanding of combustión. Chapter 18 in Welford, G.; Osborne, J. y Scott, P. (eds.). *Research in Science Education in Europe. Current Issues and Themes.*London: The Falmer Press.

Anexo 1

Libros de texto analizados en este estudio y número de referencia con el que aparecen a lo largo del trabajo.

(1) LABARTA, P., MELÉNDEZ, I., ALONSO, J., NAVAS, S., ALIAÑO, J. M., BELLIDO, F. J., GALÁN, F. J. y PÉREZ, J. L. (2006). Conocimiento del Medio (Proyecto “Trotamundos”), 4º Educación Primaria. Madrid: SM.

(2) ECHEVARRÍA, E. (2006). VOCABULARIO. Conocimiento del Medio (Proyecto “Trotamundos”), 4º Educación Primaria. Madrid: SM.

(3) ALZU GOÑI, J. L. y TOMÁS HENAO, J. (2005). Conocimiento del Medio (Proyecto “Un paso más”), 4º Educación Primaria. Madrid: Santillana.

(4) GARCÍA SEBASTIÁN, M., GATELL ARIMONT, C., MARTÍNEZ DE MURGUÍA LARRECHI, Mª. J. y SERRA BUSQUETS, J. (2006). Tierra. Medio Natural, Social y Cultural (Proyecto “El avión de papel”), 4º Educación Primaria. Barcelona: Vicens Vives.

(5) RUANO GÓMEZ, S., GONZÁLEZ GÓMEZ, C., GONZÁLEZ GÓMEZ, T., SANTOS RODERO, Mª. L., DÍEZ CALVO, M. A. y GONZÁLEZ CARRIEDO, P. (2002). Conocimiento del Medio (Proyecto “Ágora”), 5º Educación Primaria. León: Everest.

(6) MELÉNDEZ, I., GARCÍA, M., HERRERO, E. y PRADAS, F. M. (2006). Conocimiento del Medio (Proyecto “Planeta Amigo”), 5º Educación Primaria. Madrid: SM.

(7) ALZU GOÑI, J. L. y TOMÁS HENAO, J. (2006). Conocimiento del Medio (Proyecto “Un paso más”), 5º Educación Primaria. Madrid: Santillana.

(8) GARCÍA SEBASTIÁN, M., GATELL ARIMONT, C., MARTÍNEZ DE MURGUÍA LARRECHI, Mª. J., CASAJUANA BOTINES, R. y CRUELLS MONTLLOR, E. (2007). Tierra. Medio Natural, Social y Cultural (Proyecto “El avión de papel”), 6º Educación Primaria. Barcelona: Vicens Vives.

(9) GÓMEZ, R., VALBUENA, R. y BROTONS, J. R. (2006). Conocimiento del Medio (Proyecto “Deja huella”), 6º Educación Primaria. Toledo: Anaya.

Aspecto analizado	Libro de texto y curso (véase anexo 1)								
	1(4º)	2(4º)	3(4º)	4(4º)	5(5º)	6(5º)	7(5º)	8(6º)	9(6º)
1. ¿EN QUÉ U.D/ TEMA APARECE?	Los materiales y el calor	La materia que nos rodea	Los cambios en la materia	La energía y las máquinas	Cambios químicos en la materia	Cambios químicos en la materia	Los cambios en la materia	La energía produce cambios	La energía y la luz
2. ¿MENCIONA EL TÉRMINO COMBUSTIÓN?	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
3. ¿INDICA QUE ES UNA "RQ"/ "CQ"?	NO	NO	SI "CQ"	NO	SI "RQ" Y "CQ"	SI "CQ"	SI "RQ" Y "CQ"	SI "CQ"	NO
4. COMBUSTIBLE									
4.a. ¿Se menciona?	SI	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI
4.b. ¿Se define?	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	SI
4.c. ¿Cómo se define?	Los materiales que pueden arder se llaman combustibles	Sustancia que arde fácilmente produciendo calor		Materiales que se queman para que nos proporcionen energía en forma calorífica		Los materiales que pueden arder			Es una sustancia que tiene energía calorífica y puede arder

4.d. ¿Qué le ocurre?	Arde y produce llamas	Arde y produce calor	Se convierte en humo y cenizas	Al arder, produce una gran cantidad de calor	Arde al combinarse con el oxígeno del aire y desprende luz y calor (energía)	Se combina con el oxígeno de aire y producen llamas	La materia arde y se forman otras sustancias	Se convierte en cenizas	Al arder el combustible se convierte una parte de su energía en luz
4.e. ¿Qué ejemplos se dan?	Madera, papel y gasolina	Madera y carbón	Papel, cohetes (fuegos artificiales), madera y tela.	Carbón, papel, madera y petróleo	Papel, madera, carbón y petróleo	Madera, papel, alcohol y fuegos artificiales	Papel y madera	Papel	Vela y carbón
5. OXÍGENO									
5.a. ¿Se menciona?	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO
5.b. ¿Qué papel desempeña?	No se indica	No se indica	No se indica	No se indica	Se combina con el combustible	Se combina con el combustible	No se indica	No se indica	No se indica
5.c. ¿Se menciona su interacción con el combustible?	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO
6. CALOR/LLAMA									
6.a. ¿Se mencionan?	Sí	SI	No	Si	SI	Sí	No	NO	Si,
6.b. ¿Cómo aparecen?	Llama	Calor		Energía	Energía	Calor			E. calorífica

6.c. ¿Papel en la combustión?	Efecto	Efecto	No se indica	Efecto	Efecto	Efecto	No se indica	No se indica	Causa
7. PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN									
7.a. ¿Cuáles cita?	Ninguno	Calor	Dióxido de Carbono, luz y cenizas	Calor	Vapor de agua, Luz, calor, humos y cenizas	Luz, calor, humo, ruido y cenizas	Vapor de agua y cenizas	Cenizas	Luz
8. MODELO TEÓRICO	**¿?**	**¿?**	**M/T**	**¿?**	**RQ/T**	**RQ/T**	**M/T**	**¿?**	**¿?**

Tabla 1. Descripción del contexto y del contenido conceptual que sobre la combustión se recoge en los textos de Primaria analizados.

EL APRENDIZAJE DE LA DINÁMICA EN LA ESO EN LA REGIÓN DE MURCIA: ¿ES SÓLO UN PROBLEMA DEL ALUMNADO?

Candelaria Fernández Ramos (IES Juan de la Cierva, Totana) **y Antonio de Pro Bueno** (Universidad de Murcia)

PALABRAS CLAVE: Dinámica. Currículum. Libros de texto. Contenidos. Conocimientos matemáticos.

RESUMEN: El trabajo trata de valorar la adecuación de los contenidos de Dinámica que recoge el currículum de Física y Química de la Región de Murcia en la educación secundaria obligatoria. Para ello, en primer lugar, se identifican los conocimientos recogidos en los programas oficiales. Luego se analiza cómo se han contemplado en los libros de texto más utilizados en esta Comunidad Autónoma. Por último, se estudia la dependencia de los contenidos matemáticos y se discute si la ubicación curricular de estos últimos favorece o condiciona el aprendizaje científico del alumnado.

KEY WORDS: Dinamyc. Currículum. Textbook. Contents. Mathematical contents.

ABSTRACT: The paper tries to assess the adequacy of the contents of dynamics which reflects the curriculum of Physic and Chemistry of the Region of Murcia in compulsory secondary education. To do so, first, identify the contents listed in the official programs. It then analyzes how these have been referred to in the textbooks used in this Region. Finally, we study the dependence of mathematical content and discuss whether the location curriculum of them favours or affects the scientific learning of students

PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

Parece que existe un cierto consenso en que la situación de la enseñanza de las Ciencias –en particular, de la Física y la Química- no atraviesa su mejor momento. La reducción del número de estudiantes que eligen las materias de carácter científico en la ESO (en cuanto se les da la ocasión, huyen…), los recientes resultados en PISA (poco ilusionantes en Ciencias) y el escaso interés social por estos estudios (alejados de lo que hoy atrae realmente a importantes sectores de la sociedad, como la fama o el enriquecimiento rápido) son señales inequívocas de que las cosas no marchan bien.

Ante un panorama tan poco alentador, hemos oído a menudo que el problema estaba en el alumnado: “muchos no quieren estar en la escuela y lo manifiestan en las materias más complejas, como las ciencias”; “los

estudiantes no están acostumbrados a esforzarse y, por ello, todo lo que suponga una mínima dificultad se convierte en un obstáculo insuperable"; "los alumnos pasan de curso sin tener conocimientos para hacerlo; por eso, cuando tratas de enseñarles algo novedoso, no te siguen", etc. En este contexto, y admitiendo que "si uno no quiere aprender, no aprende", creemos que seríamos injustos si todas las culpas recayeran sobre ellos.

En este trabajo nos ocupamos de algunos elementos del currículum de la Región de Murcia (BORM, 2002). Sin duda, los programas oficiales son variables menos importantes que otras (por ejemplo, el profesorado) para comprender o justificar la situación pero desde luego puede favorecer o entorpecer la labor que se desarrolla en las aulas y en los centros. En este sentido, hay un hecho que nos preocupa: en la mayoría de las reformas curriculares de la Educación Secundaria, los programas de las materias se plantean como si tuvieran destinatarios diferentes y como si fueran ámbitos aislados e independientes de conocimiento. Es decir, por un lado, parece que los alumnos de las clases de ciencias no fueran los mismos que también deben estudiar sociales, lengua o matemáticas; y, por otro, da la impresión de que los diseñadores curriculares no han sido capaces de encontrar temáticas interdisciplinares en la formación básica de los ciudadanos, lo que, en sí, ya nos parece un disparate.

Pero, además, priman tanto las disciplinas que no se consideran "dependencias obvias": se utilizan términos que no se han abordado en las clases de ciencias para explicar, por ejemplo, el clima en geografía; se usan representaciones gráficas en algunas materias antes de que se estudien en matemáticas; se pide a los estudiantes que analicen una noticia y no se ha realizado ninguno en lengua… En nuestro trabajo, nos ocuparemos de unas relaciones que creemos que no precisan justificación: las existentes entre los contenidos de física y los de matemáticas.

Por otro lado, como suele ser tradición en nuestro contexto educativo, con la excusa de no dar recetas, no se facilitan ejemplos de unidades didácticas o de materiales que orienten la labor del profesorado. Por ello, el "silencio administrativo" rápidamente se reemplazó por "la voz" de las editoriales, que una vez más marcan lo que debe hacerse en la enseñanza reglada. Esto nos ha obligado a analizar no sólo los documentos oficiales sino la forma en que se han plasmado en los libros de texto.

Queríamos elegir una temática que ocupara un lugar destacado en 4º de la ESO, cuando se plantea al alumnado, por vez primera, la opción de elegir si cursa o no esta materia. Sería lógico pensar que, en estas circunstancias, los contenidos ofrecidos deberían ser atractivos para que el estudiante opte por ellos frente a otras opciones (¿o no?). Nos centramos en la Dinámica (incluyendo la Cinemática): por un lado, es una parte bastante importante de la física, tanto desde el punto de vista científico

como de su potencial formativo; por otro, es la primera vez que aparece en el currículum, por lo que existen menos condicionamientos previos que dificulten nuestro estudio.

PLAN DE TRABAJO

En este trabajo, vamos a aportar ideas y resultados en relación con tres interrogantes:

¿Qué contenidos fija el currículum oficial para la enseñanza de la Dinámica en 4º de la ESO?;

¿Cómo se han concretado en los libros de texto utilizados en nuestra Comunidad Autónoma?;

¿Existe coordinación entre los contenidos de Dinámica y los conocimientos estudiados en las clases de matemáticas?

Respecto al primer interrogante, se trata de un análisis documental, semejante al realizado en otros trabajos (Pro, 2006; 2007; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008). Identificamos los contenidos y criterios de evaluación, y valoramos su grado de innovación, su adecuación a las características de los estudiantes, su idoneidad para la formación de los ciudadanos, etc.

Para el segundo, se han realizado otros estudios (Calvo y Martín, 2005; Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), aunque no se han ocupado del tema en cuestión. Buscamos las tres editoriales más utilizadas por un grupo aleatorio de 24 IES de la Región de Murcia; resultaron ser SM (que llamamos Texto 1), Anaya (Texto 2) y Oxford (Texto 3). Luego analizamos la presencia de los contenidos de los programas oficiales en los textos; no entramos en otros no contemplados en el currículum puesto que éste sólo establece los mínimos exigibles pero no los máximos, aunque es evidente que estos no deben distorsionar, en ningún caso, el enfoque institucional.

Para el tercero, identificamos las exigencias concretas de conocimientos matemáticos en cada una de las lecciones sobre dinámica que contienen los textos seleccionados. Luego buscamos, en los libros de matemáticas de la misma editorial, su ubicación. Por último, contrastamos cuándo se abordan en las clases de ciencias y en las de matemáticas, con el fin de valorar el grado de coordinación entre las materias.

ANÁLISIS DEL CURRÍCULUM OFICIAL DE LA ENSEÑANZA DE LA DINÁMICA

Entre tanta reforma y contrarreforma, hay que decir que, en el momento de realización de este estudio, el currículum de la Región de Murcia tenía como marco de referencia el Real Decreto 937/2001 de 3 de agosto que modificaba el 1390/1991 de 6 de septiembre y el 1390/1995 de 4 de agosto; es decir, está en el contexto de la llamada “contrarreforma”. En

su día y sobre la misma ya se habían manifestado algunos compañeros –no muy positivamente- tal como vimos, por ejemplo, en AA.VV. (2002).

La relación de los contenidos de Dinámica del currículum de Física y Química de 4º de la ESO de la Región de Murcia aparece en el Cuadro 1

Conceptos según CARM (2002)	Procedimientos según CARM (2002)	Actitudes según CARM (2002)
- Fuerzas - Dinamómetros - Medida del peso - Ley de Hooke - La fuerza es un vector - Composición de fuerzas - Principio de Arquímedes	- Planificación y diseño de experimentos que muestren la relación de proporcionalidad entre fuerzas y deformaciones - Aplicación del principio de Arquímedes a la resolución de ejercicios y problemas	- Rigor en la observación y registro de datos experimentales - Disciplina en la toma y aportación de datos cuando se realice en periodos prolongados - Disposición al planteamiento de interrogantes ante hechos y fenómenos de movimientos en la vida cotidiana, con emisión de explicaciones sobre relaciones existentes entre fuerzas y movimientos - Valoración de la perseverancia de los científicos para defender sus ideas, incluso en ambientes desfavorables - Respeto hacia las opiniones de otras personas
- Características generales: posición, trayectoria y desplazamiento - Velocidad media e instantánea - Aceleración - Movimiento rectilíneo uniforme - Movimiento rectilíneo uniformemente variado - Ecuación de la velocidad - Ecuación del espacio. - Casos particulares. - Movimiento de caida libre	- Representación gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en el MRU y MRUA - Interpretación de gráficas asociando la pendiente a la magnitud adecuada	
- Fuerza y aceleraciones. - Principios de la dinámica. - La inercia - La aceleración de la fuerza neta - La acción mutua - Fuerzas de rozamiento	- Utilización de técnicas de resolución de problemas sobre fuerzas y movimientos - Identificación de las fuerzas centrípetas como causa de movimientos circulares comunes - Realización de algún experimento para medir la gravedad	

Cuadro 1

Desde la perspectiva conceptual, no hay grandes “novedades” respecto al tratamiento habitual de estos temas. Nuestra objeción principal sería que

este índice de contenidos resulta similar al de algunos textos utilizados hace más de cuarenta años.

En cuanto a los procedimientos hemos de recordar que la propuesta oficial los había excluido, por lo que el mero hecho de recuperarlos nos parece positivo. Ahora bien, sin entrar en la falta de adecuación de la formulación de algunos, podemos observar que se recurre también a los "de siempre": análisis de datos numéricos y realización e interpretación de representaciones gráficas en los ejercicios y cuestiones, y la realización de montajes y medición en alguna experiencia. Además, en la formulación de estos contenidos ahora aparece el movimiento circular, que no figuraban entre los declarativos (¿los consideramos incluidos o no?).

Entre las actitudes –también excluidas por el MEC- sólo uno parece específico de esta temática; los demás podrían incluirse en cualquier otro ámbito de la física y de otras materias. Nos llamó la atención la inclusión de la "disciplina en la toma de datos…"; en cualquier caso, creemos que el término "disciplina" debería reservarse para los aspectos conflictivos que todos conocemos. Tampoco se entiende el significado de la "valoración de la perseverancia de los científicos en la defensa de sus ideas, incluso en ambientes desfavorables"; si se quiere aludir a la historia de Galileo y de Newton, no se debe olvidar que son personajes con vidas y trayectorias vitales muy diferentes para hacer una aseveración tan general.

Globalmente creemos que, aunque cualquier relación de contenidos puede contextualizarse en hechos y situaciones cotidianas o aproximarse a las necesidades e intereses de los estudiantes, estos –en particular- tal como están formulados, no parecen estimular un enfoque diferente al que, según todos los indicios, no funciona con el alumnado de estas edades. Si tuviéramos muchos que optaran por las materias científicas, podría comprenderse (aunque no lo compartiéramos) pero, en nuestra situación, ¿vamos a "depurar" aún más a los pocos que tenemos?

Los criterios de evaluación del currículum de Física y Química de 4º de la ESO de la Región de Murcia –referidos a los conocimientos objeto de nuestro estudio- aparecen en el Cuadro 2

Criterios de evaluación según CARM (2002)
- Identificar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, esté o no en movimiento y esté o no acelerado. Dibujarlas e indicar los cuerpos que las ejercen y la naturaleza de la interacción. Identificar las acciones recíprocas sobre otros cuerpos. Relacionar las fuerzas con los cambios en el movimiento. Destacar la importancia de las fuerzas de rozamiento en el arranque, dirección y frenado de los vehículos y en otras situaciones comunes
- Aplicar correctamente las principales ecuaciones de los movimientos MRU, MRUA y MCU, explicando las diferencias fundamentales entre ellos. Distinguir entre las unidades de velocidad y aceleración, así como entre magnitudes lineales y angulares
- Calcular el peso de los cuerpos en diferentes planetas

Cuadro 2

Con estos criterios, las escasas dudas sobre el "potencial innovador" de los conocimientos planteados por el currículum de la Región de Murcia han quedado disipadas: se vuelven a priorizar las representaciones vectoriales, el formulismo, los algoritmos numéricos… frente a la adquisición de conceptos, procedimientos y actitudes específicos de la física. Parece que el legislador considere a las ciencias como una aplicación de las matemáticas y no a estas últimas como una herramienta de las primeras.

ANÁLISIS DE LA ADECUACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS LIBROS DE TEXTO

Como dijimos, el segundo problema se centraba en si los contenidos de dinámica, contemplados en el currículum oficial, eran recogidos en los libros de textos más utilizados en la comunidad autónoma. Recordemos que los programas institucionales fijan siempre unos mínimos pero estos pueden incrementarse (se supone que siempre que este incremento no afecte al enfoque de los planteados).

En el caso de los conceptos, en efecto, las tres editoriales los recogen todos. A veces modifican la secuencia o ubican en otras lecciones o cursos algunos de los planteados pero, en definitiva, los contemplan, por lo que consideramos que se ajustan a lo prescrito en el currículum oficial.

En relación con los procedimientos y actitudes, como en otros temas (Pro, Sánchez y Valcárcel, 2008), se producen algunas omisiones. En los Cuadros 3 y 4 hemos señalado los que aparecen.

Procedimientos del currículum	Texto 1	Texto 2	Texto 3
- Planificación y diseño de experimentos que muestren la relación de proporcionalidad entre fuerzas y deformaciones			Sólo realización
- Aplicación del principio de Arquímedes a la resolución de ejercicios y problemas	X	X	X
- Representación gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en el MRU y MRUA	X	X	X
- Interpretación de gráficas asociando la pendiente a la magnitud adecuada	X	No en el MRUV	X
- Utilización de técnicas de resolución de problemas sobre fuerzas y movimientos	X	X	X
- Identificación de las fuerzas centrípetas como causa de movimientos circulares comunes			X
- Realización de algún experimento para medir la gravedad			

Cuadro 3

Hay algunos contenidos prescriptivos que no han sido recogidos en los textos analizados. Así, frente a los que se refieren a ejercicios y aplicación de expresiones matemáticas (cuya presencia está más que justificada), no se incluyen los característicos de las actividades experimentales. Es cierto que, por razones en las que no entramos, la realización de estas tareas no es muy frecuente y, cuando se realiza, no se hace de forma integrada con los declarativos. Pero omitirlos supone una invitación sin tapujos a desvirtuar el sentido de la materia.

Comentarios diferentes hacemos de la ausencia de los movimientos circulares. Ya dijimos que la falta de claridad sobre la inclusión de estos conocimientos se puso de manifiesto en el propio documento oficial, por lo que no nos debe extrañar esta omisión en algunas editoriales.

Actitudes del currículum	Texto 1	Texto 2	Texto 3
- Rigor en la observación y registro de datos experimentales			X
- Disciplina en la toma y aportación de datos cuando se realice en periodos prolongados			
- Disposición al planteamiento de interrogantes ante hechos y fenómenos de movimientos en la vida cotidiana, con emisión de explicaciones sobre relaciones existentes entre fuerzas y movimientos	X		X
- Valoración de la perseverancia de los científicos para defender sus ideas, incluso en ambientes desfavorables		X	
- Respeto hacia las opiniones de otras personas			

Cuadro 4

En relación con las actitudes, los resultados están condicionados, en algunos casos, por las consideraciones realizadas en los procedimientos (¿cómo se va a tener rigor en la toma de datos, si no se realizan experimentos?). Por otro lado, la escasa tradición en la inclusión de contenidos de carácter histórico dificulta la percepción de cuestiones del tipo: cómo trabajan los científicos, qué problemas tuvieron en sus descubrimientos o qué repercusiones sociales se derivaron de ellos.

COORDINACIÓN ENTRE LOS CONOCIMIENTOS FÍSICOS Y MATEMÁTICOS

Para el tercer estudio, se podrían contrastar los contenidos de ambas materias contemplados en el currículum oficial. No obstante, el grado de concreción de los conocimientos en estos documentos es menor que en un libro de texto. Por ello, nos referimos a estos últimos.

Hemos realizado unos cuadros comparativos; por razones de espacio sólo ponemos los del Texto 2 (en el Cuadro 5 se refiere a los contenidos de cinemática y en el 6 los de dinámica). En la primera columna aparecen los conceptos físicos de cada libro; en la segunda, las necesidades

matemáticas; en la tercera, se señala con “X” si estos se habían trabajado en los niveles anteriores; y, en la última, en qué capítulo del texto de 4º de la ESO se retoma o se estudia el tema (si no aparece número, implica que no se trabaja en este curso; y “Post” si se hace en Bachillerato).

Conocimientos físicos	Necesidades matemáticas	Anterior	4º
- Características del movimiento: sistema de referencia; trayectoria; posición; distancia recorrida; desplazamiento - Velocidad: rapidez media e instantánea; velocidad media e instantánea; representación gráfica e-t - MRU: clasificación de movimientos; MRU; gráficas e-t y v-t en MRU - Aceleración: tangencial y normal; aceleración media e instantánea; representación gráfica v-t - MRUA: ecuación de la velocidad y de la posición; caida libre; lanzamiento vertical - MCU: velocidad lineal y angular; aceleración centrípeta	- Unidades	X	
	- Rectas, circunferencias, elipses, parábolas	X	5
	- Puntos en el plano y en el espacio	X	8
	- Ejes de coordenadas	X	4
	- Magnitudes escalares y vectoriales		8
	- Vectores. Componentes	X	8
	- Operaciones con vectores		8
	- Operaciones aritméticas	X	1
	- Circunferencias: longitud, radio y diámetro	X	1
	- Construcción de tablas		
	- Representación gráfica	X	4, 5
	- Variables y constantes	X	4
	- Proporcionalidad directa e inversa	X	
	- Interpretación de gráfica	X	4, 5
	- Concepto intuitivo de límite	X	
	- Ecuación de una recta: tangente y pendiente		Post
	- Ecuación de 1er. grado	X	4, 8
	- Paralelismo y perpendicularidad	X	
	- Centro de curvatura y radio de giro	X	
	- Área de figuras sencillas		Post
	- Media aritmética	X	
	- Ecuación de una parábola	X	
	- Ecuación de 2º grado	X	5
	- Ángulo y arco de circunferencia	X	2, 3
			7

Cuadro 5

Conocimientos físicos	Necesidades matemáticas	Anterior	4º
- Fuerzas: origen, tipos y efectos. Medición de fuerzas: materiales elásticos; ley Hooke; dinamómetro	- Construcción de tablas	X	
	- Representación gráfica	X	4, 5
	- Variables y constantes	X	4
- Carácter vectorial: composición de fuerzas; fuerza resultante; descomposición	- Proporcionalidad directa e inversa	X	
	- Interpretación de gráfica	X	4,5
	- Vectores. Componentes	X	8
- Dinámica de rotación: momento de fuerza; par de fuerzas; equilibrio estático	- Operaciones con vectores		8
	- Razones trigonométricas		7
- Máquinas: palanca; polea; torno; plano inclinado	- Paralelismo y perpendicularidad	X	
	- Triángulos y paralelogramos	X	
- 1ª ley de Newton: ideas de Aristóteles y Galileo; inercia	- Teorema de Pitágoras	X	
- 2ª ley de Newton: segúnda ley; caida libre y en planos; movimiento circular; movimiento planetario	- Proyección de un vector; coordenadas		Post
	- Simetría	X	8
	- Proporcionalidad directa e inversa	X	
- 3ª ley de Newton: acción y reacción	- Inversas de razones trigonométricas		Post
	- Sumatorio		Post

Cuadro 6

Lo primero que observamos es la gran cantidad de conocimientos matemáticos que precisan los estudiantes; probablemente, con otra visión menos “matematizada” de la física que se comparte con el alumnado de estas edades, se podrían haber reducido.

La mayoría están incluidos en tres de los bloques de las matemáticas. Así, en el Bloque 1 (Aritmética y álgebra) se recogen las operaciones aritméticas, la proporcionalidad directa o inversa, el valor numérico de una expresión algebraica y las ecuaciones. En el Bloque 2 (Geometría), se incluirían los de ángulos, vectores y ecuaciones de una recta. Mientras que, en el Bloque 3 (Funciones y gráficas) se incluirían los de construcción e interpretación de gráficas, y la función lineal y afín.

Muchos de los que pertenecen a los Bloques 1 y 3 se habían abordado en cursos y niveles anteriores, aunque algunos se retomen en este 4º curso. Sin embargo, otros se estudiarán en este nivel (probablemente bien adentrado el curso, lo que “obligaría” a retrasar estas temáticas de física y adelantar las de matemáticas) y también las hay, incluso, que serán

abordados en niveles posteriores. Por ello, creemos que existe una descoordinación manifiesta entre las materias que estamos estudiando.

CONCLUSIONES

A la vista de los datos obtenidos podemos concluir: que los contenidos de dinámica recogidos en el currículum actual de la Región de Murcia no parecen responder a una concepción adecuada de lo que se debe enseñar en estos niveles educativos; que los libros de texto no contemplaban la enseñanza de procedimientos y actitudes prescritos en el currículum oficial; y que hay importantes deficiencias en la coordinación de los conocimientos de estas materias curriculares.

Todas estas circunstancias deberían llevarnos a una actitud mucho más crítica con los contenidos y los materiales que habitualmente se imponen en los centros. Pero, además, exige a nuestras autoridades una revisión profunda de lo que están planteando. En este trabajo, no sólo se pone de manifiesto que siguen ignorando las prioridades formativas de los ciudadanos sino que tampoco les preocupa la coordinación entre los contenidos matemáticos y los físicos.

Cuando se complete el nuevo currículo que acaba de salir en el contexto de la LOE por nuestra Comunidad Autónoma y aparezcan los nuevos libros de texto, volveremos a realizar un estudio de estas características, aunque hemos de confesar que a priori no somos muy optimistas. La educación obligatoria no se puede plantear de una forma tan “disciplinar” porque la realidad de los ciudadanos no está tan “enlatada”. Es preciso buscar puntos de encuentro entre las diferentes materias pero, sobre todo, entre aquellas que, incluso desde la visión más tradicional de la ciencia, no son independientes.

Y después se echa la culpa a los estudiantes…

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV. (2002). Monografía Ciencias en la ESO y Contrarreforma. Alambique, 33, 7-98.

BORM (2002). Decreto 112/2002 de 13 de septiembre por el que se establece el currículum de la ESO en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

CALVO, M.A.; MARTÍN, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículum oficial en el campo de la química. Enseñanza de las Ciencias, 23(1), 17-32.

PRO, A. (2006). Perfil de la “reforma LOGSE” y perfil de uso: Los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de Secundaria. Enseñanza de las Ciencias, 24(3), 337-356.

PRO, A. (2007). Los contenidos de los proyectos curriculares de Física y Química en Secundaria en la implantación de la Reforma LOGSE. Enseñanza de las Ciencias, 25(3), 367-386

PRO, A.; SÁNCHEZ, G.; VALCÁRCEL, M.V. (2008). Análisis de los libros de texto de Física y Química en el contexto de la Reforma LOGSE. Enseñanza de las Ciencias (aceptado para publicación)

Los libros de texto seleccionados fueron:

Título	Autor	Editorial
FÍSICA Y QUÍMICA 4º Secundaria Proyecto EXEDRA	Isabel Piñar	OXFORD U. P
FÍSICA Y QUÍMICA 4º Secundaria Proyecto ECOSFERA	Ana Cañas y otros	SM
FÍSICA Y QUÍMICA 4 Ciencias de la Naturaleza	Santiago Balibrea y otros	ANAYA

CÓMO ABORDAN ALGUNOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Jaén García, Mercedes. Universidad de Murcia

González Lidón, Noelia. Ambiental S.L.

RESUMEN: Este trabajo estudia la repercusión que tienen en nuestro país las noticias relacionadas con el medio ambiente y el tratamiento que obtienen en la prensa diaria. Para ello se han analizado las noticias referidas a problemáticas ambientales aparecidas en cuatro diarios de prensa nacional y regional durante un periodo de tres meses.

PALABRAS CLAVE: medio ambiente; prensa; actitudes ambientales

ABSTRACT

This work studies the repercussion which they have in our country the news related to the environment and the treatment that they obtain in the daily press. For it the problematic news have been analyzed referred to environmental appeared in four newspapers of national and regional press during a period of three months.

KEY WORDS: environment; press; environmental attitude

1. INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación social tradicionales (prensa, radio y televisión) pueden desempeñar un papel muy importante, en la aproximación del gran público a la información ambiental y en la creación de una cierta conciencia colectiva sobre estos temas.

En la actualidad existe un denominado "*periodismo ambiental"* que goza de gran popularidad debido a la importancia que ha empezado a tener el medio ambiente en numerosos aspectos de la vida social; temáticas como el Cambio climático, la contaminación, los impactos en el medio, el agotamiento de los recursos, las energías renovables, etc. se han convertido en "populares" y cada vez son más numerosas las noticias referidas al medio ambiente que aparecen en estos medios. Desde 1994 al 2004 se han duplicado la cantidad de artículos (Larena, 2004).

Según Viches y Gil (2007) la aparición de las noticias de degradación ambiental en las primeras páginas y editoriales de los periódicos y la multiplicación de las reclamaciones ciudadanas, indican que asistimos a una progresiva toma de conciencia. Sin embargo, las incomprensiones y las reticencias a la modificación de comportamientos siguen siendo importantes y existe una fuerte tendencia hacia planteamientos parciales

y reduccionistas que ignoran la dimensión global de los problemas ambientales.

Aunque los objetivos de los medios de comunicación se centran fundamentalmente en la información, también deberían tener un papel importante en la educación, ya que el ciudadano formado y no solo informado será capaz de tomar decisiones más adecuadas y actuará a favor de las mejores soluciones (Marthor; 2002).

Para que los medios de comunicación tengan un papel activo en la educación ambiental de los ciudadanos, es imprescindible la intervención del receptor en el proceso comunicativo, pasando a ser actor y emisor del mensaje recibido. No basta con implantar nuevas secciones, mostrar imágenes o adaptar el lenguaje periodístico a la población, si no que es necesaria una confluencia entre la noticia y el receptor, para así fomentar la participación ciudadana en los medios y desde éstos. (San Millán; 2003)

Gran parte de los conocimientos y hábitos de comportamiento de las personas adultas sin formación universitaria proviene de los medios de comunicación. Por lo tanto, no podemos darle la espalda a esta “cultura de masas” que convive con la “cultura tradicional”. Los medios pueden y deben concienciar a estas personas en relación a la crisis ambiental, utilizando un lenguaje asequible que llegue a la población, explicando el proceso del problema, tratando temas cercanos a la sociedad, pasando de lo local a lo global, incidiendo sobre la necesidad de cambios en nuestros comportamientos e incluso promoviendo la actuación en algunos casos críticos.

Según el Libro Blanco de Educación Ambiental (Calvo y González, 1999) los medios de comunicación tienen una gran influencia en la divulgación y formación social. Sin embargo, hemos de diferenciar entre información y comunicación; mediante la información, se pretende dar a conocer hechos, situaciones o procesos, haciéndolos llegar al público de forma comprensible; con la comunicación, se intenta conseguir una determinada actitud, provocar una reacción o motivar un determinado comportamiento en los receptores, ofreciendo argumentos o valoraciones que apoyen una posición dada.

No basta con suministrar información a los ciudadanos, unos conocimientos adecuados sobre la problemática ambiental no es garantía suficiente de un comportamiento responsable. Las noticias han de plantear interrogantes, desde posiciones abiertas, para que los ciudadanos aprendan a valorar las situaciones, y se sientan responsables de sus decisiones.

En este trabajo analizaremos las noticias de carácter ambiental que se abordan en cuatro periódicos de gran difusión: dos regionales y dos

nacionales, durante un periodo de tres meses. Mediante este análisis, obtendremos información sobre el enfoque de las noticias, los temas, sus características, su relevancia, la "neutralidad" de sus planteamientos, su posible incidencia en la formación ciudadana, etc. También indagaremos sobre el tratamiento que se da a las noticias para valorar su inclinación hacia la información o si también tienen una vocación formadora de la ciudadanía.

2. METODOLOGÍA

A) MUESTRA:

En la selección de los diarios nuestro criterio prioritario ha sido la difusión y en ese sentido, hemos seleccionado los periódicos *El País* y *El Mundo* de la prensa nacional *y La Verdad* y *La Opinión* de la regional. De los cuales hemos revisado los ejemplares correspondientes a un periodo de tres meses: de Septiembre a Noviembre de 2005.

B) CRITERIOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

El número de textos publicados por cada periódico puede ser un indicador claro y útil para detectar el interés de estos medios de comunicación por las temáticas medioambientales. También será importante la situación de los artículos, los lectores cada vez que ojean el periódico tienden a desviar su mirada hacia determinadas posiciones de forma preferente. Así, los redactores colocarán las noticias donde crean conveniente, según la relevancia que les otorguen (Aguado y Martínez, 2005).

Para comprobar la información y el tratamiento que se da a las noticias sobre el medio ambiente, hemos analizado una serie extensa de noticias y artículos utilizando distintos criterios:

a) Cantidad de artículos presentes en la prensa durante este periodo, agrupados por temáticas, que surgieron durante nuestra investigación una vez examinados los temas más frecuentes (Catástrofes, Biodiversidad, Contaminación, Cambio climático, Conservación del medio ambiente, Urbanismo, Agua, Residuos, Aspectos sociales, Incendios, Energía, Espacios Naturales, Agricultura, Impactos ambientales, Sequía).

b) Relevancia de los artículos referidos a estos temas. Hemos utilizado los siguientes "criterios periodísticos": Sección que ocupa; Situación de las páginas con mayor número de noticias; Contenido de elementos gráficos; Posición de las noticias en la página; Número de noticias/ día de la semana

c) Enfoque y tratamiento del artículo. Una noticia se puede presentar con diferentes enfoques. Puede centrarse en las causas y/o en los efectos a corto medio o largo plazo o presentarse en el contexto global de la situación. También podría enfocarse desde una supuesta "neutralidad"

informativa en la que solo se aportan los hechos que conforman el problema.

d) Evolución de las noticias durante el periodo objeto de estudio. Realizaremos un seguimiento de la variación de las temáticas de las noticias, para mostrar el mayor o menor interés sobre ellas.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. RESULTADOS GENERALES

El mayor número de noticias referidas a temas medioambientales se localiza en los diarios regionales. En primer lugar *La Verdad*, seguido por *La Opinión, El País* y por último *El Mundo.* Los valores obtenidos en estos diarios se deben básicamente a un mayor número de noticias relacionadas con el bloque **Agua**.

Periodo	Datos Globales	La Verdad	La Opinión	El País	El Mundo
Septiembre	490	197	147	102	44
Octubre	508	186	184	89	49
Noviembre	410	180	131	48	51
Total	**1408**	563	462	239	144

Tabla 1. Resultados totales

Estas noticias fueron disminuyendo durante los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre, en tres de los cuatro periódicos estudiados: *La Verdad*, *La Opinión* y *El País*, por el contrario, en *El Mundo* el orden es el inverso, es decir, sus publicaciones de carácter ambiental aumentan desde Septiembre a Noviembre, aspecto que está relacionado con la aparición de una sección específica dedicada a la energía. En relación con esto, el número de portadas dedicadas a noticias relacionadas con el medio ambiente también es mayor en los diarios regionales.

3.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS NOTICIAS

Aquí abordaremos los temas más frecuentes y la relevancia que desde el punto de vista periodístico tienen los artículos.

3.2.1. TEMAS

Temáticas	Datos totales	%
Catástrofes	199	14,1
Incendios	50	3,6
Energía	80	5,7
Espacios Naturales	36	2,6
Agricultura	18	1,3
Delito ecológico	93	6,6
Sequía	52	3,7
Biodiversidad	48	3,4
Contaminación	67	4,8
Cambio Climático	58	4,1
Conservación Naturaleza	150	10,7
Urbanismo	129	9,2
Agua	378	26,8
Residuos	29	2,1
Aspectos sociales	21	1,5
Total	**1408**	**100,0**

Tabla 2. Temas de las noticias

Durante este periodo han tenido lugar determinados acontecimientos ligados al medio ambiente, algunos frecuentes en estas fechas y otros más novedosos. Destacan la gran cantidad de noticias dedicadas a los efectos del huracán “Katrina” en Nueva Orleáns (EE.UU) durante el mes de septiembre. En el ámbito regional, además del Agua -tema recurrente-, sobresalen las noticias dedicadas a la recalificación del terreno protegido de la finca de la Zerrichera en Águilas (Murcia) para la construcción de urbanizaciones, durante el mes de noviembre.

El tema con mayor número de artículos corresponde al **Agua** y en segundo lugar el bloque de **Catástrofes,** este último sobre todo en la prensa nacional. Estos resultados confirman el lugar central que ocupa el tema del agua en esta región.

3.2.2. Relevancia de las noticias

a) Variación diaria de noticias

El número de lectores de la prensa escrita aumenta considerablemente los fines de semana, sobre todo el domingo.

Día de la semana	Periódicos				Total
	La Verdad	La Opinión	El País	El Mundo	
Lunes	57	51	39	23	**170**
Martes	74	54	24	18	**170**
Miércoles	77	77	42	22	**218**
Jueves	93	75	36	21	**225**
Viernes	112	73	34	26	**245**
Sábado	84	55	31	21	**191**
Domingo	66	77	33	13	**189**
Total	**563**	**462**	**239**	**144**	**1408**

Tabla 3. Variación diaria de noticias

En los resultados cabe destacar el escaso número de noticias publicadas en los días de mayor difusión, como son el sábado y sobre todo domingo. Excepto uno de los diarios regionales, La Opinión, el resto publican estas noticias entre semana (viernes y miércoles).

b) Situación de las páginas en el diario

Un buen indicador para conocer la importancia que un medio impreso concede a las noticias ambientales es la página en las que las sitúa. Así, las noticias más importantes se situarán en las páginas impares que es donde habitualmente comenzamos la lectura.

Situación de la página	Periódicos				Total
	La Verdad	La Opinión	El País	El Mundo	
Página Par	249	240	114	62	**665**
Página Impar	240	214	116	71	**641**
Página Par/Impar	74	8	9	11	**102**
Total	**563**	**462**	**239**	**144**	**1408**

Tabla 4. Posición de las páginas

Aunque los resultados son bastante similares, en dos de los periódicos destacan las páginas impares (*El País* y *El Mundo)*, mientras que en los diarios regionales lo hacen las pares. El diario con mayor número de artículos a doble página es *El Mundo.*

c) Posición de la noticia en la página

La zona izquierda y superior de la página es donde habitualmente comenzamos la lectura. Así, la zona de atención preferente será el cuadrante superior izquierdo de la página impar y el superior derecho de la par. La atención va disminuyendo conforme bajamos y nos acercamos al centro de la página.

Posición de la noticia	Periódicos				Total
	La Verdad	La Opinión	El País	El Mundo	
Superior Derecha	66	39	18	13	**136**
Completo	87	54	41	27	**209**
Derecha	6	3	9	10	**28**
Izquierda	13	6	23	16	**58**
Centro Superior	20	13	5	2	**40**
Centro Inferior	4	4	7	6	**21**
Superior Izquierda	87	33	34	24	**178**
Superior	72	134	31	13	**250**
Centro Derecha	49	14	7	4	**74**
Centro Izquierda	31	9	10	1	**51**
Centro	50	38	17	5	**110**
Inferior Derecha	33	40	13	6	**92**
Inferior Izquierda	36	28	21	10	**95**
Inferior	9	47	3	7	**66**
Total	**563**	**462**	**239**	**144**	**1408**

Tabla 5. Posición de las noticias en la página

En términos generales, existen mayor número de noticias ocupando la zona superior en su totalidad y también es elevado el número de páginas completas dedicadas a temas ambientales. Sin embargo, al analizar los datos con más profundidad existe una gran dispersión en los distintos diarios sobre la zona preferente para las noticias. Sólo en uno de los

periódicos regionales la mayoría de noticias ambientales se encuentran en la zona superior.

d) Existencia de elementos gráficos

Los elementos gráficos (fotografías, infografías, viñetas, gráficas, tablas, etc.) son utilizados para captar la atención del lector, o incluso para facilitar la comprensión del texto.

Elemento gráfico	Datos globales	La Verdad	La Opinión	El País	El Mundo
No	670	265	223	114	68
Si	738	298	239	125	76
Total	**1408**	**563**	**462**	**239**	**144**

Tabla 6. Elementos gráficos en las noticias

El número de artículos con elementos gráficos es algo superior. La mayoría de los elementos gráficos que aparecen son fotografías. Esto parece indicar que son informaciones elaboradas, en las que se ha tenido interés por obtener una imagen.

d) Enfoque general de las noticias

· ¿Se plantean desde una visión global?

La visión global nos muestra si en el tema se señalan los distintos factores que intervienen en los problemas ambientales. El planteamiento de los temas desde una visión integral es muy importante si queremos hacer consciente a la sociedad de las repercusiones que tienen nuestras actividades y, en definitiva, nuestro modo de vida en el planeta en que vivimos.

En el tratamiento de las noticias desde una visión global se obtienen valores similares en los cuatro periódicos (bastante escaso: alrededor del 20%), en general se da una visión local de los problemas que no tiene en cuenta la dinámica de los procesos del medio ambiente.

· ¿Se hace una denuncia explícita del problema?

Las noticias con carácter reivindicativo no son muy numerosas en ninguno de los periódicos, aunque son ligeramente superiores los resultados de la prensa regional. Parece que las irregularidades e infracciones que se cometen no son de gran interés en los cuatro diarios.

· ¿Se informa sobre potenciales soluciones?

En este aspecto los resultados son claros, en general, no se refieren a soluciones ni posibles medidas de actuación frente al problema, lo cual no fomentará la participación ciudadana en su solución.

· ¿Se abordan las causas y los efectos de la situación?

En los cuatro diarios la mayoría de las noticias (entre el 60 y 70%) no explican las causas de los impactos que se producen en el medio. Tampoco se especifican los efectos o las consecuencias que tienen determinadas actividades humanas, esto implica mantener la ignorancia por parte de la sociedad de los riesgos a los que está sometida. De esta forma será difícil que el lector se considere como parte del problema.

· ¿Realiza un tratamiento de las noticias desde la neutralidad?

Si las noticias se plantean desde una cierta "neutralidad" informativa, simplemente proporcionando información, datos, etc. sobre la situación, será difícil que el lector se sienta involucrado, y si es así, no intervendrá de forma activa en el proceso comunicativo. Así, se pueden promover actitudes pasivas ante la crisis y el ciudadano no se sentirá fundamental para impulsar, por ejemplo, otro modelo de desarrollo más sostenible.

Los resultados indican que aproximadamente la mitad de las noticias tratan el tema de forma "neutral". Pero esta falta de neutralidad no en todos los casos está a favor de la conservación del medio, en uno de los diarios regionales (*La Verdad*) se promueven de forma evidente planteamientos basados en la utilización del medio ambiente como recurso para el desarrollo social y económico de la zona.

3.3. Evolución de las noticias durante el periodo objeto de estudio

En la distribución de los temas en los distintos diarios, no se ha encontrado ningún patrón de distribución de las noticias.

Los temas referidos al agua son dominantes en la prensa regional durante los tres meses, con ligeras variaciones. Sin embargo, en los diarios nacionales es mayoritario el bloque referido a catástrofes durante el mes de octubre (debido a la presencia de noticias sobre el huracán Katrina), mientras que el resto de temas son minoritarios con variaciones no significativas.

4. CONCLUSIONES

Los temas abordados desde la prensa nacional y regional presentan algunas variaciones significativas. Existen diferencias en el número de artículos, claramente mayor en los diarios regionales y en la frecuencia de aparición de algunas temáticas frente a otras. Las temáticas más abundantes corresponden a los bloques: Agua, Catástrofes, Conservación

de la Naturaleza y Urbanismo. Las noticias sobre el Agua son más frecuentes en la prensa regional, mientras que los periódicos nacionales proponen mayoritariamente artículos sobre Catástrofes, temas ligados a acontecimientos concretos.

Los dos diarios regionales se centran más en noticias del entorno local o regional, a diferencia de la prensa nacional, que se dirige más hacia el ámbito internacional.

Al analizar la relevancia que se le da a las noticias, encontramos que la mayoría de los artículos se sitúan en posiciones estratégicas para asegurar su lectura. Esto nos indica un cierto interés por el medio ambiente en la prensa. Sin embargo, el día de máxima publicación de noticias, no corresponde con el de mayor difusión, lo que es un poco contradictorio con lo anterior.

Parece claro que los medios de comunicación tienen asumido su papel como informadores de la crisis ambiental que afecta a nuestro planeta. Por lo tanto se concentran fundamentalmente en proporcionar información sobre los distintos temas, con enfoques que pueden ser más o menos imparciales dependiendo de sus intereses.

El enfoque de las noticias es bastante mejorable desde el punto de vista de la educación ambiental. Las crónicas presentan, generalmente, un enfoque “neutral”, es decir, se sitúan en posiciones de imparcialidad frente a las agresiones al medio, o peor aún, en algunos casos defienden temas contrarios a la defensa del territorio. Tampoco son frecuentes los artículos que denuncian claramente problemas de impacto ambiental, sobre todo en la prensa regional.

Los planteamientos de las noticias son bastante superficiales. No profundizan en las causas del problema, los posibles efectos a corto, medio o largo plazo y tampoco se proponen habitualmente soluciones. Estas posiciones no favorecen especialmente la implicación de la población y su concienciación ambiental.

El ciudadano ha de ser consciente de que las actividades humanas y el estilo de vida de las sociedades llamadas “desarrolladas”, son responsables de los cambios que se están detectando en el medio ambiente durante los últimos años, para así intentar modificar sus actitudes y comportamientos que no son respetuosos con el medio ambiente y los medios de comunicación deberían colaborar fomentando la concienciación ciudadana.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguado Terrón, J. M y Martínez Rodríguez, L. (2005). Introducción a la comunicación periodística escrita. Murcia: Diego Marín Librero-Editor

Calero, M.; Gil, D. y Vilches, A. (2006). La atención de la prensa a la situación de emergencia planetaria. Didáctica de las Ciencias Experimentales y sociales, 20, 69-88

Calvo, S; González, M. (1999).Libro Blanco de la educación ambiental en España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid

De Castro, R. (coord.), (2002). Más que palabras. Valladolid: Gea

Fernández Sánchez, J. (2006). El papel de los medios de comunicación en la educación para el ahorro y la eficiencia energética. I Congreso de Energía y Educación Ambiental. Murcia: CEMACAM

Marthor, J.P. (2002). Comunicación en un mundo globalizado. En Maria Novo (Dir), Globalización, crisis ambiental y educación. Madrid: MEC. Aulas de Verano. ISFP

Larena, A. (2004). APIA: 10 años de información ambiental en España". VII Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid (paper)

San Millán, M. D. (2003). Los medios de comunicación y la educación ambiental, Lurralde, 16, 321-340

Vilches, A. y Gil, D. (2007). Emergencia planetaria: Necesidad de un planteamiento global. Educatio Siglo XXI, 25, 19-49

¿HAY CRITERIOS UNÁNIMES EN LOS MODELOS MOLECULARES QUÍMICOS QUE SE ENSEÑAN EN LAS DISTINTAS ETAPAS DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA?

Benarroch Benarroch, Alicia. Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Universidad de Granada, España. aliciabb@ugr.es

Matus Leites, Liliana. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan, Argentina. matusliliana@yahoo.com.ar

Perales Palacios, Francisco Javier. Facultad de Ciencias de la Educación de Granada. Universidad de Granada, España. fperales@ugr.es

Nappa, Nora Raquel. Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes. Universidad Nacional de San Juan, Argentina. noranappa@yahoo.com.ar

RESUMEN

Las imágenes de los libros de texto relacionadas con el enlace químico son en gran parte reveladoras de los tipos de modelos moleculares enseñados. Como producto de un análisis anterior más amplio de estas imágenes en los libros de texto, este trabajo se centra en la identificación de los modelos moleculares involucrados en la enseñanza de los niveles educativos argentinos de EGB3 (12-14 años) y Polimodal (15-17 años). Se trata de desvelar si los criterios de los autores de los libros de texto son o no unánimes en cuanto a qué modelos se deben enseñar en los respectivos niveles educativos y de aventurar las posibles razones utilizadas.

PALABRAS CLAVE: Modelos químicos, imágenes, libros de texto.

SUMMARY

The images of textbooks related to the chemical bond are revealing the types of taught molecular models. As a product of a previous analysis of these images in textbooks, in this work we try to identify the involved molecular models in the education of the Argentine educative levels of EGB3 (12-14 years) and Polimodal (15-17 years). We want to find if the criteria of the authors of textbooks are unanimous and also what models could be taught in the respective educative levels and to talk about the arguments used.

KEYWORDS: Chemistry Models, images, Textbooks

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de enlace químico, junto a la estructura atómica, resultan necesarios y previos en la explicación de las propiedades y el comportamiento de la materia. Es así que Pauling (1992, citado en

Alvarado, 2005) expresó que "*el concepto de enlace químico es el concepto más valioso de la Química...*"; Ünal y otros (2006) lo consideran "*la clave cognitiva para visualizar el mundo microscópico de la Química*" y Gagliardi y Giordan (1986 citado en De Posada, 1999) lo catalogan como "*concepto estructurante de la Química*".

Las representaciones simbólicas, los diagramas de partículas, las fórmulas y ecuaciones químicas, son medios importantes para la comprensión de los modelos de materia y del enlace químico. Pero también son fines de enseñanza, pues aprenderlas implica formar parte de los lenguajes que los químicos utilizan en sus interpretaciones. Son considerados partes del lenguaje químico (Hoffman y Laszlo, 1991).

En consecuencia, este trabajo se enmarca entre los que pretenden desvelar las dificultades asociadas a la comprensión de los modelos de materia. Concretamente, se ocupa de las imágenes de los libros de texto asociadas al enlace químico, por ser éstas reveladoras de los modelos de materia enseñados y al mismo tiempo, un objetivo de enseñanza en sí mismas.

2. Antecedentes bibliográficos

Como señalan Treagust y otros (2000), hay muchas formas de representar moléculas y átomos y cada una de ellas se usa para destacar aspectos particulares del hecho que se pretende explicar. Ninguna de estas representaciones es universalmente aplicable y la representación particular escogida en una situación dada es dependiente de la misma. Por ejemplo, para representar *el agua*, en un proceso de electrolisis química, es suficiente la fórmula molecular de la misma, y no tendría ningún sentido acudir a un modelo de bolas ni de orbitales moleculares. Sin embargo, se requiere una representación de orbitales moleculares para explicar su geometría molecular o su carácter bipolar.

Aunque cada representación tiene sus ventajas particulares, ni los libros de textos ni los profesores hacen explícitos las que incluyen en las enseñanzas de los distintos niveles educativos, así como tampoco las descripciones de cómo se puede trasladar de una a otra. Sin embargo, aunque se sabe muy poco sobre ello, se suele suponer que no todas las representaciones tienen el mismo grado de dificultad cognitiva.

También Guevara y Valdez (2004), al tratar de sintetizar las dificultades asociadas a la enseñanza y aprendizaje de los modelos químicos, señalan nuestra gran ignorancia acerca de cómo los diversos modelos presentados por los profesores y por los materiales didácticos empleados interactúan con las representaciones del estudiante. No obstante, la falta de identificación de criterios, de la sintaxis propia de cada modelo, de su dominio de validez y de las conexiones referenciales entre las distintas

representaciones y entre éstas y el texto, parecen estar en el origen de las dificultades asociadas a la enseñanza y aprendizaje de los modelos químicos (Benarroch, 2000).

Algunos estudios ponen de manifiesto que los alumnos frecuentemente son incapaces de hacer traslaciones entre fórmulas, configuraciones electrónicas y modelos de bolas y varillas (Furió y otros, 2000, citado en Wu y Shah, 2004; Keig y Rubba, 1993, citado en Wu y Shah, 2004). Otras referencias de interés para este estudio son las contenidas en Wu y Shah (2004), Ardac y Akaygun (2005) y especialmente Han y Roth (2006) que se centran en analizar, en una muestra coreana de libros de texto de Química, la función y estructura de las ilustraciones que se relacionan con la estructura particular de la materia, con el ánimo de explicitar los "códigos químicos" que subyacen a las ilustraciones.

Mención aparte tiene el trabajo de Galagovsky (2004), al que nos referiremos a continuación por su importancia en los criterios adoptados en este trabajo para clasificar las imágenes. Esta autora trata de clarificar el tipo de lenguaje y códigos que se utilizan cuando nos comunicamos en química mediante estas ilustraciones. Para Galagovsky (2004), todas las representaciones químicas no utilizan el mismo lenguaje dentro del nivel simbólico. Distingue los siguientes lenguajes:

a) *lenguaje gráfico*, utilizado, por ejemplo, en los esquemas de partículas y en los modelos de bolas, de bolas y varillas, modelos fusionados, etc. Así, por ejemplo, un modelo de bolas para representar la molécula de agua implica los siguientes conocimientos para el experto en química:

- esferitas sólidas, con volúmenes atómicos que no se corresponden con las distribuciones de masa, y con colores arbitrarios.
- ángulo de 105º (explicando el momento bipolar de la molécula y por tanto sus propiedades)

b*) lenguaje formal*, utilizado por ejemplo en las representaciones de Lewis y en las fórmulas moleculares. Por ejemplo, la representación de Lewis para la molécula de agua, implica la utilización de un lenguaje formal cuyos códigos podrían enunciarse de la siguiente manera:

- las letras designan los elementos químicos como si fueran los núcleos de cada uno de ellos y la totalidad de sus electrones, excepto los electrones de valencia.
- se utilizan segmentos como nexo entre letras para representar las uniones químicas no iónicas entre los átomos

Parece claro que la terminología de símbolos representacionales podría ser útil para poner de manifiesto el carácter dual -semántico y analógico- de las imágenes químicas. Lo realmente importante no es la terminología

sino la toma de conciencia entre los enseñantes de cuál es la naturaleza de lo que enseñamos. Las fórmulas no son fotografías de una realidad, pero tampoco son invenciones arbitrarias como lo son las palabras del lenguaje verbal. Son convenciones simbólicas utilizadas por los químicos para comunicar ciertos aspectos de la experiencia sensible.

Esta dualidad, desde nuestro punto de vista, se encuentra en cualquier clase de representación, ya sea de bolas o ya sea de Lewis, pero quizás, como dice Galagovsky (2004), el peso específico de ambos componentes sea variable. El carácter gráfico podría estar más acentuado en ciertas tipologías de representación (esquemas de partículas, modelos de bolas, de empaquetamiento, de bolas y varillas, de varillas,…) y el carácter formal en otras (estructuras de Lewis, estructuras moleculares). Veremos cómo esta clasificación puede ser utilizada para caracterizar las imágenes de los libros de texto en los distintos niveles educativos.

3. OBJETIVOS

El objetivo último del trabajo es identificar los modelos moleculares involucrados en la enseñanza de los niveles educativos argentinos de EGB3 (12-14 años) y Polimodal (15-17 años). Se trata de desvelar si los criterios de los autores de los libros de texto son o no unánimes en cuanto a qué modelos se deben enseñar en los respectivos niveles educativos y de aventurar las posibles razones utilizadas.

Desglosando lo anterior, pretendemos:

a) Identificar, si es posible, los criterios diferenciadores de los tipos de imágenes usados en ambos niveles educativos.

b) Asociar, si es posible, estos criterios diferenciadores a un modelo o modelos de materia, llegando a identificar los modelos seleccionados en la enseñanza de los niveles educativos argentinos de EGB3 (13-15 años) y Polimodal (16-18 años).

c) Discutir la validez de los criterios utilizados

Hay que señalar que no es una cuestión baladí la decisión de la secuenciación de los modelos de materia más adecuados para los distintos niveles educativos. Para demostrarlo, señalaremos tan solo que el diseño curricular base que el MEC español propuso en 1989, contemplaba el modelo atómico de Dalton para el ciclo 12-14 años y el de Bohr-Sommerfeld para el ciclo 14-16 años. Sin embargo, la propuesta ese mismo año de la Junta de Andalucía (Carmona y otros, 1989) se conformaba con el modelo atómico de Dalton para este mismo ciclo. Vale la pena por tanto conocer el punto de vista de los autores de los libros de texto.

4. METODOLOGÍA

En un trabajo reciente se han analizado las representaciones o imágenes utilizadas en los libros de texto de EGB3 y Polimodal para la enseñanza del enlace químico. Concretamente, se analizaron 78 imágenes contenidas en libros de texto, 16 de EGB3 y 62 de Polimodal, que constituyen la población de imágenes contenidas en 12 libros de texto (Matus, Benarroch y Perales, 2008).

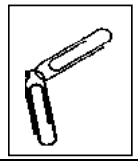
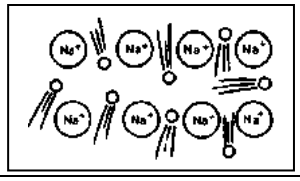
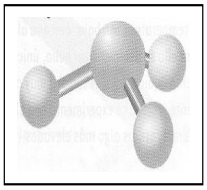
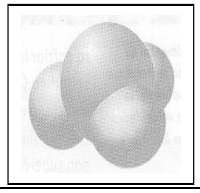
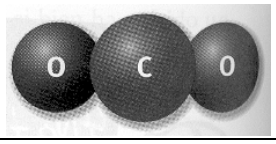
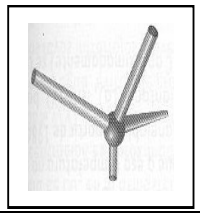
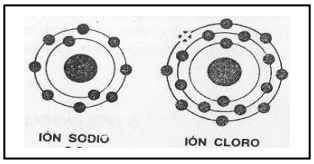
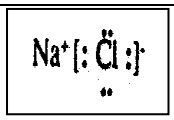
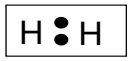
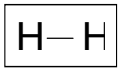
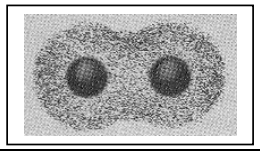
Entre los distintos instrumentos que se podían utilizar para el análisis, se optó por aplicar la taxonomía de Perales y Jiménez (2002). Esta taxonomía implica 5 categorías, a saber, la función de la secuencia didáctica en la que aparecen las ilustraciones, el grado de iconicidad, la relación de la imagen con el texto principal, el uso de etiquetas verbales y el contenido científico que las sustenta.

Por ser una taxonomía ideada inicialmente para un contenido muy alejado del que aquí nos ocupa y con mucha mayor carga empírica, se requirió una adaptación importante de la misma. A este respecto, una de las categorías que más dificultades planteó en su proceso de adaptación fue el *grado de iconicidad*. En este sentido, se encontraron representaciones fundamentalmente de dos tipos:

a) las que priman la representación orgánica, en las que se muestran los objetos mediante la imitación de la realidad. Responden a la subcategoría de grado de iconicidad de *dibujos figurativos*. Véase a modo de ejemplo en la tabla 1 la imagen de los dos clips enlazados para representar una molécula.

b) las que representan acciones o magnitudes inobservables -como los átomos, iones, fuerzas de interacción entre ellos, etc- en un espacio de representación heterogéneo, como símbolos, flechas, puntos y cruces que representan electrones, enlaces, etc. y que responden a la subcategoría de *dibujo figurativo* + *signos* o incluso de *dibujo figurativo* + *signos normalizados.*

En la tabla 1 se exponen todas las alternativas de grados de iconicidad encontradas en los libros de texto analizados.

SUBCATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
DIBUJO FIGURATIVO	Prima la representación orgánica, mostrando los objetos mediante la imitación de la realidad.	
DIBUJO FIGURATIVO + SIGNOS	Representan acciones o magnitudes inobservables en un espacio de representación heterogéneo.	
1. BOLAS Y VARILLAS	Es una representación tridimensional en la cual se indican los átomos mediante bolas y las uniones entre los mismos con varillas.	
2. FUSIONADO / EMPAQUETAMIENTO	Muestra en forma tridimensional los átomos unidos en forma compacta y sin indicar los enlaces entre los mismos	
3. BOLAS	Es una representación tridimensional en la que los átomos están unidos manteniendo su individualidad	
4. VARILLAS	No se indican los átomos, sino sus enlaces. Es una representación tridimensional	
5. NIVELES ELECTRÓNICOS	Se representan los átomos con el núcleo y los electrones alrededor distribuidos según el nivel de energía.	
6. LEWIS	Se representa cada átomo con su símbolo, rodeado de puntos que representan los electrones de valencia	 
7. DIAGRAMA DE RAYAS	Vincula los átomos con una raya por cada par de electrones que comparten.	
8. COMBINACIÓN LINEAL DE ORBITALES ATÓMICOS (CLOA)	Se superponen los extremos de los orbitales atómicos que intervienen en el enlace.	

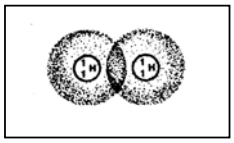
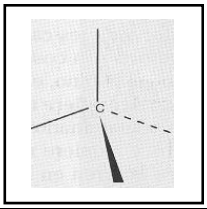
9. ORBITALES MOLECULARES (OM)	Se representa el nuevo orbital molecular formado por la superposición de los orbitales atómicos.	
10. CUÑAS	Es una representación tridimensional donde se indican los símbolos de los elementos y los enlaces que están en el plano del papel, hacia delante y hacia atrás del mismo	
11. MOLECULAR	Indica los átomos y la cantidad de los mismos que forman la molécula.	H_2O

TABLA 1. MODELOS DE REPRESENTACIÓN DE MOLÉCULAS CORRESPONDIENTES AL GRADO DE ICONICIDAD

5. RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 se recoge el número de imágenes de cada grado de iconicidad encontrado en los libros de texto de EGB3 y de Polimodal (una explicación más amplia se puede encontrar en Matus, Benarroch y Perales, 2008).

CANTIDAD DE IMÁGENES	ICONICIDAD
4	Bolas
3	Dibujo figurativo
3	Niveles electrónicos
2	Dibujo figurativo + signos
2	Bolas y varillas
2	Lewis
1	Diagrama de rayas

TABLA 2: IMÁGENES DE ÁTOMOS Y MOLÉCULAS EN LIBROS DE TEXTO DE EGB3

CANTIDAD DE IMÁGENES	ICONICIDAD
39	Lewis
14	Diagrama de rayas
10	Niveles electrónicos
6	Molecular
6	Fusionado
6	Dibujo figurativo + signos
7	Bolas y varillas
3	Bolas
2	CLOA

Es evidente que la diversidad, tanto en un nivel como en el otro, es manifiesta, pero también se puede apreciar que hay una distribución diferente de los modelos involucrados.

Es posible agrupar los tipos de imágenes según impliquen o no configuraciones electrónicas de los átomos constituyentes. Según este criterio, se puede distinguir:

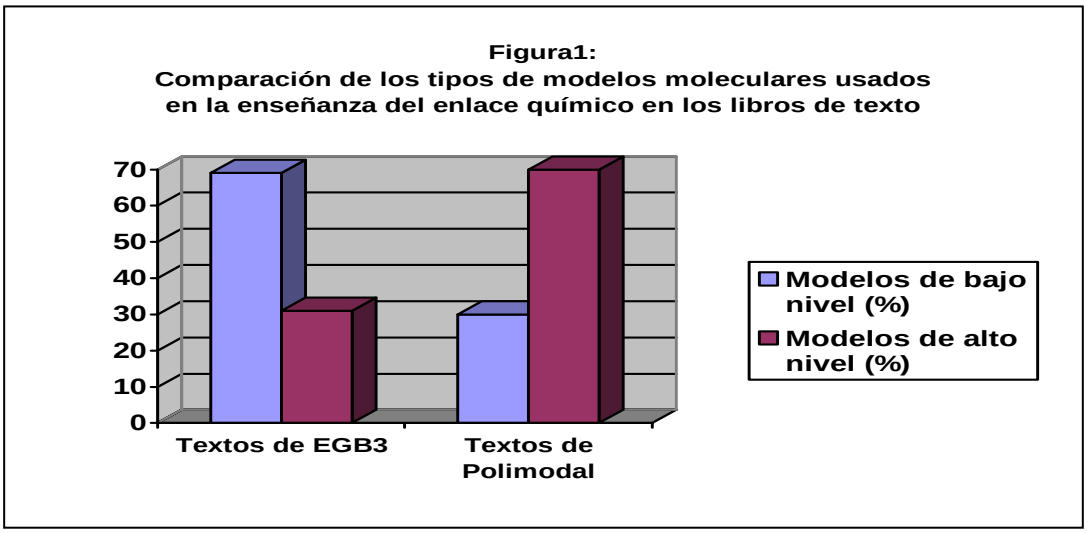
a) subcategorías 1, 2, 3, 4 y 11 (además de las de dibujos figurativos) de la tabla 1: Grupo de bajo nivel

a) subcategorías 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de la tabla 1: Grupo de alto nivel.

Haciéndolo así, se obtiene la tabla 4, donde se observa que los porcentajes de los grupos de modelos se invierten. Esto es, en EGB 3, el 70% de las imágenes son modelos de bajo nivel, frente al 30% que son de alto nivel. Sin embargo, en Polimodal, ocurre prácticamente lo contrario, de modo que prácticamente el 30% (exactamente el 29%) son de bajo nivel, frente al 70 (exactamente el 67%) de alto nivel (ver figura 1).

MODELO	NIVEL	Nº DE IMÁGENES	
		EGB 3	Polimodal
DIBUJO FIGURATIVO	Bajo	3	1
DIBUJO FIG. + SIGNOS	Bajo	2	6
BOLAS Y VARILLAS	Bajo	2	7
FUSIONADO	Bajo		6
BOLAS	Bajo	4	3
VARILLAS	Bajo		
NIVELES ELECTRÓNICOS	Alto	3	10
LEWIS	Alto	2	39
DIAGRAMA RAYAS	Alto		14
CLOA	Alto		2
OM	Alto		1
CUÑAS	Alto		1
MOLECULAR	Bajo		6
Total		16	96
Total modelos bajo nivel		11(69%)	29(30%)
Total modelos alto nivel		5(31%)	67(70%)

TABLA 4: COMPARACIÓN DEL GRADO DE ICONICIDAD DE LAS IMÁGENES EN LOS TEXTOS DE EGB3 Y POLIMODAL



Si en lugar de utilizar, como criterio clasificatorio de las imágenes, el requerimiento de las configuraciones electrónicas de las mismas, se usa el tipo de lenguaje involucrado, se llega a conclusiones similares. Recordemos en este sentido la clasificación de Galagovsky (2004) que vimos en el apartado del marco teórico. Para esta autora, todos los modelos aquí llamados de bajo nivel utilizan el tipo de lenguaje gráfico, mientras que todos los modelos de alto nivel (a excepción del modelo molecular) utilizan el tipo de lenguaje formal.

La única excepción a esta regla son las imágenes moleculares, que si bien son de nivel bajo (pues no tienen porque exigir del conocimiento de la estructura electrónica de los átomos involucrados), utilizan sin embargo un lenguaje formal de comunicación. Esta excepción no invalida los comentarios siguientes, dado que sólo afecta al 6% de las imágenes analizadas.

Por tanto, se puede concluir que los autores de libros de texto apuestan mayoritariamente por modelos con lenguajes gráficos o modelos moleculares que no requieren configuraciones electrónicas para los alumnos de doce años, mientras que prefieren los modelos con lenguajes más formales o modelos que requieren configuraciones electrónicas para los de quince.

6. Conclusiones

A la vista de los resultados anteriores, se puede concluir que existe una variedad manifiesta en el grado de iconicidad de las imágenes de los libros de texto tanto en el nivel de EGB3 como en el de Polimodal. No obstante lo anterior, sí hay una tendencia más frecuente, que es la de usar imágenes figurativas o modelos de bolas en EGB 3 y modelos de Lewis, rayas o de niveles electrónicos para el nivel de Polimodal. Dicho de otro modo, a los doce años de edad, el objetivo parece ser mostrar el concepto

de reacción química o de sustancia química usando modelos evocadores de la realidad o que traten de simularla. A los quince años, sin embargo, son más frecuentes los modelos que exigen la comprensión de la configuración electrónica de los átomos, o modelos de mayor nivel de formalidad y complejidad conceptual.

Como vimos en el marco teórico (Treagust y otros, 2000), parece demostrado que el proceso de explicación de un fenómeno a través de diferentes modelos e imágenes induce a establecer nuevas relaciones y favorece la comprensión tanto de los mismos modelos como del proceso de modelización. Por tanto, utilizar distintas imágenes para representar una molécula, posibilita tener una buena comprensión del enlace químico, ya que las distintas características de los diferentes modelos representan distintos aspectos de la molécula. No obstante, el grado de iconicidad de los modelos utilizados refleja un diferente nivel de abstracción. Los autores de libros de texto, ante la falta de investigaciones precisas que sugieran los modelos más beneficiosos para los distintos niveles educativos, toman determinaciones basadas en la complejidad científica de los mismos. De hecho, al menos el 70% de los mismos muestran un acuerdo en este sentido. Sin embargo, a pesar de que estos resultados desvelan los criterios más frecuentes usados por los autores de los libros de texto, hemos de reconocer que no despejan la incógnita acerca de su idoneidad. Cabe preguntarse, ¿son útiles estos criterios usados por el 70% de las imágenes o habrá que prestar una mayor atención al 30% restante…?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, C. (2005) La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista interdisciplinario. *Enseñanza de las Ciencias,* Número extra. VII Congreso. En http://www.blues.es/sice23/congres2005/material/comuni_orales/2_3/alvarado_819.pdf

ARDAC, D. y AKAYGUN, S. (2005) Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International Journal of Science Education,* 27 (11), 1269–1298.

BENARROCH, A. (2000). Del modelo cinético-corpuscular a los modelos atómicos. Reflexiones didácticas. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 23, 95-108.

CARMONA, A. y otros (1989) *Proyecto para el diseño curricular del área de ciencias de la naturaleza*. Sevilla: Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía

DE POSADA, J. M. (1999) Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias,* 17 (2), 227–245.

GALAGOVSKY; L. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 2: Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 349-365

GUEVARA, M. y VALDEZ, R. (2004) Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje*. Revista Educación Química*, 15 (3), 243-247.

HAN, J. y ROTH, W.H. (2006) Chemical inscriptions in Korean textbooks: Semiotics of macro and microworld. *Science Education*, 90, 173-201.

HOFFMANN, R y LASZLO, P (1991). Representation in Chemistry, Angewandte Chemie, Int. Ed. Engl. 30, 1–16.

MATUS, M. L., BENARROCH, A. y PERALES, F. J. (2008) Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 153-176.

PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. (2002) Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de textos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369–386.

TREAGUST, D., DUIT, R. y NIESWANDT, M. (2000) Sources of student´s difficulties in learning Chemistry. *Revista Educación Química* 11 (2), 228-235.

ÜNAL, S., ÇALIK, M., AYAS, A. y COLL, R. (2006) A review of chemical bonding studies: needs, aims, methods of exploring students´ conceptions, general knowledge claims and students´alternative conceptions. *Research in Science & Technological Education,* 24 (2), 141-172.

WU, H.-K. y SHAH, P. (2004) Exploring visuospatial thinking in Chemistry learning. *Science Education*, 88, 465-492.

LOS SERES VIVOS EN LAS ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA QUE SE EMPLEAN EN LOS NIVELES EDUCATIVOS INICIALES

Cristina Martínez Losada, Susana García Barros y María Garrido Portela. Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña.

RESUMEN: En este estudio se analiza la diversidad de seres vivos y los aspectos conceptuales que se trabajan en las actividades que se emplean en el último ciclo de Educación Infantil y primer ciclo de Primaria. Las 132 actividades analizadas han sido seleccionadas por un grupo de maestras que imparten docencia en esos niveles.

Los resultados muestran que las actividades se centran en la identificación de una gran variedad de ejemplares, prestando escasa atención al tratamiento de sus funciones y, por tanto, a su caracterización como seres vivos.

This study analyzes the diversity of living beings and the conceptual aspects that are working on activities that are used in the final round of Early Childhood Education and Primary first cycle. 132 activities selected by a group of teachers who teach at those levels were analyzed.

The results show that the activities focus on the identification of a wide variety of individuals. The activities pay little attention to the treatment of functions of living beings.

PALABRAS CLAVE: Actividades, Seres vivos, Infantil, Primaria

Activities, Living beings, Childhood, Primary

INTRODUCCIÓN

El estudio de los seres vivos encierra un alto valor educativo, no solo en cuanto permite reconocer la gran diversidad de las distintas formas de vida y su interacción con el medio, sino también en lo que se refiere al desarrollo de actitudes de respeto y conservación. Por ello, se recomienda abordar su estudio desde los niveles iniciales. En concreto, el DCB de Educación Infantil (Xunta de Galicia, 1992a) incluye como contenidos a enseñar las características y necesidades comunes a todos los seres vivos, así como algunas características específicas de animales y plantas en relación con su ambiente. Asimismo, en el primer ciclo de Educación Primaria se pretende reafirmar y ampliar los conocimientos adquiridos por los niños/as en la etapa anterior, tanto respecto a la idea de ser vivo como a la identificación y clasificación de seres vivos y a su adaptación al medio (Xunta de Galicia, 1992b), aspectos éstos que también recoge el

currículo recientemente aprobado para esta etapa educativa (D.O.G, 27 de xuño de 2007).

Sin embargo, el concepto de ser vivo, el conocimiento de las funciones que realizan…, encierran dificultades para los niños que, desde pequeños, poseen ideas preconcebidas al respecto (Carey, 1985; Garrido, 2007). La complejidad del aprendizaje de este tema requiere un tratamiento continuo y espiral, partiendo, al igual que ocurre en otros, de lo concreto para pasar a lo más abstracto, y de lo particular a lo general (Sanmartí, 2002), de tal manera que el alumno/a vaya construyendo un modelo de ser vivo cada vez más amplio (Pujol, 2003). En este sentido, lejos de aproximaciones tradicionales que consideran a los seres vivos como entes aislados, que poseen unas determinadas características, éstos han de entenderse como sistemas abiertos, dinámicos y complejos, que: intercambian materia y energía con el medio, y como resultado de ello lo modifican; captan estímulos del medio y responden a ellos; provienen de otros seres vivos y poseen la capacidad de autoperpetuarse y están constituidos por una o muchas unidades estructurales, cada una de las cuales tiene a su vez las mismas propiedades que el todo (García Rovira, 2005; Gómez Galindo et al, 2007). Desde esta perspectiva, el modelo de ser vivo puede abordarse a tres niveles de organización, ser vivo-organismo, ser vivo-ecosistema y ser vivo-célula, siendo el primero de alta significatividad en la etapa de Educación Primaria (Bonil y Pujol, 2008). En esta línea, se recomienda abordar el estudio de las funciones que caracterizan a los organismos vivos de forma interdependiente y en constante interacción con su medio. Paralelamente, es importante plantear el estudio de la diversidad de los seres vivos, insistiendo en que esta diversidad está relacionada con la forma de vivir (cada organismo vive en un determinado ambiente porque es de una determinada manera) (Pujol, 2003); además realiza las mismas funciones aunque de distinta forma.

Tradicionalmente la enseñanza de los seres vivos en los niveles educativos básicos se ha planteado de forma excesivamente aislada y descriptiva, centrándose más en el estudio de características específicas y diferenciales de determinados ejemplares que en las semejanzas existentes entre ellos. Por otra parte, la presentación de los contenidos conceptuales en los libros de texto no siempre se puede calificar de satisfactoria, pues suelen ofrecer una visión estereotipada del concepto de ser vivo –nacen, crecen, se reproducen y mueren-, sin realizar una adecuada justificación de aspectos relevantes para dicha caracterización (Cañal y Criado, 2002).

El profesorado debe ser consciente de las limitaciones arriba señaladas, así como de la necesidad de una adecuada planificación de la enseñanza de este tema. En este sentido adquieren especial relevancia las actividades que selecciona y desarrolla en el aula, pues no debemos olvidar que en estos niveles la información directa pierde fuerza frente a la actividad (Martínez Losada et al, 1999). En concreto, en la etapa de Infantil, es frecuente el uso de fichas que elaboran personalmente los docentes o seleccionan de materiales impresos correspondientes a las editoriales abundantemente utilizadas (Trueba, 1997), mientras en Primaria el uso de las actividades que propone el libro de texto es mayoritario (Martínez Losada y García Barros, 2003).

De acuerdo con lo indicado, en este trabajo se pretende averiguar en qué medida las actividades empleadas por el profesorado de último ciclo de Educación Infantil y de primer ciclo de Educación Primaria contribuyen a desarrollar un modelo de ser vivo adecuado a estos niveles educativos. Concretamente, se analizan los distintos ejemplares de seres vivos que incluyen y los aspectos conceptuales que se trabajan en ellas.

METODOLOGÍA

Se han analizado un total de 132 actividades, relativas a animales y vegetales. Todas ellas han sido empleadas en los dos últimos cursos de Educación Infantil y en los dos primeros cursos de Educación Primaria. Las actividades constituyen a una selección realizada por diez maestras, pertenecientes a un mismo centro educativo, que imparten docencia en esos niveles.

Para facilitar el análisis se elaboraron dos dossieres. Las categorías establecidas, atienden no solo a criterios científicos, sino también a las recomendaciones curriculares relativas al estudio de los seres vivos en los niveles educativos iniciales. El dossier dirigido al análisis de los distintos tipos de ejemplares incluidos en las actividades, contempla para animales tanto la clásica clasificación según el grupo al que pertenecen (mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados) como, en su caso, su carácter doméstico/salvaje. A su vez, los vegetales se agrupan en árboles, arbustos y plantas herbáceas, estas últimas se subdividen en silvestres, ornamentales y comestibles.

En el dossier diseñado para el estudio de los aspectos conceptuales concretos que se trabajan en las actividades dirigidas a animales y vegetales se ha distinguido no solo aspectos meramente morfológicos y funcionales sino otros asociados a los cambios y al desarrollo de actitudes. Concretamente se han contemplado los siguientes: a) la caracterización de animales/vegetales como seres vivos; b) el reconocimiento de especies/grupos de animales y vegetales, diferenciando dos categorías, la

estricta descripción y la relación entre morfología y hábitat; c) la morfología, tanto externa como interna; d) las características asociadas a las funciones de nutrición (tipos de alimentación, necesidades nutritivas, respiración), de reproducción (tipos, similitud entre la descendencia y los progenitores) y de relación (comunicación, movimiento); e) el ciclo vital y/o cambios de los seres vivos y f) las necesidades de cuidado y respeto de los seres vivos.

RESULTADOS

Una primera revisión de las actividades muestra que éstas se dirigen a animales y vegetales de forma individual, a excepción de una actividad que trata conjuntamente a ambos. En términos comparativos, son más abundantes las relativas a animales que a vegetales, tanto en Infantil como en Primaria.

Con relación a los ejemplares de seres vivos que incluyen las actividades (ver tabla 1), la mayoría de los ejemplares que se presentan de animales en Infantil y en Primaria, son mamíferos y aves, tanto domésticos (vaca, caballo, perro, gato, burro, cerdo, gallina, pato, pavo real…) como salvajes (tigre, león, zorro, jabalí, cigüeña, gaviota, tucán…).

Tabla 1. Ejemplares de los diferentes animales trabajados en las actividades empleadas por las profesoras.

Ejemplares		**Cursos**				**Totales**	
		2º EI N= 26	3º EI N= 20	1º EP N= 9	2º EP N= 13	EI N= 46	EP N= 22
Mamíferos	Domésticos	14	11	5	10	25 54.3%	15 68.2%
	Salvajes	6	10	8	8	16 34.8%	16 72.7%
Aves	Domésticos	14	10	2	9	24 52.2%	11 50.0%
	Salvajes	2	7	6	7	9	13 59.1%
Reptiles		1	2	2	3	3	5
Anfibios		-	2	-	4	2	4
							7

Peces		3	2	2	5	5	31.8%
Invertebrados	Insectos	4	4	1	2	8	3
	Otros	2	3	1	3	5	4

N = nº de actividades dirigidas a animales

Otras especies correspondientes a reptiles (tortuga, serpiente, cocodrilo), anfibios (rana) y especialmente peces aparecen más en las actividades de Primaria, mientras que en Infantil les muestran más insectos (abeja, mariposa, escarabajo). Bajo el término otros, se engloban diferentes animales (gusanos, pulpos, almejas…), que se incluyen tanto en Infantil como en Primaria. Cabe destacar que en una misma actividad suele incluirse el estudio de más de un ejemplar.

Los ejemplares de vegetales presentados en las actividades son siempre plantas fanerógamas en sus tres formas (árboles, arbustos y plantas herbáceas) (tabla 2). La mayoría, tanto en Educación Infantil como en Educación Primaria, son plantas herbáceas comestibles (zanahoria, cebolla, patatas…). Otro tipo de plantas, sin embargo, son más frecuentes en una determinada etapa. Así, los ejemplares de herbáceas ornamentales (rosa, margarita, clavel…) aparecen en mayor medida en las actividades de Infantil y los de árboles (pino, limonero…) en Primaria. Por otra parte, cabe destacar la ausencia de plantas herbáceas silvestres en las actividades analizadas. En esta ocasión el número de ejemplares incluidos en cada actividad es menor que en el caso de animales.

Tabla 2. Ejemplares de diferentes vegetales trabajados en las diferentes actividades empleadas por las profesoras.

Ejemplares		**Cursos**				**Totales**	
		2º EI N= 17	3º EI N= 14	1º EP N= 11	2º EP N= 12	EI N= 31	EP N= 23
Árboles		4	2	5	6	6 17.6%	11 47.8%
Arbustos		-	-	1	2	-	3
Plantas	Silvestre	-	-	-	-	-	-
						11	

Herbáceas	Ornamental	4	7	2	1	32.4%	3
	Comestible	13	5	6	6	18 52.9%	12 50%

N= nº de actividades dirigidas a vegetales

En cuanto a los aspectos conceptuales que se trabajan en las actividades, los más tratados sobre animales son el reconocimiento de diferentes ejemplares y, en menor medida, su morfología externa (Tabla 3). Por el contrario, la morfología interna, las funciones, excepto la de reproducción, y, sobre todo, la caracterización de los animales como seres vivos (circunscrita a la definición clásica y restrictiva de nacen se reproducen y mueren), así como su ciclo vital y su cuidado son escasamente considerados. También se aprecian algunas diferencias entre niveles educativos.

Tabla 3. Aspectos conceptuales sobre animales que se trabajan en las actividades empleadas por las profesoras.

Aspectos conceptuales			**Cursos**				**Totales**	
			2º EI N= 26	3º EI N= 20	1º EP N= 9	2º EP N= 13	EI N= 46	EP N= 22
Los animales como seres vivos			-	-	-	2	-	2
Reconoci-miento		Especie/grupo	17	16	3	8	33 71.7%	11 50.0%
		En relación a su hábitat	1	1	-	6	2	6 27.3%
Morfología	Externa	Crtcas. generales del cuerpo	3	1	5	4	4	9 40.9%
		Partes concretas	-	-	-	2	-	2
		Diferencias entre sexos	-	1	-	1	1	1
	Interna	Huesos/esqueleto	-	-	-	2	-	2
		Otros órganos	-	-	-	-	-	-
		Sangre	-	-	-	2	-	2
Fun	Nutrición	Alimentación	1	2	-	1	3	1
		Respiración	-	-	-	-	-	-

	Repro-ducción	Vivípara/ ovípara	3	1	1	5	4	6 27.3%
		Similitud de descendencia	1	2	-	-	3	-
	Relación	Comunicación	5	-	-	2	5	2
		Movimiento	-	-	2	1	-	3
Ciclo vital/ cambios			1	-	-	2	1	2
Cuidado/ respeto			-	-	3	-	-	3

N= nº de actividades dirigidas a animales

El reconocimiento de animales concretos de diferentes especies, casi siempre de forma individual o la diferenciación entre animales domésticos y salvajes se trabaja sobre todo en Infantil. En Primaria, además de este último aspecto, se incide en el reconocimiento de vertebrados e invertebrados y en la identificación de diferentes tipos de animales, haciendo hincapié, en 2º curso, en las características del hábitat de los mismos. Asimismo, la morfología externa se incluye en un mayor número de actividades de Primaria que de Infantil. La mayoría de ellas se centra en el estudio de características generales del cuerpo de distintos tipos de animales, en concreto, el recubrimiento de la piel (plumas, escamas, pelo…) y su tamaño. Solo un reducido número de actividades trabaja otras características como la diferenciación entre el macho y la hembra y la identificación de partes concretas de animales (boca/pico, orejas, antenas…). Por otra parte, las escasas actividades sobre morfología interna corresponden a 2º de Educación Primaria y hacen referencia a características concretas (huesos/esqueleto, sangre) de determinados grupos de animales.

Respecto a las funciones, la más tratada es la reproducción, centrada en sus tipos (ovípara/vivípara), incluyéndose, además, en un número similar de actividades de los dos niveles educativos. Sin embargo, la similitud entre descendencia y progenitores se trabaja solo en algunas actividades de Educación Infantil. Respecto a la función de relación, se aprecian también diferencias entre niveles. Así, en Infantil, las actividades inciden solo en la comunicación, concretamente en los sonidos que emiten determinados animales, mientras en Primaria, incluyen también el movimiento, trabajando formas concretas de moverse de diferentes animales (reptan, vuelan, se arrastran, nadan). La función de nutrición es la menos tratada en las actividades, circunscribiéndose a los tipos de alimentación (carnívora, herbívora, omnívora). Asimismo, las referencias al ciclo vital se hallaron en un número muy reducido de actividades.

Finalmente, cabe señalar que la caracterización de los animales como seres vivos mediante la clásica definición "nacen, crecen…", se incluye solo en algunas actividades de 2º de Educación Primaria. Además, el número de actividades que trabajan de forma específica el cuidado y respeto por los animales es muy escaso y corresponden solo a 1º de Educación Primaria.

Las actividades relativas a vegetales tienen también por objetivo preferente el reconocimiento de formas vegetales, mientras otros aspectos como la morfología, las funciones, el ciclo vital, la caracterización como seres vivos y su cuidado se trabajan en menor medida (tabla 4). En concreto, el reconocimiento de formas vegetales, se centra en la identificación de especies comestibles (perejil, zanahoria…) y de tipos de vegetales (perennes/caducos, árboles/arbustos/ herbáceas, trepadoras/rastreras…), siendo las primeras más abundantes en Educación Infantil y las segundas en Educación Primaria. El reconocimiento de otros prototipos (flores, frutos representativos) se detectó en un menor número de actividades.

Respecto a los aspectos menos tratados se aprecian escasas diferencias entre niveles educativos. Así, las actividades que hacen referencia a la morfología de los vegetales tratan, tanto en Infantil como en Primaria, su división en partes (raíz, tallo, hojas…), y algunas características de hojas y frutos concretos. Por otra parte, al igual que ocurría en animales, el número de actividades que trabajan la definición de ser vivo y las dirigidas al estudio de funciones es reducido. Sin embargo, en esta ocasión, éstas se centran, en cada curso, en las necesidades nutritivas de los vegetales (agua, aire, sol…). Además, alguna actividad incluye sus necesidades de respiración, aunque solo en Educación Primaria. Asimismo, la reproducción de los vegetales y el ciclo vital se trabajan en ambos niveles, siendo muy escasas las actividades que abordan de forma única este último aspecto. Finalmente, cabe señalar que solo una actividad de 2º curso de Primaria trata explícitamente el cuidado y respeto por los vegetales.

Tabla 4. Aspectos conceptuales sobre vegetales que se trabajan en las actividades empleadas por las profesoras.

Contenidos		Cursos				Totales	
		2º EI N= 17	3º EI N= 14	1º EP N= 11	2º EP N= 12	EI N= 31	EP N= 23
Los vegetales como seres vivos		-	1	-	1	1	1
	Formas vegetales	9	5	2	5	14	7

							45.2%	30.4%
Reconocimiento		Flores	-	4	2	2	4	4
		Frutos	4	-	3	1	4	4
		Otras (1)	-	-	1	1	-	2
Morfologí	Partes del vegetal		1	3	2	-	4	2
	Partes concretas	Hojas	1	-	-	2	1	2
		Frutos	-	-	1	-	-	1
Funciones	Nutrición	Fotosíntesis (2)	2	1	1	1	3	2
		Respiración	-	-	1	1	-	2
	Reproducción		-	2	1	1	2	2
	Relación		-	-	-	-	-	-
Ciclo vital/cambios			-	3	2	1	3	3
Necesidades de cuidado/ respeto			-	-	-	1	-	1

(1) Raíz, tallo, hojas. (2) entendida como captación de ciertas sustancias (agua, aire) necesarias para el crecimiento/desarrollo del vegetal.

N= nº de actividades dirigidas a vegetales

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES

En términos generales se percibe que las actividades analizadas, tanto de Primaria como de Infantil, incluyen una gran variedad de ejemplares, lo cual resulta coherente con su insistencia en la identificación de animales y vegetales concretos y en la morfología externa de los mismos. Por el contrario, las actividades otorgan escasa atención a las funciones que realizan estos organismos y a los cambios que experimentan (ciclo vital), cuyo conocimiento contribuiría a dar sentido al concepto de ser vivo. Además, se aprecian diferencias entre el tratamiento dado a las funciones de animales y vegetales. En estos últimos se incide sobre todo en sus necesidades de nutrición y en su reproducción, mientras que en animales se incide en aspectos diferenciales de alimentación/reproducción entre los distintos grupos. Entendemos que tanto la escasa insistencia en los cambios que experimentan los seres vivos como las diferencias detectadas en el tratamiento de las funciones en animales y vegetales no contribuye a la adquisición de una concepción unitaria y global, aplicable a la diversidad de seres vivos.

Basándonos en estos resultados, consideramos que sería deseable que las actividades de enseñanza, en estos niveles, trataran en mayor medida los aspectos funcionales que "igualan" a todos los seres vivos (animales y vegetales), evitando la excesiva preocupación por el establecimiento de diferencias entre ellos. Tal tratamiento facilitaría la percepción de que todo ser vivo realiza las mismas funciones, aunque de forma diferente dependiendo del medio en el que habita. En este sentido resulta imprescindible relacionar las citadas funciones con las diferentes morfologías, de esta forma el estudio morfológico resultaría más significativo e interesante, al pasar de una perspectiva meramente descriptiva a otra interpretativa.

Indudablemente el análisis realizado encierra limitaciones, en cuanto se dirige al estudio de las actividades de lápiz y papel propuestas por un grupo de profesoras. Cabe destacar que, si bien el uso de este tipo de materiales está ampliamente instalado en la enseñanza más tradicional y encierra deficiencias, sería conveniente profundizar en cómo se utiliza en el aula, pues tal profundización va a ofrecer matices diferenciales que pueden resultar de interés para la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

BONIL, J. y PUJOL, R.M. (2008). El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial del profesorado, *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 5-22.

CAÑAL, P. y RIVERO, A. (2002). ¿Incide la investigación en didáctica de las ciencias en el contenido de los libros de texto escolares? El caso de la nutrición de las plantas. *Alambique*, 34, 56-65.

CAREY, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: MIT Press.

D.O.G. (28 de xuño de 2007). Decreto 130/2007 polo que se establece o currículo da educación primaria na Comunidade Autónoma de Galicia.

GARCÍA ROVIRA, M.P. (2005). Los modelos como organizadores del currículo en biología. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 1-6.

GARRIDO PORTELA, M. (2007). *La evolución de las ideas de los niños sobre los seres vivos*. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña.

GÓMEZ GALINDO, A.A.; SANMARTÍ, N. y PUJOL, R.M. (2007). Fundamentación teórica y diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del modelo ser vivo en la escuela primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 325-340.

MARTÍNEZ LOSADA, C., VEGA, P., GARCÍA BARROS, S., y MONDELO, M. (1999). *Enseñar ciencias en educación primaria ¿Qué tipo de actividades realizan los profesores?* En: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. A Coruña: Universidade da Coruña.

PUJOL, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Barcelona: Síntesis.

TRUEBA, B. (1997). Modelos didácticos y materiales curriculares en educación infantil. 33, 35-46.

XUNTA DE GALICIA (1992a). Deseño Curricular Base Educación Infantil. *Consellería de educación e ordenación universitaria*.

XUNTA DE GALICIA (1992b). Deseño Curricular Base Educación Primaria. *Consellería de educación e ordenación universitaria*.

LOS CONTENIDOS RELACIONADOS CON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LOS TEXTOS DE ESTUDIO, MÁS ALLÁ DEL MODELADO KÁRSTICO

Gracia Fernández Ferrer [1], Francisco González García [2] y Francisco Javier Carrillo Rosúa [2]

[1]CPR Valle Verde, Otivar, Granada. [2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

RESUMEN: En este trabajo se muestra el análisis de los contenidos sobre aguas subterráneas presentes en 18 textos de estudio del primer ciclo de educación secundaria. Se aprecian mejoras frente a ediciones anteriores, pero se detectan ausencias y errores en conceptos básicos para el estudio de las aguas subterráneas.

ABSTRACT: In this work, we show the analysis of the contents presented on groundwater in 18 texts of study of the first cycle of secondary education. Next to improvements in previous editions, some absences and errors in basic concepts for the study of ground waters are detected.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias Naturales, Análisis de Textos, Agua subterránea.

KEY WORDS: Natural sciences education, textbooks analysis, groundwater.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los textos en la enseñanza escolar de las ciencias está bien documentada y se considera un aspecto fundamental de la enseñanza (Otero y Campanario, 1990). En la enseñanza de las ciencias naturales son numerosos los estudios que han puesto de manifiesto la influencia de los libros de texto en los errores de los alumnos (Pozo y Gómez, 1998; Mills, 1993; Odom, 1993; González y Tamayo, 2000).

Estudios diversos muestran que los recursos didácticos, a lo largo de la educación obligatoria, están impregnados de ideas, esquemas y dibujos donde el agua subterránea es representada de modo similar a la superficial, con ríos y lagos, lo que contribuye a desarrollar una concepción errónea de ellas (Dickerson y Dawkins, 2004; Cortes y San Román, 2006). Particular atención se ha mostrado a las imágenes de los textos, en los que se presentan ilustraciones que refuerzan imágenes populares erróneas (Márquez, 2002; Calvo et al., 2004). En relación a los

contenidos conceptuales relacionados con la comprensión de las aguas subterráneas se han abordado conceptos como la circulación subterránea (Yus, 1994) y permeabilidad (Cortés, 2004, 2006). Márquez (2002), en su amplio estudio sobre el ciclo del agua, resalta que los alumnos tienen particular dificultad para considerar a los acuíferos como un reservorio de agua dentro de este ciclo. La relevancia de las aguas subterráneas y su papel en el abastecimiento general del país apenas es presentado en los libros de texto (Antoranz y Martínez, 2002).

En este trabajo abordamos el tratamiento de los contenidos más básicos relacionados con las aguas subterráneas en una muestra escogida de textos de estudio del primer ciclo de educación secundaria. Esta revisión pretende conocer el enfoque que actualmente se le está dando a las aguas subterráneas, si son tratadas, y en este caso, su importancia en relación a las aguas superficiales, si se las caracteriza exclusivamente en el sistema kárstico, las posibles ideas que puedan aparecer en relación al concepto de acuífero y nivel freático, y por último, la utilización de los términos de porosidad y permeabilidad.

METODOLOGÍA

Hemos procedido al análisis de 18 libros de texto, siendo 9 de 1º curso de ESO y 9 de 2º de ESO. La elección de estos ejemplares ha seguido criterios de prestigio y frecuencia en uso de las editoriales en el territorio de la comunidad autónoma andaluza, con sus diversos proyectos editoriales. Las editoriales y proyectos consultados, con su año de edición, han sido: Proyecto Exedra-Oxford (1º y 2º, 2002 y 2003, respectivamente), Grazalema-Santillana (1º y 2º, 2001 y 2003), Guadiel-Edebé (1º y 2º, ambos 2002), Proyecto Vulcano-Akal (1º y 2º, 2002), Aula Abierta-Anaya (1º y 2º, 2000), Proyecto Ecosfera-SM (1º y 2º, 2002 y 2003), Proyecto Explora-SM (1º y 2º, 2002 y 2003), Proyecto Ozono-SM (2º, 1997), Proyecto Naturalia-SM (1º, 2007), Proyecto Entorno-SM (1º, 2007), Proyecto Cosmos-SM (2º, 2001). Las ediciones están comprendidas entre el año 2000 y 2007, salvo una que es de 1997.

El análisis se ha realizado sobre el texto de tales ejemplares, teniendo en cuenta una serie de variables importantes para un correcto tratamiento del agua subterránea, a estas edades escolares. Estas variables derivan de un análisis disciplinar básico en los contenidos de geología (Fernández, 2007). Tales variables son las siguientes:

1. CANTIDAD DE TEXTO DEDICADO AL AGUA SUBTERRÁNEA: La cantidad de texto dedicado al agua subterránea nos va a dar una idea de la importancia que le da la edición a este contenido en relación al resto de contenidos que aparecen en el tratamiento del ciclo del agua, localización

habitual del tema durante el estudio en el primer ciclo de la secundaria obligatoria.

2. CONCEPTO DE ACUÍFERO: El concepto de acuífero es estudiado como concepto clave para entender el agua subterránea y una definición válida y acorde a los últimos conocimientos científicos es imprescindible para su correcta comprensión como reservorio de agua en la hidrosfera.

3. CONCEPTO DE NIVEL FREÁTICO: El concepto de nivel freático es estudiado porque consideramos que a la luz de los conocimientos científicos actuales es necesario introducirlo para la comprensión adecuada del agua subterránea como recurso natural.

4. UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO PERMEABILIDAD: El término permeabilidad está íntimamente relacionado con el flujo del agua subterránea y por ello imprescindible para entender la dinámica del agua dentro del acuífero.

5. UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO POROSIDAD: El término porosidad es fundamental para definir un acuífero.

6. TRATAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOLAMENTE CARACTERIZADA EN EL SISTEMA KÁRSTICO: el estudio de esta variable viene motivado por la carga histórica a la que este tema está sometido. El sistema kárstico es uno de los medios donde el agua subterránea hace una labor química característica y muy conocida popularmente. El hombre a lo largo de la historia ha estado vinculado a las cuevas a través de muy diferentes formas dependiendo del momento. Este fácil acceso al mundo subterráneo, le ha llevado a hacerse una idea de ríos y lagos subterráneos, que han favorecido la génesis de ideas erróneas. Hacer un estudio basado únicamente en tales tipos de acuíferos, da una idea muy pobre de lo que es la geología de las aguas subterráneas, y si no se trata adecuadamente provoca, inevitablemente la génesis de ideas erróneas.

Al analizar estas variables en los diferentes ejemplares, se han establecido, para cada una de ellas, unas categorías, en las cuales podemos clasificar, cada uno de los libros estudiados. Estas categorías, para cada variable, son expuestas a continuación.

1. Cantidad de texto dedicado al agua subterránea:

- No trata el tema del agua subterránea.
- Se dedica una frase u oración para hablar del agua subterránea.
- Se dedica un párrafo.
- Se dedica de dos a cuatro párrafos.
- Se dedica una página completa.

- Se dedica la mitad de la unidad didáctica, aproximadamente, conjuntamente con el agua superficial.

2. Concepto de acuífero:

- No utiliza el término y no da una definición.

- Se utiliza definiéndolo como una reserva o depósito de agua.

- Se utiliza definiéndolo como una roca saturada en agua sin hacer mención a un flujo subterráneo por lo que podríamos conceptualizarla como que el agua está estancada o inmóvil.

- Se utiliza definiéndolo como una capa freática formada por la acumulación del agua infiltrada en el subsuelo hasta encontrar una capa impermeable.

- Se utiliza la definición válida y aceptada por la comunidad científica (formación geológica con capacidad para contener y trasmitir agua).

3. Concepto de nivel freático:

- No utiliza este término.

- Es definido como la superficie que separa la zona saturada en agua de la no saturada dentro de un acuífero.

- Es definido como la superficie de un acuífero.

- Es definido como el límite o nivel superior de la capa freática en un acuífero.

- Es definido como la altura que alcanza el agua subterránea en un acuífero.

4. Utilización del término permeabilidad: Sí se utiliza el término o no se utiliza el término.

5. Utilización del término porosidad: Sí utiliza el término o no se utiliza el término.

6. Tratamiento del agua subterránea solamente caracterizada en el sistema kárstico: Únicamente caracterizado en el karst o caracterizada de forma más general.

RESULTADOS

VARIABLE 1: CANTIDAD DE TEXTO DEDICADO A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

	Número de Libros de Texto	*PORCENTAJE*
No las trata	1	5.5%

Una frase	2	11%
Un párrafo	1	5.5%
Dos o cuatro párrafos	6	33%
Una página	6	33%
La mitad de la unidad didáctica	2	11%

Destacamos que dos de las ediciones estudiadas, dedican casi la mitad de la Unidad Didáctica al agua subterránea y que tales ediciones son del 2007 Este tratamiento se hace conjuntamente al agua superficial. Aun así, el número de páginas de dedicación al agua superficial es mayor, por lo que sigue dándose, una mayor importancia a esta última.

En relación a ediciones de años anteriores se percibe una mejora en cuanto a la cantidad de contenido dedicado. No obstante, esto no quiere decir que todos los libros vayan a llevar esta carga de contenido, otros textos analizados solo dedican un párrafo o una frase (16.5%). Lo más frecuente, constituyendo un 66%, es la dedicación de varios párrafos a una página dentro de las diferentes Unidades Didácticas. Si tenemos en cuenta que el dedicar una frase o un párrafo, no deja de ser anecdótico y muy poco importante, podríamos considerar de modo conjunto que casi la cuarta parte de los textos dedica un interés escaso al tema del agua subterránea.

VARIABLE 2. CONCEPTO DE ACUÍFERO:

	Número de Libros de Texto	*PORCENTAJE*
No utiliza	4	22%
Depósito o reserva	7	39%
Roca saturada	6	33%
Capa freática	1	6%
Formación geológica con capacidad para contener y transmitir agua	0	0%

De los libros analizados cuatro no utilizan el término acuífero, uno de ellos no trata el agua subterránea en su contenido, en cambio los otros tres si lo hacen en extensiones diferentes, desde una frase a unos párrafos a una página.

El 39 % de los libros analizados utilizan el concepto de depósito o reserva de agua, independientemente de la roca que la alberga. Esta concepción

es errónea ya que demuestra una confusión entre acuífero y agua que es capaz de contener y transmitir.

El 33% de los libros utilizan el concepto de roca saturada en agua. En este sentido, la concepción es adecuada en relación a que define un acuífero como una roca, la cual es más acertada que la concepción anterior y más cercana al concepto válido, esto es, al de material geológico. No obstante, peca en el adjetivo, un acuífero es un material geológico con capacidad para contener y transmitir agua, lo cual no implica que la tenga. En todo caso, para el nivel educativo que se analiza podríamos aceptar esta primera aproximación haciendo resaltar la aclaración anterior, lo que subrayaría la posibilidad de agotamiento de los acuíferos.

Uno de los textos estudiados, habla de capa freática como sinónimo de acuífero, lo cual nos parece una concepción errónea.

El concepto más actualizado y válido no es utilizado por ninguno de los libros de texto analizados.

VARIABLE 3. CONCEPTO DE NIVEL FREÁTICO:

	Número de Libros de Texto	*PORCENTAJE*
No utiliza	13	72%
Superficie que separa la zona saturada de la zona no saturada del acuífero	0	0%
Superficie del acuífero	1	6%
Nivel superior de la capa freática o acuífero	2	11%
Altura que alcanza el agua en un acuífero	2	11%

La mayor parte de los libros analizados no utiliza el concepto nivel freático. Un texto define nivel freático como superficie del acuífero, siendo esta apreciación errónea, ya que el concepto correcto está relacionado con el nivel del agua dentro del acuífero, no con el propio acuífero en sí. Además, este nivel puede sufrir oscilaciones en función de la recarga o descarga, y aún así el acuífero seguirá teniendo las mismas dimensiones.

Dos textos definen el término como nivel superior de la capa freática o acuífero. Estas apreciaciones de nivel superior de una capa freática, entendida como sinónimo de acuífero, o nivel superior de un acuífero no las podemos dar como válidas, por las mismas razones expuestas anteriormente. Otros dos de los libros estudiados relacionan el concepto de nivel freático con la altura que el agua alcanza en un acuífero, lo cual

es una concepción válida al entenderlo como nivel que separa la superficie saturada de la no saturada.

VARIABLE 4. UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO DE PERMEABILIDAD:

	Número de libros de texto	*PORCENTAJE*
No lo utiliza	12	67%
Si lo utiliza	6	33%

Únicamente el 33% de los libros analizados hacen referencia a la permeabilidad al tratar el agua subterránea.

VARIABLE 5. UTILIZACIÓN DEL TÉRMINO DE POROSIDAD:

	Número de libros de texto	*PORCENTAJE*
No lo utiliza	10	56%
Si lo utiliza	8	44%

Prácticamente en la mitad de los libros analizados, durante el tratamiento del agua subterránea hacen mención de la porosidad, como condición para que exista.

VARIABLE 6. TRATAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA SOLAMENTE CARACTERIZADA EN EL SISTEMA KÁRSTICO.

	FRECUENCIA	*PORCENTAJE*
No caracterizada tan solo por el sistema kárstico.	17	94%
Caracterizada tan solo por el sistema kárstico.	1	6%

En contra, de nuestra hipótesis de partida, en la gran mayoría de los libros estudiados, el agua subterránea se trata no únicamente caracterizada en el sistema kárstico. Aún así, hemos de decir, que aunque no ha sido motivo de nuestro estudio, en los dibujos e imágenes que aparecen en los libros estudiados, en muchos casos se representan cuevas con lagos de agua para ilustrar lo que serían las aguas subterráneas.

DISCUSIÓN E IMPLICACIONES EDUCATIVAS

Dado que en nuestro país el uso de libros de texto en la asignatura de ciencias de la naturaleza es el recurso más frecuente, a su vez realzado en los últimos años por las administraciones que suministra libros gratuitos a todo el alumnado. En este sentido en el próximo curso 2008/09 la gratuidad de libros de texto alcanzará al primer ciclo de ESO. Los autores

de este material, debería hacer una reflexión sobre lo importante que es, un tratamiento adecuado, y no erróneo de los conceptos.

En su trabajo sobre el ciclo del agua, Márquez (2002) revisó 9 textos del primer ciclo de educación secundaria, publicados entre 1996 y 1997. Solo en uno de ellos se hacía referencia al concepto de roca permeable/impermeable y solo en 5 se citaba el concepto de acuífero. Percibimos, por tanto, una mejoría en el tratamiento global que del tema se realiza en los textos de estudio. La extensión que se dedica al tema de las aguas subterráneas en los textos recién editados en el 2007 nos parece pronosticar una mejora cuantitativa del tema y esperemos que cualitativa en ciertos aspectos.

Destacamos, por un lado, el tradicionalmente poco peso que se le da al agua subterránea dentro de los contenidos y en relación al ciclo del agua. Con Márquez (2002) hemos de resaltar que el agua subterránea supone el mayor reservorio de agua dulce continental, muy por encima de las aguas superficiales, y sin embargo el alumnado no la reconoce como elemento reservorio del ciclo del agua. En tal ausencia podemos encontrar a los textos como posibles causantes.

También apreciamos ausencias en el estudio de conceptos como porosidad y permeabilidad. Cortés (2004, 2006) ha descrito dificultades en la comprensión de la permeabilidad en niveles de enseñanza superior y posteriormente este mismo autor resalta los errores presentes en los textos de educación primaria al abordar este concepto.

Por otro lado hemos de hacer una llamada a subsanar las concepciones erróneas que observamos, cuando estas son tratadas. Un ejemplo, de estas es la concepción equivocada del término acuífero, que da una idea no acertada de lo que son las aguas subterráneas y su funcionamiento.

Pensamos, que sin unas concepciones acertadas, sin un estudio de la permeabilidad y porosidad, como propiedades importantes a tratar, es muy difícil que el alumnado adquiera un modelo adecuado del funcionamiento del ciclo del agua subterráneo. Si el profesorado, por su parte, no es consciente de estos errores, nos da una idea de un futuro, en el que seguirán las aguas subterráneas rodeadas de un halo de misterio, y poco remedio se hará en relación a los problemas ambientales derivados de una explotación furtiva e insostenible.

En muchos casos los textos de enseñanza básica presentan alta resistencia a la modificación de esquemas y pueden repetir imágenes muy simplificadas. En el caso de las ilustraciones de los sistemas kársticos hemos apreciado esta tendencia, aunque por otro lado las aguas subterráneas ya no solo se caracterizan por este modelado. El cuidado en estas representaciones también es una tarea pendiente, pues con ellas se

transmiten numerosas concepciones erróneas que mantienen visiones populares y fantásticas del tema (Bar, 1989; Dove et al., 1999; Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005).

La notable necesidad de recurrir a las reservas subterráneas de agua para paliar los problemas de abastecimiento humano implica que este tema del agua subterránea no es baladí sino de gran importancia y debería tener un tratamiento adecuado y suficiente en la escuela obligatoria, si deseamos, no sólo el conocimiento, sino la concienciación adecuada de la población.

Sería importante, para futuras investigaciones, analizar las imágenes que acompañan las explicaciones textuales sobre el agua subterránea, los contenidos relacionados que se desprenden de las mismas y las propias relaciones imagen-texto. Será, así mismo, de interés indagar los modos de representación del movimiento del agua subterránea, su relación con las aguas superficiales, la representación de los materiales acuíferos e impermeables, el tiempo de residencia y el vocabulario utilizado. Este conjunto de indagaciones debería aplicarse a los textos de los dos ciclos de educación secundaria y bachillerato, con particular atención en los momentos en que las editoriales revisan sus contenidos de acuerdo a las nuevas prescripciones del currículum oficial.

BIBLIOGRAFÍA

ANTORANZ ONRUBIA M. A Y MARTÍNEZ GIL F. J. (2002). El agua y los ríos en el sistema educativo español. Congreso Internacional, sobre la gestión del Agua.Sevilla. http://alojamientos.us.es/ciberico/archivos_acrobat/sevillaponenantoranz.pdf

BAR, V. (1989) Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73(4), pp: 481-500.

BEN-ZVI-ASSARF, O. Y ORION, N. (2005). A study of junior high students' percepcions of water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53, (4), pp: 366-373.

CALVO, J.M., CORTÉS, A.L. y MARTÍNEZ, M.B. (2004). Algunos problemas relacionados con las imágenes de Geología en los libros de texto de Primaria y Secundaria. *Geotemas,* 6 (4), pp: 13-15.

CORTÉS, A.L. (2004). Ideas sobre la permeabilidad en estudiantes de Magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp: 37-46

CORTÉS, A.L. (2006). Análisis de los contenidos sobre permeabilidad de los libros de texto de Educación Primaria. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Volumen 5, número 1.

CORTÉS, A L Y SAN ROMÁN, J. (2006). “Varias visiones en torno al Agua Subterranea”. *Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Zaragoza. 13- 16 de Septiembre de 2006.

DICKERSON, D Y DAWKINS K. (2004). Eighth grade studens’ understandings of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52 (2), pp: 178-181.

DOVE. J.E., EVERETT, L., AND PREECE, P.F.W. (1999). Exploring a hydrological concept through children’s drawings. *International Journal of Science Education*, 21 (5), pp: 485-497.

FERNÁNDEZ FERRER, G. (2007). El agua subterránea en la escuela: un estudio sobre el cambio de concepciones del alumnado. Trabajo de investigación Diploma de Estudios Avanzados (no publicado). Universidad de Granada. Granada.

GONZÁLEZ GARCÍA, F. Y TAMAYO HURTADO, M. (2000). Sobre el origen de los conocimientos previos en Biología: elementos comunes entre el alumnado y los libros de texto. *Revista Educación Universidad Granada*, 13, pp: 199-215.

MÁRQUEZ, C. (2002*). La comunicació multimodal en l’ensenyament del cicle de l’aigua.* Tesi Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, Marzo 2002. Barcelona.

MILLS, G.C. (1993). Origin of life and evolution in biology textbooks. A critique. American Biology Teacher, 55, pp:78-83.

ODOM, A.L. (1993). Action potentials and biology textbooks:accurate, misconceptions or avoindance?. American Biology Teacher, 55, pp: 468-472.

OTERO, J Y CAMPANARIO, J.M. (1990). Comprensión, evaluation and regulation in learning from science text. Journal of Research in Science Teaching, 27, pp: 468-472.

POZO, J.I. Y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Morata. Madrid.

YUS R. (1994). Balsas de agua y ríos subterráneos. Representaciones de los alumnos sobre la circulación freática. Su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Vol.Extra,* pp.76-79*.* Septiembre 1994.

EXPERIENCIAS DEL USO DE LAS TIC EN LA ELABORACIÓN DE TRABAJOS DE CIENCIAS EN 4º DE LA ESO

Adrián Ponz Miranda

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza. C/ Valentín Carderera, 4. 22003 Huesca. E-mail: adrian.ponz@unizar.es

PALABRAS CLAVE: Consumo sostenible, Alimentación y salud, TIC, Aprendizaje autónomo, ESO

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo es analizar la importancia de las TIC en la construcción del aprendizaje por parte de los alumnos utilizando distintos contenidos de las Ciencias Naturales. Se muestran dos ejemplos prácticos realizados con alumnos de 4º de ESO, que les permitió ganar dos premios autonómicos y nacionales en un concurso. A modo de conclusión podemos señalar que al construir los alumnos su propio aprendizaje, a través de las TIC, se consigue en ellos una motivación superior a la observada normalmente en las sesiones magistrales en el aula, corroborando lo observado en otros estudios, así también como una mayor profundización en los contenidos que se trabajan.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de las TIC en la educación responde a la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en el campo de la investigación educativa, es decir, en la medida que las TIC contribuyen al aprendizaje significativo de los estudiantes y a la construcción reflexiva de sus conocimientos (Pontes, 1999). La gran difusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de la vida actual y, por tanto, también en la educación, nos obligan a los docentes a cambiar muchos aspectos de la enseñanza y, sobre todo, nuestra manera de enseñar, con objeto de que los alumnos lleguen a familiarizarse con estas herramientas, ya que serán ordenadores lo que ellos encuentren cuando intenten acceder al mercado de trabajo (Salomone, 2004).

A pesar de que los profesores señalan que la utilización de las TIC en la tarea educativa puede implicar un mayor tiempo en la elaboración de las clases respecto del método clásico (Sanmartí e Izquierdo, 2001), cada vez hay más docentes que no sólo trabajan en el aula con las TIC (véanse, por ejemplo, las comunicaciones del 1er Congreso Internacional Escuela y TIC, Julio 2007, Universidad de Alicante; Traver *et al.*, 2005), sino que proponen qué TIC son las más adecuadas, desde el enfoque constructivista, para su utilización en los centros educativos (Valdés y Valdés, 1994; Pontes, 1999, 2001; Sanmartí e Izquierdo, 2001; Pontes, 2005a, 2005b; López y Morcillo, 2007).

Los estudios publicados en estos últimos años revelan la importancia del uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias (Mendoza *et al.*, 2004), al mejorar la motivación del alumnado en su aprendizaje, incrementar su interés por las ciencias, y fomentar la interrelación entre el alumnado, y entre éste y el docente; sin embargo, estos estudios no pueden asegurar que las TIC mejoren significativamente el aprendizaje (Domínguez *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2007).

En el presente trabajo se analizan dos experiencias sobre el uso de las TIC en la elaboración de trabajos de ciencias, con el fin de comprobar los objetivos planteados en otros estudios anteriores:

- Utilizar el ordenador y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de las ciencias.
- Encontrar nuevas estrategias que el profesorado pueda adecuar a sus prácticas y que favorezcan los aprendizajes del alumnado.
- Integrar la teoría con la práctica, al poder aplicar el conocimiento a diferentes situaciones.
- Favorecer la individualización de la enseñanza y una mejor respuesta educativa a la diversidad.
- Potenciar el aprendizaje autónomo del alumnado.
- Mejorar la interrelación tanto entre los alumnos, como entre el docente y el alumnado en el aula.
- Hacer más atractivo el estudio de la ciencia, aumentando de esta forma la motivación del alumnado.
- Generar material didáctico en equipo para renovar e innovar nuestra labor docente de forma permanente.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio analiza dos experiencias que se realizaron en dos años consecutivos con dos grupos distintos de alumnos, pertenecientes a 4º de ESO. Con el primer grupo, el profesor, tutor del curso, perteneciente al Dpto. de Biología y Geología del Colegio San Valero –Escuelas Pías- de Alcañiz (Teruel), observando falta de compañerismo y cierto rechazo a trabajar en grupos por parte del alumnado, vio la oportunidad de utilizar la elaboración de un trabajo en equipo para intentar mejorar la convivencia entre estos alumnos, y aprovechar la existencia de un concurso nacional con premios en metálico (“Certamen europeo del joven consumidor”) para animarles a participar en el mismo. Al estar centrado dicho concurso en el área de consumo, el profesor decidió elegir “el consumo sostenible” como el tema central del trabajo. Para la realización

del trabajo se utilizaron varias sesiones de tutoría, algunas de Biología-Geología, y también algunas horas extraescolares. Al año siguiente, con el otro grupo, se trabajó de la misma forma, aunque con otra temática: "la alimentación saludable", siendo esta vez los propios alumnos, al ver el éxito obtenido por su compañeros el año anterior, los que pidieron al profesor que los inscribiera en el concurso.

El trabajo se realizó íntegramente en el aula de informática del centro, aunque en ocasiones algunos alumnos, voluntariamente, adelantaron trabajo en casa con sus ordenadores.

Los alumnos utilizaron todo tipo de fuentes para buscar información: bibliotecas, medios de comunicación, Internet, etc… El profesor se limitó a coordinar el trabajo, repartiendo la información recopilada por ellos entre los pequeños grupos establecidos, que a su vez tenían su propio coordinador. Nunca dirigió a los alumnos sobre el tipo de información que debían buscar. Después los alumnos, tras un ejercicio sintético de análisis de la información recogida, escribían sus textos en el ordenador (Microsoft Office), añadían imágenes y creaban enlaces a otras páginas web para quien quisiera ampliar la información contenida en el trabajo. El formato informático elegido para elaborar los dos trabajos fue "htm-html".

3. Resultados y Discusión

La mayoría de los alumnos se mantuvieron siempre motivados durante la elaboración del trabajo. Sólo 1 alumno en el primer año (grupo de 14 alumnos), y 2 en el segundo (grupo de 24 alumnos), no mostraron ningún interés en la realización de su trabajo. En los dos grupos, varios alumnos llegaron a profundizar a un nivel tan alto que superaron al propio profesor, algunos incluso abordaban al profesor con información nueva todos los días, lo que conllevó la realización de algún debate en clase sobre el tema tratado.

Por otro lado, se observó una ampliación sorprendente en el ámbito de la actuación docente, es decir, el trabajo de los alumnos implicó también una concienciación de los padres respecto al consumo sostenible, en el primer grupo, y respecto a la alimentación saludable, en el segundo; como pudo apreciar el profesor en sus contactos con las familias.

Los trabajos se expusieron a otros grupos de alumnos, a padres y a profesores, como así estaba establecido en las exigencias del concurso (véanse Foto 1 y Foto 2). Por otro lado, al ser ganadores de la fase autonómica del concurso, y acudir a la fase nacional, también tuvieron que preparar una exposición del trabajo, utilizando el programa Power Point, aprendiendo así otros contenidos (procedimentales y actitudinales) informáticos.

Foto 1. Los alumnos muestran su trabajo a otros cursos.

Foto 2. Los alumnos muestran su trabajo a los profesores.

Los dos trabajos fueron publicados en internet en un servidor gratuito para su posterior uso en las aulas (http://sitio.de/trabajosciencias). El primer grupo, además, tuvo la suerte de ver editado su trabajo en forma de cd-rom, gracias a la Dirección General de Consumo de la Diputación General de Aragón, que fue distribuido gratuitamente por todos los centros educativos de dicha comunidad autónoma.

Observando los resultados obtenidos podemos realizar las siguientes conclusiones:

- Se han cumplido todos los objetivos propuestos inicialmente, como también ha ocurrido en otros trabajos realizados sobre las TIC y la enseñanza de las ciencias.
- Esta experiencia corrobora las conclusiones de otros estudios, resaltando la mejora de la motivación y el interés del alumno hacia el estudio de las ciencias.
- Se han encontrado otros aspectos positivos en el uso de las TIC, que no habían sido observados en estudios anteriores: (1) la profundización autónoma extraescolar del alumno en los contenidos objeto de estudio, y (2) la ampliación del ámbito de actuación de la acción docente.
- Los datos disponibles en este trabajo no son suficientes para afirmar que con las TIC se mejore significativamente el aprendizaje en el alumno.

5. AGRADECIMIENTOS

Al equipo docente del Colegio San Valero –Escuelas Pías- de Alcañiz, por apoyar y ayudar en el desarrollo de este trabajo. Al alumnado por el interés que mostraron en la elaboración de los trabajos.

6. BIBLIOGRAFÍA

DOMÍNGUEZ, J.A., MARTÍNEZ, F., DE SANTA ANA, E., CÁRDENES, A. Y MINGARRO, V. (2005). Uso del ordenador en la enseñanza de la química en bachillerato. Lecciones interactivas de química utilizando simulaciones modulares integradas. *Enseñanza de las Ciencias, número extra, VII Congreso, pp.1-5.*

FERNÁNDEZ, M.T., HERRERAS, M.V., ASENSIO, M.A. Y GREGORI, X. (2007). *Experiencia de uso de las TIC en el aula de Biología y Geología en 3º ESO*. I Congreso Internacional Escuela y TIC, Universidad de Alicante.

LÓPEZ, M. y MORCILLO, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 6 (3), 562-576.

MENDOZA, J., MILACHAY, Y., MARTÍNEZ, B., CANO-VILLALBA, M., GRAS-MARTI, A. (2004). Uso de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) en la formación inicial y permanente del profesorado. *Revista de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales Educación*, 18, pp. 121-150.

PONTES, A. (1999). Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales.* 19, pp.53-64.

PONTES, A. (2001). Nuevas formas de aprender Física con Internet: una experiencia educativa sobre aprendizaje de conceptos y procesos científicos. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales,* 29, pp. 84-94.

PONTES, A. (2005a). Aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica. 1ª Parte: Funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), pp. 2-18.

PONTES, A. (2005b). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 330-343.

PONTES, A., MARTÍNEZ, M.P. y PEDRÓS, G. (2001): Una experiencia educativa sobre circuitos de corriente eléctrica basada en el uso del programa de simulación Ohmio 1.0. *XXVIII Reunión Bienal Real Sociedad Española de Física. Tomo II, pp. 357-358.* Sevilla: Universidad Hispalense.

SALOMONE, M. (2004). Cuando el profesor se convierte en un ordenador. *Diario El País,* 19 de Enero, Páginas de Educación.

SANMARTÍ, M. E IZQUIERDO, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Revista Alambique*, 29, pp. 71-83.

TRAVER, M., SOLBES, J. Y SOUTO, X. (2005). Cómo introducir las TIC en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VII Congreso, pp. 1-5.

VALDÉS, P. y VALDÉS, R. (1994). Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 412-417.

HUELLAS MOLECULARES DE LA EVOLUCIÓN CELULAR, LA TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

Carlos de Paz Villasenín y Luís José Míguez Rodríguez[1]

RESUMEN: Se presenta una actividad destinada al alumnado de la asignatura Biología de 2º de Bachillerato. Se pretende introducir los procedimientos básicos de la investigación biológica a través de herramientas bioinformáticas, utilizando como escenario la demostración de la teoría endosimbiótica mediante secuencias disponibles en bases de datos moleculares reales.

PALABRAS CLAVE: Biología, 2º Bachillerato, Bioinformática, Biology Workbench, SIB, Teoría Endosimbiótica.

SUMMARY: A biology high education oriented activity is presented. Using real available molecular database evidences of endosymbiotic theory, it try to introduce several basic aspects in the field of biology research thorught bioinformatics tools.

KEY WORDS: Biology, high education, bioinformatics, Biology workbench, SIB, Endosymbiotic theory.

1. INTRODUCCIÓN

Con la presente actividad se pretende poner en manos de los docentes nuevos métodos para mostrar los mecanismos evolutivos que apoyan la teoría endosimbiótica, como modelo de evolución celular.

En el currículo de secundaria el estudio del origen de las células aparece con dimensión y profundidad en cuarto curso de ESO, y se retoma con mayor profundidad en la materia de Biología de segundo de Bachillerato. Manteniéndose en el currículo de las enseñanzas mínimas de dicha asignatura de la nueva Ley de Educación (LOE), tal y como se recoge tanto en los Contenidos como en los Criterios de Evaluación en el R.D 1467/2007, de 2 de noviembre (BOE, 06.11.2007), en concreto en la primera unidad (La base molecular, y fisicoquímica de la vida), dentro de la "La célula: unidad de estructura y función. La teoría celular".

Hay que añadir que este tipo de actividades son necesarias para conseguir uno de los objetivos de la Biología ("Utilizar información procedente de distintas fuentes incluidas las tecnologías de la información y comunicación, para formarse una opinión crítica…"), y que constituyen para la enseñanza y el aprendizaje por investigación una excelente herramienta (Pozuelos & Travé, 2007).

[1] IES "A Sardiñeira". Avda. A Sariñeira, s/n, 15007-A Coruña (Galicia, Spain)

Con este trabajo ofrece la posibilidad de experimentar con nuevas aportaciones obtenidas en diferentes campos, mediante la utilización de las nuevas tecnologías, aproximando a los alumnos a la metodología científica y a los nuevos descubrimientos, y de utilizar una actividad práctica, cuya necesidad didáctica está ampliamente constatada (Cano & Cañal, 2006), ya que ofrece la posibilidad de contrastar hipótesis, desarrollar habilidades y poner en juego destrezas e integrar a los alumnos en las nuevas tecnologías (Caamaño, 2007), todo ello con el propósito de acercarlos a los temas científicos actuales, y los personajes que los protagonizan, en este caso Lynn Margulis, como parte de la cultura actual.

El trabajo que se propone elude la utilización del formato cerrado, que impide a los alumnos identificar con claridad cuál es el problema que están abordando (Caamaño & Corominas, 2004).

2. Antecedentes y entorno de trabajo

La Teoría Endosimbiótica de la Evolución presentada por Lynn Margulis en 1970 propone que las mitocondrias y los cloroplastos de células eucariotas eran originalmente procariotas que fueron “engullidos” por otros procariotas. Es esta línea, ciertos procariotas adquirieron la habilidad de utilizar el oxígeno acumulado en la atmósfera en procesos más eficientes de oxidación de compuestos orgánicos, proporcionando cantidades de energía sin precedente. Esto proporcionaría una gran ventaja a un organismo hospedador que, en lugar de digerirlo, estableciese con él una relación de simbiosis en la que uno proporciona nutrientes y protección, mientras el otro produce energía suficiente para ambos.

Aunque hoy en día está generalmente aceptada, fue duramente criticada cuando Margulis la propuso. Muchos científicos sólo aceptaron sus postulados cuando años después, en 1981, Lynn obtuvo evidencias moleculares que apoyaban su teoría a través del uso de herramientas bioinformáticas.

Actualmente los libros de texto no reflejan en modo alguno esta vía de aceptación. La teoría se apoya, a nivel didáctico, en aspectos de tipo celular como el tamaño relativo de células eucariotas y orgánulos en relación a procariotas actuales, presencia de doble membrana, características ribosomales, naturaleza del ADN de cloroplastos y mitocondrias a nivel macromolecular, etc). Se decidió así adaptar la propuesta de RADOMIR y otros (ver direcciones de Internet al final) para justificar la teoría endosimbiótica a nivel molecular en el marco de una actividad con marcado carácter constructivista en la que el alumnado además se familiarice con la investigación bioinformática.

En un breve espacio de tiempo, las herramientas bioinformáticas han crecido de forma espectacular en velocidad, fiabilidad y disponibilidad, hasta el punto de estar a disposición de cualquiera que disponga de un terminal conectado a Internet.

En esta actividad se siguen los pasos necesarios para obtener evidencias que apoyan la Teoría Endosimbiótica, usando el "Biology Student Workbench" (SIB) de la Universidad de Illinois. Se ha tratado de minimizar las desviaciones de atención, debidas al uso de entornos en inglés, a través de una colaboración con los responsables del SIB que resultó en la traducción del entorno para transformarlo en el "Entorno Educativo del 'Biology Workbench' (SIB) que facilita en gran medida el acceso a las herramientas más habituales en bioinformática por parte del alumnado de bachillerato de habla hispana.

El SIB es una colección de herramientas bioinformáticas que, entre otras cosas, permite a los usuarios:

- La búsqueda de secuencias moleculares en diferentes bases de datos moleculares.
- El análisis de esas secuencias, incluyendo el alineamiento múltiple y la comparación cuantitativa.

3. Fundamento

Para generar datos que soporten la Teoría Endosimbiótica, se han buscado secuencias con alto grado de similitud (homología) con genes mitocondriales y cloroplásticos de dos organismos eucariotas simples. El problema radica en que las secuencias de genes eucariotas y procariotas a comparar han evolucionado de forma independiente durante 2 billones de años. Una solución a este problema consiste en escoger la secuencia de un gen que sea absolutamente indispensable para la supervivencia de la célula. Así, la probabilidad de que haya sido altamente conservado es muy alta, ya que cualquier cambio importante en relación a su función, habría sido letal para la célula.

Se han usado por lo tanto secuencias mitocondriales y cloroplásticas de eucariotas simples y las correspondientes de diferentes procariotas para construir árboles filogenéticos. Si cuanto antes divergen dos organismos a partir de un antecesor común, más diferentes serán sus secuencias entre sí, la construcción de árboles filogenéticos debe permitir determinar que las secuencias mitocondriales y cloroplásticas son más próximas a ciertos tipos de procariotas.

4. Desarrollo

Se estructuró el estudio para facilitar el entendimiento de la secuencia de pasos y de la finalidad de cada uno de ellos:

4.1. Apertura de cuentas de usuario y creación de una sesión de trabajo

Los primeros 10 minutos de la práctica se utilizan para presentar el entorno a los alumnos e indicarles la necesidad de que se registren. El paso siguiente es abrir una sesión de trabajo. Este es el sistema que el SIB utiliza para organizar las acciones en función del estudio en curso.

4.2. Búsqueda de secuencias en bases de datos

El inicio del estudio pasa por realizar la búsqueda de una secuencia determinada en bases de datos moleculares (herramienta 'Njinn'). Las enzimas que intervienen en la respiración celular, muchos de los cuales son mitocondriales, han sido altamente conservados y son óptimos para este fin. Se seleccionó la secuencia del gen de la enzima succinato deshidrogenasa (succinato-deH) de *Reclinomonas americana*.

R. americana es un eucariota muy simple que se supone que no ha cambiado mucho desde su forma original. La enzima succinato-deH participa en el ciclo de Krebs y es crucial para la supervivencia celular. Podemos especular que el gen codificador de la misma ha cambiado de forma mínima durante los billones de años de divergencia evolutiva, porque cualquier mutación que alterase dramáticamente este gen resultaría en muerte celular.

Se estableció como motivo de búsqueda: "*Reclinomonas americana* succinate dehydrogenase". De entre las bases de datos disponibles se seleccionó GenBank Invertebrate Sequences. Esta base de datos contiene únicamente secuencias de ADN de organismos invertebrados. Como resultado se obtuvo "GBINV:2258325 *Reclinomonas americana* mitochondrion, complete genome". A partir de esta resultado se hizo necesario localizar, y aislar para su uso, la secuencia del gen de la succinato-deH.

4.3. Localización de secuencias homólogas (similares)

El paso siguiente consistió en la búsqueda de secuencias homólogas al gen de la succinato-deH mitocondrial (subunidad 2) de *R. americana* (herramienta BLASTP). En este caso, interesa comparar la secuencia problema con otras de organismos tanto eucariotas como procariotas. La mejor base de datos en ese caso es "SwissProt". Observando los resultados, se observan, entre otros, registros de bacterias. Dicho de otro modo, seleccionando la secuencia de un gen mitocondrial eucariota y, buscando similitudes, se localizan secuencias, tanto de procariotas como de eucariotas, que responden a una posible homología.

Observando en detalle se constata que:

- el primer registro de la página de resultados corresponde al ADN mitocondrial de la propia *Reclinomonas americana*.
- Las secuencias de procariotas que muestran mayor grado de similitud con la de *R. americana* son: *Rickettsia prowazekii, Rickettsia conorii* y *Paracoccus denitrificans***.** Más importante que sus nombres es el hecho de que todas ellas se enmarcan dentro del grupo de las alpha-Proteobacterias. Esto sugiere que las células procariotas que habrían sido endocitadas hace millones de años, y que presuntamente habrían dado lugar a las mitocondrias, estarían relacionadas con las alfa-Proteobacterias actuales.

4.4. Comparación de secuencias mediante alineamiento

A continuación se determinó en qué grado se parece la secuencia problema a la de una alfa-proteobacteria mediante el alineamiento de secuencias (herramienta CLUSTALW) a través de la localización de regiones comunes entre ellas. De este modo se puso en evidencia la existencia de una extensa región homóloga entre ambas.

Un alto nivel de homología entre secuencias mitocondriales eucariotas y bacterianas, especialmente considerando que procariotas y eucariotas tomaron caminos evolutivos divergentes hace unos dos billones de años, aporta pruebas evidentes que apoyan la teoría de que las mitocondrias son productos evolutivos de formas bacterianas.

4.5. Búsqueda de secuencias homólogas a la del gen de la subunidad 8 del NADH-deH mitocondrial

Seguidamente se repitió el mismo procedimiento usando un gen mitocondrial diferente de *R. americana*. Esto permitió, en primer lugar, revisar el procedimiento de búsqueda, importación y alineamiento de secuencias. En segundo lugar, sirvió para mostrar que la homología observada entre genes de bacterias y de mitocondrias no se limitan a un único gen.

Los resultados revelaron secuencias de procariotas entre las mejores puntuaciones de similitud. Todas ellas (*Rhodobacter capsulatus*, *Rickettsia conorii*, *Rickettsia prowazekii*, *Rickettsia tiphi* y *Paracoccus denitrificans*) son alfa-proteobacterias. Una vez más, esto sugiere que este grupo bacteriano es el origen probable de las mitocondrias. Ahora veremos cuanto se parecen la secuencia del gen de la NADH-deH mitocondrial de *R. americana* (subunidad 8) y una de las de alfa-proteobacterias.

Los análisis de los genes de la succinato-deH y NADH-deH sugieren que *R. americana*, un eucariota simple, posee genes mitocondriales homólogos a

los de alfa-proteobacterias, posibles predecesores evolutivos de las mitocondrias.

4.6. Centrándonos en los Cloroplastos

Una vez demostrada la evidente relación entre genes bacterianos y genes mitocondriales, sugiriendo un origen bacteriano para las mitocondrias, se buscó hacer algo similar con los cloroplastos. El gen cloroplástico con el que se trabajó codifica una proteína ribosómica altamente conservada en el alga *Porphyra purpurea*.

Se usó como motivo de búsqueda "*Porphyra purpurea* ribosomal protein S12" sobre la base de datos "SwissProt" y se siguió el mismo esquema de trabajo que en lo indicado más arriba para las secuencias mitocondriales.

Una vez más, la secuencia con mejor puntuación es, evidentemente, la misma que usamos como motivo de búsqueda. Entre los resultados con mejores puntuaciones, se encuentran algunas secuencias bacterianas. Esto indica que la secuencia de la proteína ribosómica S12 del cloroplasto de *P. purpurea* es más próxima a las secuencias de proteínas ribosómicas S12 de algunas bacterias que a las de otras plantas. Las secuencias bacterianas con mayor similitud (*Synechococcus*, *Synechocystis*, y *Spirulina platensis*) pertenecen a la clase de las Cyanobacteria.[2] Se estudió la similitud, mediante alineamiento, con la mejor de las puntuaciones, *Synechococcus* para poner de manifiesto el elevado grado de conservación.

Llegados este punto, el uso de varias herramientas bioinformáticas de uso corriente por los investigadores, permitieron obtener evidencias que apoyan la teoría endosimbiótica. A lo largo de la construcción del argumento, se constata que:

- Las secuencias mitocondriales son más próximas a las de alfa-Proteobacterias que a las de otras clases bacterianas.
- Las secuencias cloroplásticas son más próximas a las de Cianobacterias que a las de otras clases de bacterias.

4.7. Creación de árboles filogenéticos

Para completar el análisis de las relaciones de mitocondrias y cloroplastos con determinados tipos de bacterias, se usó el mismo Entorno Educativo de Biology Workbench para crear árboles filogenéticos (herramienta DRAWGRAM) que mostrasen gráficamente las relaciones de proximidad entre estos grupos a diferencia de otros. Aquí se hace evidente la

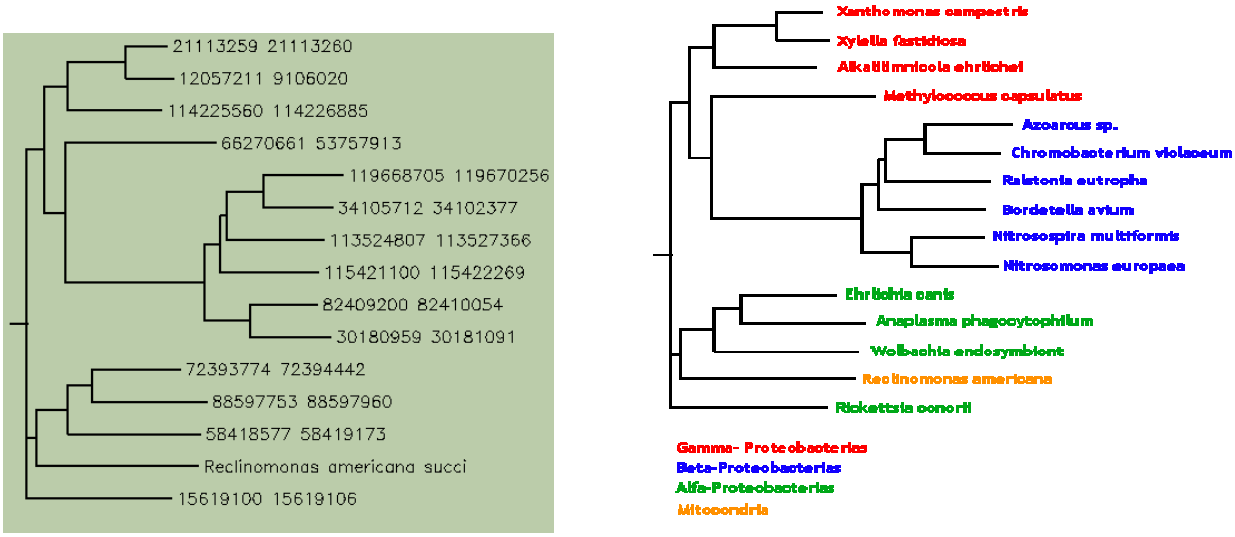
[2] Del mismo modo que los genes de *R. americana* con lo que hemos trabajado mostraban una especial homología con las secuencias de alpha-Proteobacteria, el de la proteína ribosómica cloroplástica S12 de *P. purpurea*, muestra una alta homología con los correspondientes a genes de bacterias del grupo Cyanobacteria**.**

necesidad de usar secuencias altamente conservadas porque, entre los microorganismos, la tasa de mutación es muy alta de modo que en otro tipo de secuencias no aparecerían similitudes adecuadas.

4.7.1. Árbol filogenético basado en el gen de la Succinato-DeH (Subunidad 2)

Se usó la secuencia de la succinato-deH (subunidad 2) previamente utilizada. Basándonos en ella, se realizó la búsqueda de secuencias similares y se seleccionaron organismos que representasen las diferentes clases de bacterias[3].

El SIB proporciona un gráfico en el que las diferentes secuencias se indican con códigos, poco significativos a primera vista. La edición del mismo cambiando códigos por nombres y usando un código de colores según grupo taxonómico revela en un solo golpe de vista la evidencia de las relaciones:



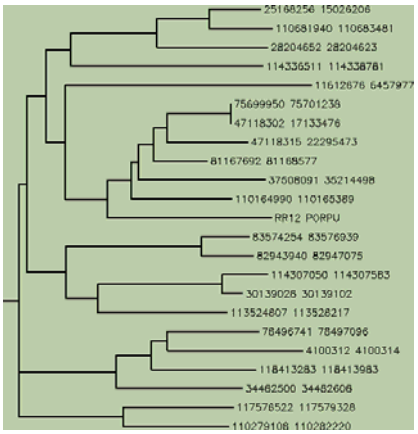
Así, se hace evidente el agrupamiento según las diferentes clases de bacterias. Más importante es el hecho de que *R. americana* se agrupa con las alpha-Proteobacteria, indicando, definitivamente, la estrecha relación con este grupo concreto de procariotas.

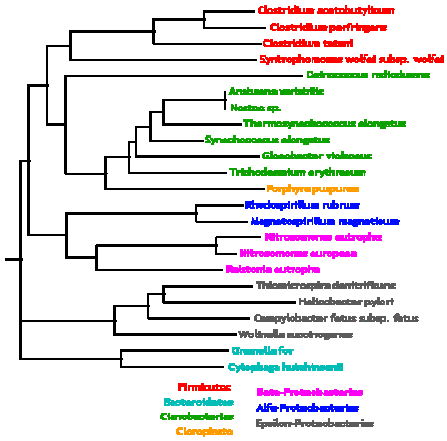
[3] Incluimos alfa-, beta- y gamma-proteobacterias. El SIB nos limita al no permite modular el número de resultados de una búsqueda, estableciendo de forma predeterminada el máximo en 100. Con un máximo de 250 resultados (posible con Biology Workbench 3.2), el listado resultante de esta búsqueda incluiría también arqueobacterias, *Bacillus* y otros grupos. El listado aquí propuesto es el resultado de analizar dos filogenias obtenidas, cada una, con 50 de los 100 resultados de la búsqueda con BLASTP, con el objetivo didáctico de obtener un buen agrupamiento ilustrativo del objetivo perseguido.

4.7.2. ÁRBOL FILOGENÉTICO BASADO EN LA SECUENCIA GÉNICA DE LA PROTEÍNA RIBOSÓMICA CLOROPLÁSTICA S12

Se usó otra secuencia ya familiar para los alumnos, la de la proteína ribosómica cloroplástica S12 de *Porphyra purpurea*. Como en el caso anterior, este gen está presente en todos los organismos con elevado grado de conservación. También en este caso, con las limitaciones impuestas por el entorno, se trató de incluir el mayor número de divisiones o clases de bacterias posible.

Se muestra a continuación el árbol obtenido y la versión reeditada, incluyendo nombres y código de colores de grupos taxonómicos, el el que se puede apreciar un claro patrón de agrupamiento. Según dicho patrón, la secuencia de la proteína S12 del eucariota *Porphyra purpurea* se agrupa con los miembros del grupo Cianobacterias como resultado de la estrecha relación evolutiva existente entre ambos:





5. CONCLUSIÓN

El reducido número de alumnos cursando 2º de Bachillerato en los dos últimos cursos aportan datos que carecen de significación estadística. Se ha evaluado el nivel de comprensión a través de un cuestionario en el que se instaba al alumno a reproducir sobre el papel el diseño de la experiencia individualizando claramente la hipótesis de partida, la secuencia metodológica detallada y la conclusión alcanzada. Así, se ha constatado que, usando varias herramientas bioinformáticas, reunidas en el Entorno Educativo de Biology Workbench, los alumnos han podido comprobar que los genes mitocondriales y cloroplásticos de eucariotas simples presentan secuencias con alta homología con ciertos grupos de bacterias. Este tipo de evidencia es un apoyo firme a la teoría endosimbiótica, según la cual las células eucariotas proceden de células procariotas que, tras un proceso de endocitosis, establecieron una relación simbiótica con otros procariotas. En concreto, se encontraron de que las

mitocondrias podría haber evolucionado a partir de alfa-proteobacterias y los cloroplastos a partir de Cianobacterias.

La experiencia ha permitido una aproximación práctica y real al concepto teórico planteado, integrando las TIC en un contexto en el que la enseñanza tradicional manifiesta evidentes carencias (López García et al., 2007) y utilizando una metodología en la que prima más la actividad y la construcción del conocimiento que la mera recepción pasiva del mismo (Area Moreira, 2003).

La integración de la bioinformática en el plan de estudios de Bachillerato mejorará la enseñanza de la biología. Se demuestra que la aplicación de las Tecnologías de la Información y la comunicación en entornos educativos adecuados genera conocimiento, aproxima a los estudiantes a la metodología científica reduciendo considerablemente la distancia que separa la realidad de los centros escolares y la de los centros de investigación. Esta característica es patente para los estudiantes que, en nuestro caso, han manifestado un alto grado de motivación, requiriendo en contadas ocasiones la intervención del profesor, siempre en el sentido de confirmar relaciones entre los aspectos concretos de la práctica y los contenidos curriculares abordados.

Por último, se ha contribuido a ampliar las posibilidades de investigación escolar en lengua castellana, al haber contribuido, como base para esta experiencia, con la traducción del entorno SIB (ver *direcciones de internet* al final).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AREA, M. (2003). Guía Didáctica: creación y uso de webs para docencia universitaria. *Edullab: Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Univ. de La Laguna.* http://www.edullab.org/

CAAMAÑO, A & COROMINAS, J. (2004). ¿Cómo abordar con los estudiantes la planificación y realización de trabajos prácticos investigativos?. *Alambique*, 39: 52-63.

CANO, M & CAÑAL, P. (2006). Las actividades prácticas en la práctica: ¿Qué opina el profesorado?. *Alambique*, 47: 9-22.

LÓPEZ, M y J.G. MORCILLO (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación Secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3): 562-576. En http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf

MARGULIS, L. (1981). *Symbiosis in cell evolution*. W.H. Freeman, New York. Ed.1993. 452pp.

POZUELOS, F.J. & TRAVÉ, G. (2007). Las TIC y la investigación escolar actual. *Alambique*, 52: 20-27.

JIMÉNEZ, P.; CAAMAÑO, A.; PEDRINACI, E., y De PRO, A. (2007). *Enseñar ciencias*. 176: 95-118.

DIRECCIONES DE INTERNET

Biology Student Workbench: http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/sib.py

Entorno Educativo de "Biology Workbench" (castellano): http://bighorn.animal.uiuc.edu/cgi-bin/esib.py

Guión de la práctica detallada con imágenes del proceso paso a paso:

http://centros.edu.xunta.es/iesasardineira/moodle/mod/resource/view.php?id=603

RADOMIR, S., J. ELDERKIN, M.J. DARCY, J. SABO, and D.M. RAINERI. Understanding the Evolution of the Eukaryotic Cell: The Endosymbiotic Theory. *Department of Microbiology, University of Illinois at Urbana-Champaign.*

En http://bsw-uiuc.net/tutorials_current/Endosys/endosys.pdf

HIPERTEXTO PARA LA ENSEÑANZA DE PROBLEMAS NUMÉRICOS SOBRE MAGNITUDES QUÍMICAS BÁSICAS.

José Eduardo Vílchez López

PALABRAS CLAVE: Hipertexto; Mapas conceptuales; Resolución de problemas; mol.

RESUMEN: En esta aportación se presenta una herramienta hipertextual que puede utilizarse como apoyo en el tratamiento didáctico de aspectos clásicamente identificados como clave en la enseñanza de la química: la resolución de problemas sencillos, que impliquen el dominio de conceptos como mol y cantidad de sustancia entre otros. El desarrollo de este trabajo ha permitido también revisar algunas posibilidades de hipertextos, mapas conceptuales, y entornos virtuales, en la enseñanza de la química.

TITLE: HYPERTEXT FOR TEACHING NUMERICAL PROBLEMS ABOUT BASIC CHEMICAL MAGNITUDES.

KEYWORDS: Hypertext; Concept maps; Problem solving; Mole.

ABSTRACT: This work presents a hypertext-based tool that could be employed as a support for teaching key concepts in chemistry such as the resolution of simple problems involving concepts like mole and amount of substance among others. This work also reviews the opportunities to use hypertext, concept maps and virtual settings for teaching chemistry.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El impacto de las nuevas tecnologías en la educación está resultando tan profundo como diverso. De alguna u otra forma afecta a las relaciones expresadas en los siguientes binomios: estudiante-profesor, estudiante-contenido, estudiante-estudiante y profesor-contenido.

Puede debatirse si realmente este impacto está repercutiendo en una mejora objetiva de los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero en cualquier caso, un indicador de la validez del uso de las TIC puede ser la efectividad con la que contribuyan a resolver dificultades que hayan sido tradicionalmente descritas por la investigación educativa.

En esta aportación se describe una herramienta hipertextual (*quimicalcul)* que, combinada con un entorno virtual de aprendizaje como *moodle*, puede utilizarse como apoyo en el tratamiento didáctico de aspectos clásicamente identificados como clave en la enseñanza de la química: la resolución de problemas sencillos que impliquen el dominio de conceptos como mol y cantidad de sustancia entre otros.

1.1. Nuevas tecnologías en la enseñanza de la química.

Después del desarrollo de la tecnología y los estándares (plataformas, programas), el reto está en el desarrollo de los contenidos, entendiendo que un diseño óptimo de los mismos, no puede consistir en utilizar los ya existentes en formatos convencionales (texto plano) y su disposición en la red. Así concretamente en el caso de la enseñanza de las ciencias, en los últimos años estamos asistiendo al desarrollo de una amplia batería de posibilidades (materiales multimedia, hipermedia, software de simulación…), siendo el eslabón más básico los hipertextos, es decir documentos no lineales estructurados asociativamente mediante enlaces y nodos.

Centrándonos en el caso de la química, una reciente revisión histórica (Jiménez y Llitjós, 2006) muestra el interés creciente en el uso de recursos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de esta ciencia. La culminación de este proceso evolutivo está constituida por el uso de materiales hipermedia y el uso de entornos virtuales de aprendizaje (Jiménez y Llitjós, 2005).

1.2. Mapas conceptuales como recurso didáctico.

Como se verá más adelante (en el apartado descripción), *quimicalcul* se estructura como un mapa conceptual con los correspondientes conceptos y operadores, por lo que podría beneficiarse de algunas ventajas de esta forma de presentación de la información.

Los mapas conceptuales fueron desarrollados por el Profesor Joseph D. Novak de la Universidad de Cornell en las décadas de 1960-70, basándose en las ideas de Ausubel sobre aprendizaje significativo y apoyándose en las de Vygotsky sobre intercambios sociales en el aprendizaje. Las experiencias comunicadas por Novak al usar este tipo de herramienta fueron muy positivas (Novak y Gowin, 1988) favoreciendo aprendizajes activos, significativos y colaborativos, y enmarcándose dentro de la corriente constructivista sobre la educación. Recientemente existe una revitalización en la consideración de los mapas conceptuales como recurso didáctico, al desarrollarse un software específico para editarlos (*Cmap Tools*), y la voluntad de establecer redes y proyectos de colaboración entre instituciones educativas (Cañas, Novak y González, 2004).

1.3. Dificultades en la enseñanza de los conceptos de mol o cantidad de sustancia.

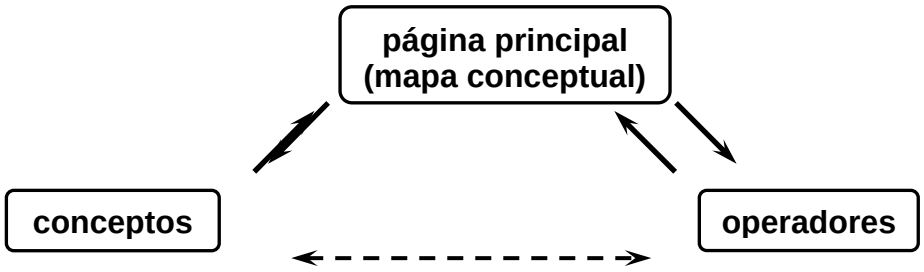
Existen una gran cantidad de trabajos que se ocupan, tanto del diagnóstico de dificultades, como del tratamiento didáctico de conceptos clave como mol y cantidad de sustancia. Se pueden citar por ser especialmente significativos o recientes: Dierks, 1981; Furió et al., 2002 y

2006; Lybeck et al., 1988; Padilla et al., 2006. Parece ser que los errores de comprensión derivan de la equiparación de la cantidad de sustancia con otras magnitudes como la masa o el volumen. En el caso del concepto de mol los estudiantes suelen identificarlo simplemente con una cantidad de masa o volumen, o con un número de partículas (Número de Avogadro), pero no acceden al significado profundo de la causa de esas equivalencias.

Estas dificultades se expresan especialmente en la resolución de problemas cuantitativos sobre estas magnitudes. Es frecuente el solapamiento entre los aspectos científico y matemático del problema (Pozo y Gómez Crespo, 1998), de forma que en muchos casos el estudiante es incapaz de razonar en términos de proporcionalidad o relaciones matemáticas sencillas, y aprende algoritmos o problemas tipo que ejecuta de forma repetitiva y poco reflexiva (Gómez Moliné, 2007).

2. DESCRIPCIÓN

La herramienta hipertextual que aquí se presenta consiste en un sitio-web[1] constituido por tres páginas multienlazadas, según se indica en el *Esquema 1.*



Esquema 1

La *página principal* consiste en un mapa conceptual (*Figura* 1) en el que se describen los principales cálculos numéricos que se pueden realizar entre magnitudes químicas básicas.

En los nodos de este mapa conceptual aparecen conceptos como la cantidad de sustancia (número de moles), la masa expresada en gramos, el volumen en litros, el número de partículas (átomos, moléculas, iones) y la masa en unidades de masa atómica (u.m.a.). Estas magnitudes están conectadas por los correspondientes operadores; el peso fórmula (PF), el número de Avogadro (NA) y el coeficiente 22,4 que relaciona la cantidad de sustancia y el volumen de un gas ideal, en condiciones normales de

[1] Para elaborar el sitio-web se ha utilizado el software de edición-web *Macromedia Dreamweaver MX 2004* y como fondo de pantalla: <http://hk.geocities.com/cejsachem/background.gif>.

presión y temperatura[2]. Cada botón que aparece en el mapa conceptual, correspondiente a un concepto o un operador, contiene un hipervínculo a alguna de las otras dos páginas, totalizando un total de 13 enlaces desde la página principal (5 a la de conceptos y 8 a la de operadores).

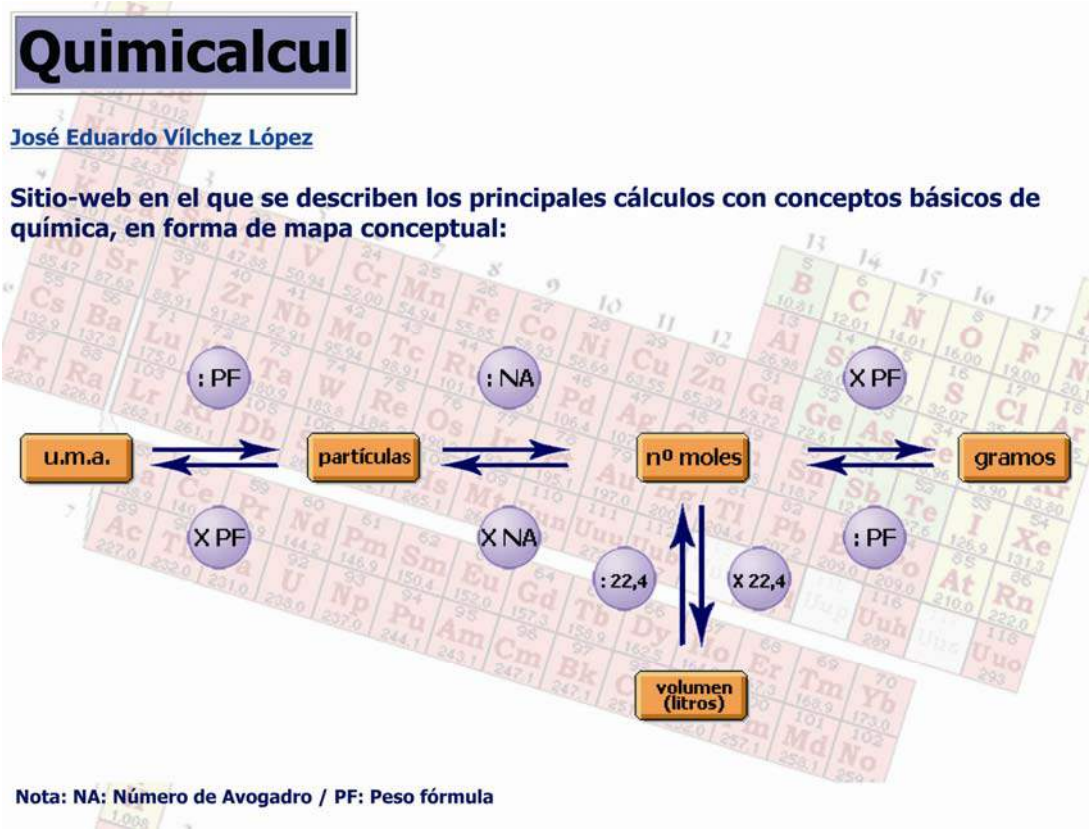


Figura 1

En la página denominada *conceptos* (en la *Figura 2* aparece un fragmento de esta página) se incluyen, de forma continua, una serie de comentarios para cada una de las magnitudes que aparecen como nodos del mapa conceptual de la *página principal*.

Estos comentarios pretenden facilitar la comprensión del funcionamiento del mapa conceptual, así como hacer más accesible el significado de esos conceptos a un estudiante principiante de química. Así, en el caso del botón "nº moles", además de una definición operativa y la oficial de la IUPAC, se muestra la importancia del concepto de mol en las transformaciones numéricas sencillas entre magnitudes químicas. En el botón "gramos", se comenta como para manipular sustancias químicas a nivel macroscópico hace falta conocer su masa, siendo esta unidad la más adecuada. En el caso del volumen de gases, se describe de forma sencilla y con ejemplos la ecuación de los gases ideales. En el concepto número de

[2] Como es conocido, el coeficiente 22,4 se obtiene empleando la ecuación de gases ideales PV = nRT, para P = 1 atm., T = 273K, n = 1 mol y R = 0,082 atm x L x (mol x K)$^{-1}$.

partículas se comentan las distintas posibilidades de organización de la materia (átomos individuales, moléculas, iones) y como el mol se asocia a un conjunto de estas unidades.

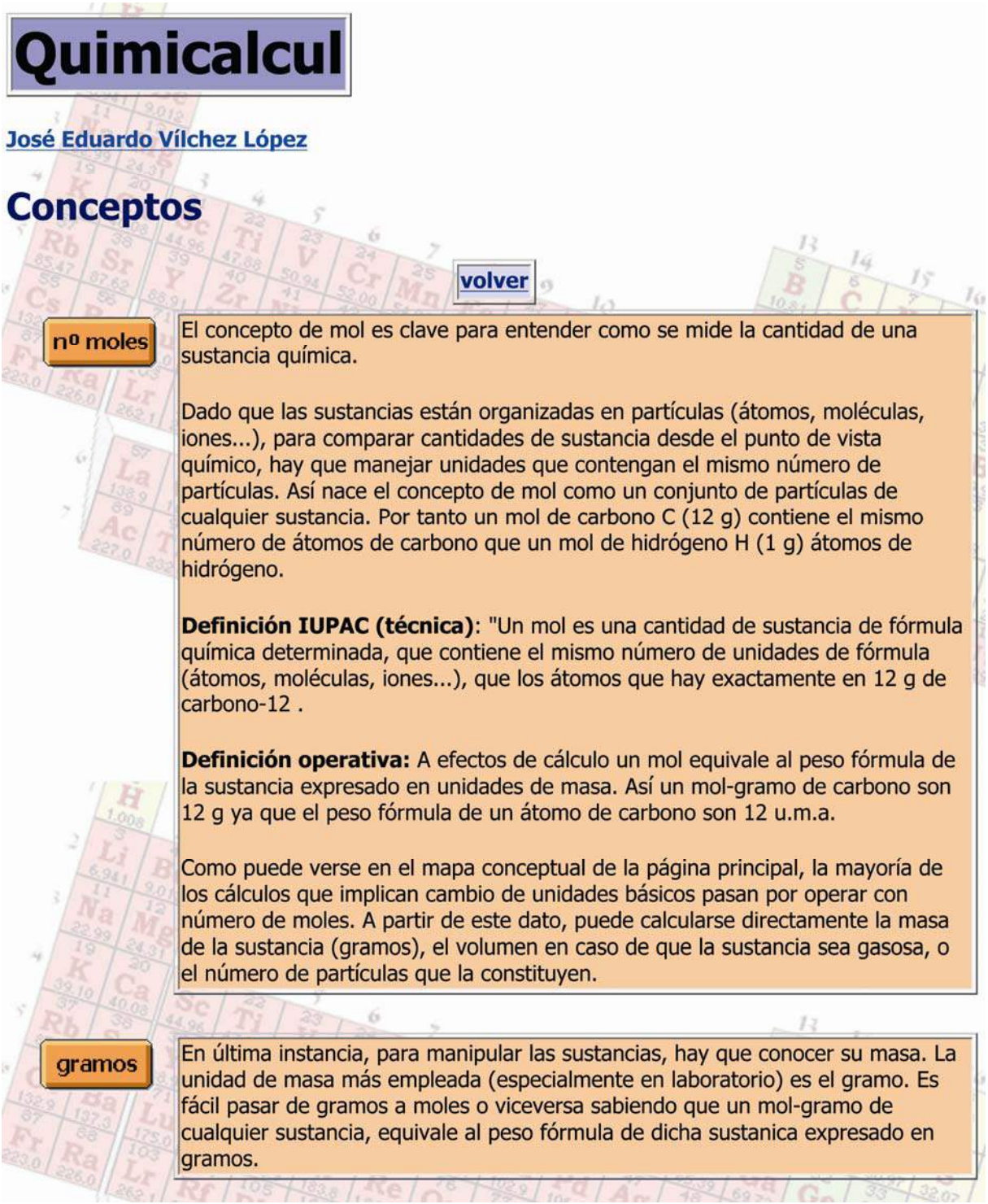


Figura 2

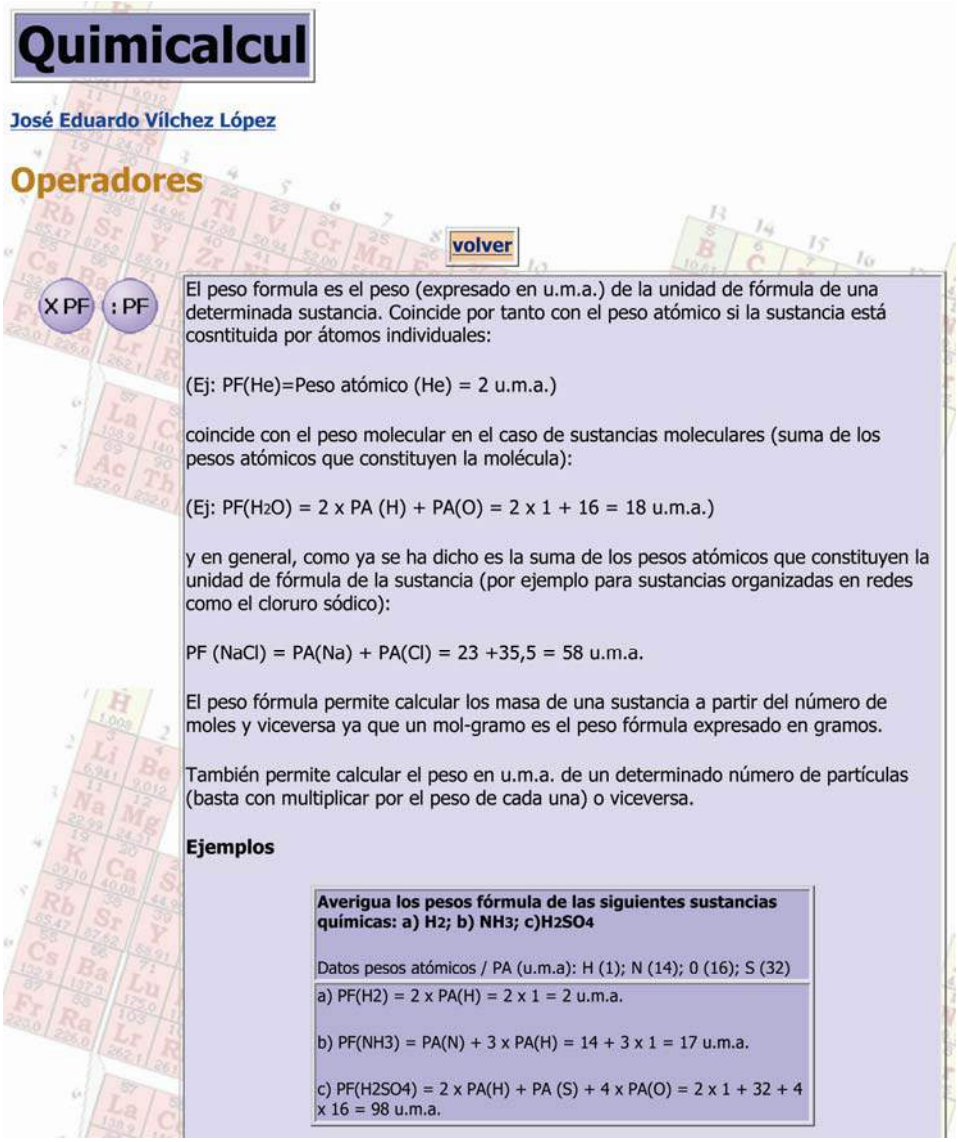


Figura 3

Al mencionar el término Número de Avogadro, se activa un vínculo con la página *operadores*, donde este concepto aparece desarrollado. Finalmente en el número de u.m.a., además de definirse el concepto de unidad de masa atómica, se comenta la inconveniencia de utilizar el gramo para medir la masa de partículas de orden atómico, y se indica la equivalencia entre ambas unidades.

En la página denominada *operadores* (en la *Figura 3* aparece un fragmento de esta página), se incluyen definiciones y comentarios sobre el peso fórmula (integrando en él los pesos atómicos y moleculares), el Número de Avogadro (aparece su valor y apuntes sobre su desarrollo histórico), y el coeficiente 22,4 (su relación con la ecuación de los gases ideales). Además existen vínculos que llevan a determinados puntos de la página *conceptos*, al mencionarse el concepto de mol y el volumen de un gas. No obstante, lo más importante de esta página es el buen número de

ejemplos que incluye sobre el uso de estos operadores, en forma de pequeños problemas numéricos resueltos, que pueden resultar ilustrativos para el estudiante principiante.

3. FUNCIONALIDAD

El mapa conceptual que aparece en la página principal de *quimicalcul* (*Figura* 1), fue concebido originalmente como un esquema nemotécnico auxiliar que permitiera a estudiantes principiantes recordar las conversiones entre las magnitudes químicas básicas. Aunque matemáticamente estas conversiones no son más que cálculos proporcionales simples, suelen plantear, como ya se ha comentado anteriormente, verdaderas dificultades a muchos estudiantes que acceden por primera vez al aprendizaje de la química. Y no sólo en el caso de alumnos de secundaria o bachillerato, sino incluso en alumnos universitarios (estudiantes de magisterio) que en principio, no deberían tener problemas en resolver simples problemas numéricos proporcionales. El problema no hay que buscarlo en el desarrollo matemático por tanto (Pozo y Gómez Crespo, 1998), sino en la dificultad de comprender ciertos conceptos como la cantidad de sustancia química y las relaciones entre el "mundo microscópico" (átomos, moléculas, iones…) y el "macroscópico" (gramos, litros…), en relación a la estructura de la materia (Furió et al., 2002 y 2006). Esta falta de cercanía al estudiante impide que identifique las relaciones entre esas magnitudes como simples proporciones. La presentación de los conceptos y sus relaciones en forma de un único mapa conceptual pueda aportar una serie de ventajas:

a) En este contexto, la integración de una serie de transformaciones entre magnitudes en la que los operadores simplemente multiplican o dividen puede ayudar al estudiante a asociar analógicamente estos cálculos con otros más cotidianos (dinero, objetos que se compran o venden, etc.).

b) Asimismo, al tener una visión de conjunto se facilita la comprensión de cálculos que impliquen más de una etapa. Así, por ejemplo, la relación entre la masa (gramos) de una sustancia y el número de átomos que contiene, requiere la consideración (explícita o implícita) de dos proporciones (gramos-moles y moles-átomos).

c) El hecho de que el concepto de mol ocupe el centro del mapa conceptual, y que la mayoría de las conversiones entre magnitudes requieran "pasar por él", es un refuerzo implícito que contribuye a que el alumno comprenda su importancia y la necesidad de la existencia de la magnitud cantidad de sustancia en química.

No obstante, no sería satisfactorio que el aprendizaje se limitara a una correcta ejecución de las transformaciones numéricas sin una

comprensión profunda de los conceptos. Por eso es fundamental la existencia de enlaces a las otras dos páginas: *conceptos* y *operadores*, que permiten consultar puntualmente algunos aspectos dudosos así como acceder a ejemplos aclaratorios.

Uno de los riesgos de las herramientas hipertextuales como *quimicalcul* consiste en conferirles la totalidad de la responsabilidad educativa (Valeira y Meneses, 2006). Sigue siendo esencial el papel del profesor como guía y mediador en el uso de este tipo de materiales por parte del estudiante (Cabero, 1996).

Un aspecto interesante en el uso de hipertextos en la enseñanza de la química puede ser el aprendizaje colaborativo (Jiménez y Llitjós, 2005). En este sentido, el uso de *quimicalcul* como trabajo en grupo puede aportar beneficios en cuanto a la co-regulación de las dificultades en la resolución de problemas entre los propios estudiantes (Gómez Moliné, 2007 y referencias allí citadas).

4. EVALUACIÓN

Aunque los primeros datos cualitativos sobre la eficacia de esta herramienta en estudiantes de Magisterio han resultado moderadamente positivos (uso en sesiones presenciales, comentarios y dudas de los alumnos en la plataforma, y entrevistas personales), es conveniente disponer de datos cuantitativos que supongan una primera aproximación a una valoración objetiva.

Para ello se ha utilizado un mini-cuestionario (*Cuadro 1*) consistente en la resolución razonada de 3 pequeños problemas numéricos que implican el paso de moles a gramos (item 1), de gramos a moles (item 2) y el paso de gramos a moléculas (item 3):

> *Si una molécula de hidrógeno gaseoso (H_2) pesa 2 u.m.a., considera cuantos gramos constituyen un mol-gramo.*
>
> *1) Calcula el número de gramos contenidos en 5 moles-gramo.*
>
> *2) Calcula el número de moles-gramo contenidos en 100 gr.*
>
> *3) Calcula el número de moléculas contenidas en 100 gr.*
>
> *Justifica las respuestas.*

Como puede comprobarse se trata de un cuestionario muy básico que pretende evaluar las destrezas en cálculos preliminares correspondientes a los momentos iniciales de la formación en química. Precisamente para ese estadio formativo está enfocado el sitio-web *quimicalcul*, así que un cuestionario como este permite comprobar el avance en esos momentos iniciales antes y después de utilizar la herramienta como instrumento didáctico de apoyo.

Se ha pasado el cuestionario a los alumnos de la asignatura *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica* de la titulación de Maestro de Educación Primaria del C.E.S. Cardenal Spínola – CEU (centro adscrito a la Universidad de Sevilla). Se trata de una muestra bastante heterogénea respecto a su formación en química; abarcando desde estudiantes que provienen de un bachillerato de ciencias cursando recientemente asignaturas de química (hace dos años), hasta otros que jamás han cursado contenidos de química desde su formación básica (secundaria, antigua EGB), y que han realizado otros estudios universitarios antes de magisterio. Los estudiantes han realizado la prueba en dos momentos consecutivos:

1) Después de desarrollar en clase de forma teórica conceptos como peso fórmula, mol y número de Avogadro, pero sin haber todavía iniciado el trabajo con cálculos numéricos (muestra pre-intervención).

2) Después de familiarizarse y consultar el sitio-web *quimicalcul* durante una sesión (muestra post-intervención).

Cada item se ha puntuado de 0 a 1, valorándose no sólo los resultados numéricos sino las justificaciones o argumentaciones de las respuestas. Así que la puntuación global en la prueba oscila entre 0 y 3 puntos. Los resultados correspondientes al análisis de los datos se muestran en la *Tabla 1*. En ella se incluyen las poblaciones de ambas muestras (pre- y post-intervención), las medias de las puntuaciones de cada item y de la puntuación global, así como los datos correspondientes a la prueba estadística de contraste utilizada (*t de Student* para muestras relacionadas).

	N	Media Item 1	Media Item 2	Media Item 3	Media Total
Muestra Pre-intervención	46	0,82	0,78	0,38	**1,99**
Muestra Post-intervención	40	0,94	0,91	0,85	**2,69**
t		-1,67	-1,40	-5,44	**-4,40**
p		0,103	0,170	0,000	**0,000**

Notas:

prueba t: *compara la media de dos variables del mismo grupo con un intervalo de confianza del 95% para la diferencia de las medias.*

p: *nivel de significación en cometer error al rechazar la hipótesis de que no existen diferencias entre las medias.*

Tabla 1

Como puede comprobarse, los resultados totales mejoran claramente tras el uso de la herramienta hipertextual (la media en las calificaciones crece de 1,99 a 2,69), encontrándose una alta significatividad estadística (p = 0,000) para admitir la diferencia entre las medias. En el análisis comparativo de cada item también se observa mejora en la muestra post-intervención. En el caso de los items 1 y 2 esta mejora no es estadísticamente significativa (probablemente porque ya se parte de resultados altos en la muestra pre-intervención, con poco margen de mejora). En el caso del item 3 la mejora es notable y con alta significatividad, siendo este ejercicio el de mayor dificultad para los alumnos principiantes ya que requiere la combinación de dos proporciones sucesivas (los otros dos se resuelven con una sola proporción).

5. Conclusión y Reflexiones finales

Se ha diseñado y valorado un hipertexto como apoyo a la resolución de problemas cuantitativos sencillos sobre magnitudes químicas (cantidad de sustancia, masa, volumen,…). El desarrollo de este trabajo ha permitido también revisar las posibilidades de hipertextos, mapas conceptuales y entornos virtuales, en general, y en la enseñanza de conceptos químicos en particular.

Una evaluación preliminar de esta herramienta, en estudiantes de magisterio, ha originado resultados positivos, al menos en cuanto a su uso en los momentos iniciales de la adquisición de destrezas sobre cálculos numéricos sencillos. Todavía pueden explorarse posibilidades que ofrece la inserción de esta herramienta en entornos virtuales de aprendizaje, especialmente en cuanto a la potenciación del aprendizaje colaborativo (foros, wikis). Es posible suponer que estos resultados se puedan extender a otros niveles educativos.

En última instancia, no obstante, es el profesor el que debe ser capar de sacar el máximo partido de estas herramientas mediante su papel de mediador y regulador del aprendizaje. Para ello debe estar familiarizado con ellas desde su formación básica, conociendo sus ventajas e inconvenientes, para valorar los contextos en que pueden ser utilizadas más favorablemente.

6. Bibliografía

CAÑAS, A.J., NOVAK, J.D. Y GONZÁLEZ, F.M. (2004). *Concept maps: Theory, methodology, technology, proceedings of the 1st international conference on concept mapping.* Pamplona: Universidad Pública de Navarra.

CABERO, J. (1996). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* 1. [Consulta: 04/12/07]. <http://www.uib.es/depart/gte/edutec-e/revelec1/revelec1.html>

DIERKS, W. (1981). Teaching the mole. *European Journal of Science Education*, 3 (2), 145-158.

FURIÓ, C., AZCONA, R. y GUISASOLA, J. (2002). The learning and teaching of the concepts 'amount of substance' and 'mole': A review of the literature. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3 (3), 277-292.

FURIÓ, C., AZCONA, R. y GUISASOLA, J. (2006). Enseñanza de los conceptos de "cantidad de sustancia" y de "mol" basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 43-58.

GÓMEZ MOLINÉ, M.R. (2007). Factores que influyen en el éxito de los estudiantes al resolver problemas de química. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), 59-72.

JIMÉNEZ, G. y LLITJÓS, A. (2005). Una experiencia sobre hipertexto cooperativo en la clase de química. *Revista Iberoamericana de Educación* [versión electrónica], [Consulta: 19/01/2008].

<http://www.campus-oei.org/revista/experiencias95.htm>.

JIMÉNEZ, G. y LLITJÓS, A. (2006). Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1), 1-14. [Consulta: 26/11/2007].

<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N1.pdf>.

LYBECK, L., FERENCE, M., STRÖMDAHL, H., TULLBERG, A. (1988). The Phenomenography of the 'Mole concept' in Chemistry. En RAMSDEN, P. (ed.), *Improving Learning. New perspectives*. London: Kogan Page, 81-108.

NOVAK, J.D. Y GOWIN, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

PADILLA, K., CASTILLEJOS-SALAZAR, A., CORTÉS-GUZMÁN, F., ESCALANTE, S., GARCÍA-ORTEGA, H. y FERNÁNDEZ, M. (2006). Elaboración de videos digitales para la enseñanza de temas fundamentales en los primeros semestres de las carreras de química. En *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad.*

Zaragoza, 13-16 de Septiembre 2006. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. [CD-rom]. ISBN: 84-7733-845-0.

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.* Madrid: Morata.

VALEIRAS, N. Y MENESES, J.A. (2006). Criterios y procedimientos de análisis en el estudio del discurso en páginas web: el caso de los residuos sólidos urbanos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (1), 71-84.

CIRCULOS DE REFLEXIÓN DOCENTE COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA APROPIACIÓN DE LAS TICs EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: EL PROYECTO FLEXITIC

Eduardo Meyer Aguilera, Jose Garrido Miranda Cristian Merino Rubilar Evelyn Mujica Appiani

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de las Ciencias, TIC.

RESUMEN: La propuesta que se describe fue desarrollada con el fin de propiciar la conformación de ambientes de aprendizaje destinados al desarrollo de competencias científicas acordes al curriculum escolar chileno incorporando diversas Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) mediante un proceso de exploración, comprensión, resignificación para su uso, el cual fue llevado a cabo por docentes de aula a través de una instancia de dialogo, colaboración, reflexión y toma de decisión denominada Círculos Profesionales de Reflexión Docente, tomando como marco conceptual curricular la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

ABSTRACTS: The proposal was developed as described in order to facilitate the formation of learning environments for the development of scientific competence according to the Chilean school curriculum incorporating various information and communication technologies (ICT) through a process of exploration, understanding, for re-meaning use, which was carried out by teachers in classrooms across an instance of dialogue, collaboration, reflection and decision-making called Circles of Reflection Professional Teaching, taking conceptual framework curriculum as the relationship between Science, Technology and Society (STS)

KEYWORDS: Science education, ITC.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza es una profesión que se adhiere necesariamente a la filosofía de la educación continua. Para mantenerse como agentes efectivos capaces de facilitar el aprendizaje de sus alumnos, es esencial que los docentes sean ellos mismos estudiantes ávidos, aprendiendo de su experiencia profesional, de sus propias vidas o de sus esfuerzos por desarrollar nuevas competencias en ambientes formativos desarrollados en la Universidad. Un objetivo de los programas de desarrollo profesional es acercar a los profesores entre sí para que puedan comunicarse unos con otros, aprender de sus interacciones y aplicar lo que han aprendido para mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje. (Tobin, 1999). Las TICs son un gran instrumento potencial para ello.

En esta línea, el proyecto de innovación *FLEXITIC (Docencia Reflexiva con TICs para Alfabetización Científica Estudiantil), fue* desarrollado durante el año 2007 por un equipo multidisciplinario del Centro Zonal Costadigital[1] de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en seis establecimientos educacionales de la región de Valparaíso, Chile. Su principal objetivo fue realizar un estudio piloto sobre una estrategia didáctica y profesional de incorporación de TICs en el desarrollo de competencias científicas de estudiantes de 8º básico (NB6) acorde a los aprendizajes esperados establecidos en el curriculum del sector de aprendizaje *Estudio y Comprensión de la Naturaleza*[2]*.* Para ello, se constituyó una instancia de diálogo, reflexión, aprendizaje, resignificación y toma de decisión denominada ***Círculo Profesional de Reflexión Docente*** la que contó con la participación periódica de los docentes de aula de los colegios involucrados, especialistas de las disciplinas de Física, Biología y Química provenientes de las escuelas de formación inicial de docentes de la universidad, y de especialistas del campo de la Tecnología Educativa provenientes del Centro Costadigital.

Los ejes articuladores considerados para desarrollar la propuesta fueron los siguientes: (i) Ciclo de aprendizaje para el diseño de las secuencias, (ii) orientación hacia la comprensión de la relación surgida entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, (iii) uso de las TICs desde el enfoque de la experimentación y observación de fenómenos, y (iv) elaboración de los planes de clase desde la perspectiva didáctica de las secuencias formativas. De cada uno de estos ejes se irán desarrollando en el documento.

2. Desarrollo del proyecto

El proyecto FLEXITIC se desarrolló en tres etapas de trabajo. Cada etapa utilizó estrategias de trabajo con las cuales facilitar la colaboración, la articulación con el currículo y el aprendizaje profesional docente.

La caracterización de cada etapa y sus características es la siguiente:

Diseño de Secuencias Formativas.

La primera etapa del proyecto consistió en propiciar un espacio profesional de colaboración en la que los docentes participantes pudieron elaborar diseños de aula para la mediación de los aprendizajes curriculares propios del subsector de Comprensión de la Naturaleza, utilizando para esto el enfoque de tres momentos de la fase interactiva de enseñanza y

[1] El CZCD es uno de los nodos universitarios que forman parte de la red nacional de informática educativa creada en el año 2005 para implementar el Proyecto Enlaces. La iniciativa FLEXITIC fue realizada en el marco de los proyectos de innovación financiados por Enlaces, Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación de Chile durante el año 2007.

[2] Por estructura de edades del sistema educativo chileno, 8º Básico comprende entre 12-13 años.

aprendizaje: Momento Inicial, Momento de Desarrollo y Momento de Cierre (Giné y Parcerisa, 2003).

El diseño de estas secuencias, se inició con un proceso de reconocimiento de las creencias, experiencias y conocimientos que las y los docentes participantes habían construido sobre el uso de TIC en ciencias a lo largo de su experiencia profesional, para luego propiciar acciones de formación que permitieran consensuar y mejorar de manera colaborativa el sentido y las estrategias de uso de los medios curriculares y tecnológicos requeridos para que los estudiantes desarrollaran aprendizajes científicos. Para lograr esto se utilizaron las siguientes estrategias:

Conformación de 2 Círculos Profesionales de Reflexión.

Instancia de colaboración entre pares conformada por los docentes de cada establecimiento participante en el proyecto, especialistas provenientes de las áreas de Física, Biología, Química e Informática Educativa y un facilitador responsable de coordinar el funcionamiento del Círculo.

Con el fin de promover el diálogo e intercambio entre pares evitando la monopolización, unilateralidad o ausencia de tiempo para las interacciones dentro de cada círculo, se optó por un número reducido de docentes de aula, conformando de esta manera dos círculos con tres docentes de aula (cada uno proveniente de diferentes establecimientos), cuatro especialistas que contribuían desde sus áreas de experticias y una mediadora que debía propiciar que la toma de decisión final surgiera del acuerdo entre los docentes de aula. La frecuencia de reunión fue cada 15 días.

Considerando que la principal meta de los círculos era la reconstrucción de conocimiento didáctico a partir de la retroacción entre teoría y práctica, el perfilamiento de los roles fue muy emergente, dando forma a la siguiente caracterización:

- Docente de Aula: Protagonista del Círculo, su rol implicó tomar las decisiones con sus pares para la definición de los enfoques a ser utilizados en los diseños de aula y la estrategia de uso de las TIC para la mediación de los aprendizajes científicos.
- Docente Especialista Curricular, concebido bajo la figura de un asesor que contribuyó desde una mirada didáctica a la transposición del campo disciplinario científico en la construcción del diseño propuesto por los docentes de aula, procurando que aquellos reflejaran la actualización de contenidos, la innovación didáctica y la promoción de competencias científicas.

- Docente Especialista en Informática Educativa, al igual que el anterior fue concebido bajo una óptica de asesor desde la cual contribuir desde la experticia sobre las oportunidades y límites de la incorporación de TIC en el diseño didáctico, enriqueciendo las secuencias formativas.
- Mediador del Círculo, concebido como un facilitador de la participación e interacción de los anteriores actores en el marco de propiciar el diálogo, acuerdo y toma de decisión en el diseño de las secuencias formativas.

Los flujos de información e interacción producidos en los Círculos pueden esquematizarse de acuerdo a la siguiente figura:

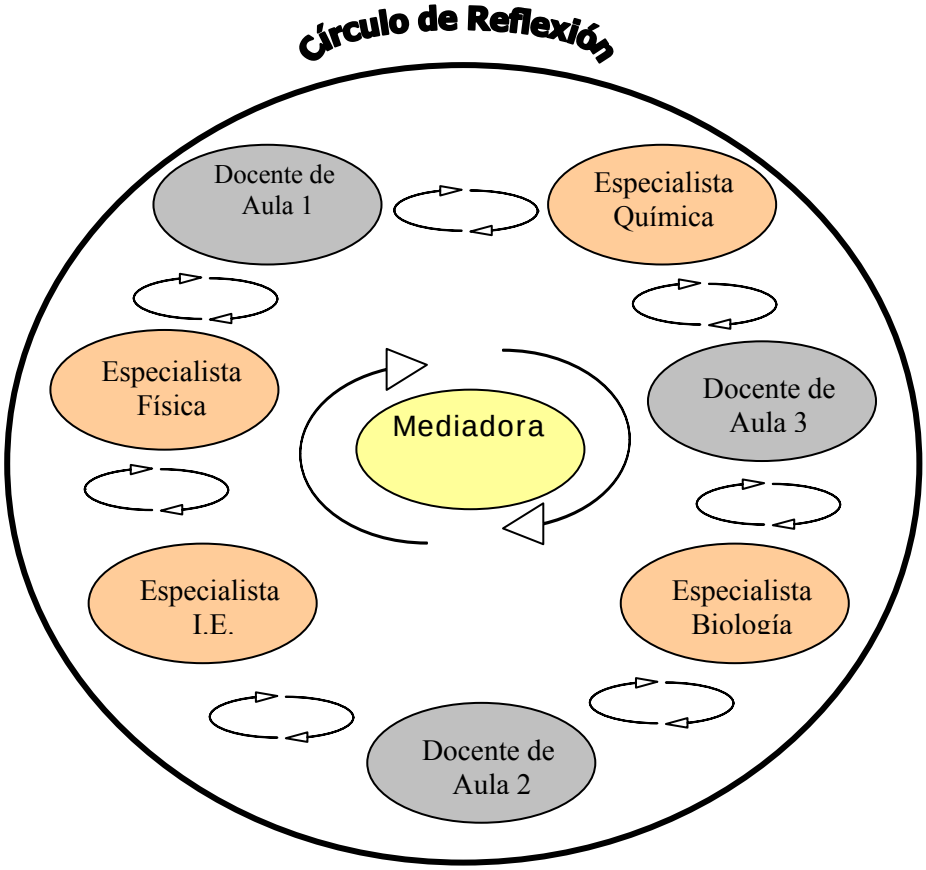


Figura 2.- Esquema de la Interacción entre participantes del Círculo Profesional de Reflexión.

CICLO DE APRENDIZAJE

Marco didáctico que permitió la articulación de los objetivos curriculares y la estrategia didáctica diseñada para la mediación de los aprendizajes. Permitió la definición de los pasos requeridos para aproximarse al enfoque indagatorio, los que fueron analizados y resituados por cada Círculo, de acuerdo a la eficacia del método, el sentido de cada paso o sub-etapa, el

rol de la experimentación como vehículo de mediación de aprendizajes con los estudiantes y las oportunidades de articulación con las TICs.

Las etapas que fueron incluidas en cada uno de los planeamientos de clase fueron las siguientes:

- *Fase de Focalización* o delimitación del tema a ser estudiado, implicó la presentación y caracterización de un problema contextualizado vinculado el tema de ciencias
- *Fase de Experimentación* o aplicación concreta del fenómeno estudiado por parte de los estudiantes, explícitamente debió incorporar el uso de TIC para facilitar aprendizajes procedimentales.
- *Fase de Conceptualización* o resignificación del tema por parte del estudiante.
- *Fase de Transferencia* o uso aplicado de conceptos y procedimientos abordados en una situación problemática propia del contexto de los estudiantes.

La iniciativa permitió diseñar un total de seis secuencias definidas en concordancia a tres temáticas incluidas en el Curriculum de Comprensión de la Naturaleza para Octavo Básico:

- Calentamiento Global y procesos físicos involucrados
- Desarrollo sustentable, sus necesidades y posibilidades
- Reproducción como una función especial para la conservación de la vida y las especies.

KIT TECNOLÓGICO.

En consideración del propósito de diseñar una estrategia para incorporar diferentes recursos de TIC en la mediación de los aprendizajes científicos, se constituyó un kit de medios tecnológicos (Tortosa, Saez, y Pintó, 2007). seleccionados en concordancia con los propósitos y temáticas definidas por el currículo de ciencias, el que fue puesto a disposición de los Círculos Profesionales de Reflexión Profesional para su aprendizaje, análisis, selección y articulación con las secuencias formativas diseñadas.

Consistente con el enfoque emergente de los diseños realizados por los docentes, el kit adquirió una característica de flexibilidad que lo hizo incluir nuevos recursos de acuerdo al eje necesidad/oportunidad surgida.

El kit tecnológico resultante estuvo compuesto por hardware, recursos audiovisuales y un espacio virtual compatible con la infraestructura tecnológica pre-existente en los establecimientos.

3. Implementación de Secuencias Formativas.

La segunda etapa del proyecto consistió en aplicar, en contextos de aprendizaje de aula, los diferentes diseños creados por los docentes con el fin de validar las estrategias y enfoques de uso de las TICs. Al igual que en el proceso de diseño, esta etapa propició la evaluación y reflexión colaborativa entre los docentes con el fin de conocer las experiencias vivenciadas por los pares y contribuir al mejoramiento de las secuencias formativas.

Para esto, las estrategias utilizadas debían facilitar el que los miembros de cada círculo implementaran en aula a partir de elementos comunes, compartieran y analizaran las experiencias y resultados, propiciando la modificación de las secuencias a partir de una resignificación colaborativa de la experiencia.

Las características de las estrategias de esta etapa, realizada entre los meses de Agosto y Noviembre de 2007, fue la siguiente:

a) Círculos Profesionales de Reflexión. Esta instancia fue conformada de manera similar a la de la etapa de diseño. Su propósito fundamental fue facilitar la puesta en común, dialogo, reflexión y toma de decisión para la mejora de los tres diseños de aprendizaje creados y aplicados. Finalizó con una puesta en común del conjunto de docentes participes de la experiencia Flexitic con el fin de evaluar el conjunto de la iniciativa.

b) Secuencias Formativas. Tal y como se indico más arriba, el producto central de la primera etapa de funcionamiento de los Círculos Profesionales de Reflexión fue la obtención de seis secuencias de formación, 3 por cada Círculo, las que fueron aplicadas en dos cursos de 8º básico por cada profesor participante. El número total de estudiantes involucrados fue 358.

c) Kit Tecnológico. El Kit Tecnológico identificado en la etapa de diseño fue incorporado en las sesiones de desarrollo de las secuencias de formación de acuerdo a una estrategia que permitiera a todos los establecimientos usar aquellos recursos de mayor valor cuyo número era limitado. De esta manera, algunos recursos como los PHmetros fueron enviados y sacados de los establecimientos de acuerdo a la necesidad y avance de cada secuencia formativa.

4. Seguimiento y Evaluación.

La tercera etapa del proyecto estuvo destinada a relevar evidencias que permitieran establecer el impacto de las diferentes acciones realizadas a lo largo de las etapas anteriores mediante un enfoque de investigación evaluativo que consideraron las siguientes estrategias:

a) Pre y Post Test.

Instrumento que se aplicó con el fin de comparar resultados entre el grupo de estudiantes participante de la experiencia categorizado (Grupo Experimental) y un grupo de estudiantes que no participo de ninguna actividad de intervención (Grupo Control). El objetivo de la medición giro en torno a dos dimensiones, la primera destinada a establecer el nivel de conocimiento y dominio de aspectos que configuran el eje Ciencia, Tecnología y Sociedad, mediante afirmaciones tomadas del proyecto europeo ROSE[3], que propiciaron indagar respecto de (i) la relación entre progreso y desarrollo científico (*p.e. La ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más saludable, más fácil y más cómoda); (ii) vinculación entre problemas sociales y el avance de las ciencias (p.e. La ciencia y tecnología ayudan a erradicar la pobreza y el hambre en el mundo); (iii) Conceptualización del Cientifismo (p.e. Los científicos siguen un método que siempre les lleva a las respuestas correctas) y (iv)los impactos negativos de la ciencia (p.e. La ciencia y la tecnología son la causa de los problemas medioambientales). La segunda dimensión abordada se centro en el conocimiento poseído sobre patrones de calidad respecto a la enseñanza en el ámbito de la CTS, para lo cual se diseñaron afirmaciones a partir de un marco de estándares y competencias científicas propuestas en la NSES[4] y por STL[5] tales como "Comprender el rol de mediación, investigación y desarrollo, invención e innovación, y experimentación en la resolución de problemas".*

La forma de medición fue la aplicación de un cuestionario destinado a identificar la posición de los estudiantes respecto a juicios y afirmaciones que daban cuenta de la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, y su método de comparación fue un análisis descriptivo. Para el Pre-test participación 719 estudiantes mientras que el Post-test los hicieron 734. Entre los resultados surgidos del análisis, se pueden establecer el hecho que desde el punto de vista global ambos grupos de estudio mostraron al inicio una imagen intermedia (un poco indefinida) respecto a la relación Ciencia y Tecnología a partir del cual se situó el proyecto Flexitic. Tras su desarrollo, el grupo experimental valora en una media superior a tres puntos sobre el grupo control aquellas relaciones positivas entre desarrollo científico y desarrollo social *(p.e.: disposición de mayores oportunidades para el futuro; la importancia de la Ciencia y tecnología para que un país pueda desarrollarse; el beneficio que ofrece la CyT especialmente para los*

[3] *The Relevance of Science Education, ver http://www.ils.uio.no/english/rose/.*

[4] *National Science Education Standards (EEUU), ver http://www.nap.edu/html/nses/overview.html*

[5] *Standard for Technology Literacy propuestos por la* The International Technology Education Association (ITEA, EEUU) ver http://www.iteaconnect.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf .

países desarrollados; el aporte de las Nuevas Tecnologías al trabajo y la mejora general del nivel de vida), así mismos los aspectos más negativos surgidos son los que se refieren a la falta de equidad social de las ciencias y la falta de credibilidad de los científicos.

b) Observación de Clases.

Con el fin de poder caracterizar e identificar aspectos claves de la práctica realizada en los cursos que participaron de la intervención, se implementó un proceso de observación de clases mediante la filmación de una muestra de sesiones realizadas por los docentes participantes. El análisis de esta evidencia se realizó mediante el levantamiento de unidades de significado que permitió establecer como núcleo temático el relacionado con el sentido y forma en que se produce el trabajo colaborativo entre pares, donde se destacan los niveles de integración y participación en las tareas desarrolladas por los estudiantes y docentes al interactuar con Tic (interfaces) como un elemento de logro que se evidencia en los diálogos, debate, manipulación de objetos, indagación en escenario autentico y alto nivel de participación en dichas actividades.

c) Relevamiento de Opiniones.

Finalmente con el fin de establecer una base analítica de percepciones y valoraciones de protagonistas, se realizaron 2 rondas de entrevistas semiestructuradas de carácter estandarizadas y un grupo de discusión a los seis docentes de aula participantes. El análisis de esta evidencia se realizó mediante el levantamiento de unidades de significado que permitió establecer dos núcleos temáticos, por un lado, el relacionado con el posicionamiento y reconstrucción del Conocimiento Profesional que los docentes vivencian en los Círculos de Reflexión a partir del saber profesional que son inducidos a socializar y el proceso de cuestionamiento mediante argumentación fundamentada a las preconcepciones surgidas en sus ambientes de práctica. El principal aspecto mediador es la necesidad de alcanzar consenso durante la toma de decisión para el diseño didáctico de aula, para lo cual viven una transición entre la espera de modelos entregados por “expertos” a la autonomía y validación colectiva (dentro del círculo) de las propias ideas. El segundo núcleo temático se vincula al proceso de diseño de secuencias formativas donde el intercambio y mediación grupal facilita construir conocimiento en torno a (i)la oportunidad ofrecida por el método indagativo para construir ambientes centrados en el aprendizaje de los estudiantes, y; (ii)la ‘transparencia’ que adquiere la incorporación de TIC dentro del diseño y práctica de aula al estar articulada con un enfoque propia de la enseñanza de las ciencias.

5. Avances

La perspectiva de análisis presentadas en este documento busca establecer las oportunidades y límites para el cambio de discurso y práctica docente con TIC en el ámbito de las ciencias surgida en el proceso de diálogo e intercambio producido a lo largo de la experiencia en los Círculos Profesionales de Reflexión Docente. En torno a las distintas fases y estrategias mencionadas en líneas superiores podemos decir que:

- Los círculos como estrategia de desarrollo profesional se centró primeramente en explicitar y resituar socialmente (trabajo de pares) la base intuitiva o tácita de saber o conocimiento profesional (Atkinson y Claxton, 2000; Schön 1998) desde la cual cada docente proponía articular el conjunto de tecnologías de información y comunicación incluidos en la propuesta (Kit Tecnológico) para la mediación de aprendizajes incluidos en el marco de enseñanza y aprendizaje científico (Currículo Obligatorio). De esta manera se buscó conciliar las creencias y el conocimiento profesional fundamentado en situación recursiva-colaborativa de innovación a partir de la explicitación de la propia acción, la construcción de consensos epistemológicos disciplinares y la toma de decisión común para abordar conceptos y procedimientos científicos apoyados por TICs.
- La introducción de los artefactos TICs (construcciones socioculturales) considerados en la propuesta provocaría un desequilibrio en el espacio ecosistémico habitual (Bronfenbrenner, 1987) de docentes, estudiantes y otros artefactos que dan vida a la sala de clases, resultaba necesario facilitar el proceso de rearticulación, reequilibrio y resignificación del entorno ecológico en el que se desenvuelven los procesos de enseñanza y aprendizaje (Zhao y Frank, 2003), lo que conectaba directamente con la mediación de las teorías implícitas de los docentes y por ende con un espacio de interacción como el ofrecido por la estrategia del Círculo de Reflexión Profesional Docente. La evidencia analizada, '*a piori*' muestra que los docentes efectivamente afrontaron una etapa de conflicto e inestabilidad provocada por el cuestionamiento al que debieron exponer sus habituales didácticas y el uso previsto para las TICs. A lo que se sumo un horizonte de nuevos enfoques y estrategias para articular las TICs con el aprendizaje científico surgido tanto del aporte de los especialistas como de la reflexión y posterior evaluación colectiva a las oportunidades, diferencias y similitudes contextuales.
- Los docentes utilizan en un inicio un discurso centrado en el foco de la enseñanza, con una imagen de su rol construida en torno a la posesión del conocimiento, con actividades de propuestas para los estudiantes donde se priorizaba la reproducción conceptual y la observación de procedimientos realizados por el docente. Entre los argumentos

develados tras este argumento se cuentan: (i) la influencia del entorno socioculturales (nivel educacional de la familia, recursos disponibles en el establecimiento) sobre las oportunidades cognitivas de los estudiantes; (ii) el marco epistemológico a partir del cual se comprende el aprendizaje, entendido fundamentalmente como un fenómeno objetivo, adquirible y externo al sujeto; (iii) la preocupación primordial en el avance y profundidad de los contenidos establecidos en el curriculum, lo que dificultó la apreciación y valoración de las habilidades y competencias científicas.

- El desenvolvimiento de la estrategia del Círculo, sin embargo propicio un itinerario de colaboración y cambio discursivo compuesto por 6 etapas o fases: 1) Manifestación de la creencia didáctica; 2) Cuestionamiento de la creencia entre pares; 3) Contrastación con argumentos de otras creencias; 4) Reflexión retroactiva Personal-Colectiva del argumento didáctico; 5) Construcción y acuerdo de una creencia colectiva; 6) Toma de decisión didáctica.

  En cada una de estas fases, el flujo de información y diálogo se sustento en un proceso de reflexión sobre la acción profesional docente mediante el cual se busco mirar prospectivamente la experiencia vivida en las prácticas de aula, sus fundamentos, razones y condiciones de ejercicio. De esta manera, epistemológicamente cada Círculo favoreció la construcción de conocimiento desde una perspectiva de reflexión personal y análisis colectivo de lo acaecido en la práctica de aula, argumentos enriquecidos por las opiniones, nuevas perspectivas y experiencias aportados por los especialistas universitarios quienes bajo un esquema de facilitadores fueron contribuyendo con propuestas para la definición de los objetivos de formación, del diseño de los experimentos con uso de TIC y de las perspectivas de evaluación posibles de incorporar en los diseños, lo que resulto importante para la toma de decisión de los docentes.

- La observación de las prácticas de aula efectuadas por los docentes durante la aplicación de las secuencia, permite establecer las siguientes características: a)Uso del Método Indagatorio como eje articulador de las clases; b) Incorporación de las TICs para apoyar la experimentación y observación directa de fenómenos por parte de los estudiantes; c) Explicitación organizada de tres momentos instruccionales: Inicio, Desarrollo y Cierre de sesiones; d) Valoración del error como estrategia de enseñanza para el aprendizaje científico; e) Modificación discursiva de creencias sobre el aprendizaje de las ciencias; f) Modificación del rol del profesor desde un eje centrado en la enseñanza hacia un eje centrado en el aprendizaje.

En suma, el análisis sobre la estrategia de los Círculos de Reflexión Profesional Docente permite afirmar que poseen un valor y oportunidad para la mediación de cambios en niveles de colaboración, intercambio y redefinición de roles didácticos donde habitualmente los modelos de formación permanente de docentes orientados individualmente o de observación/evaluación (Imbernon, 2004) no logran, al no incluir dentro de su articulación, la valoración y resignificancia a los sustratos de creencias y experiencias contextuales vivenciadas que poseen los docentes. Asimismo continuamos trabajando y analizando las competencias evidenciadas en los estudiantes y las concepciones en torno a los contenidos científicos abordados.

6. BIBLIOGRAFÍA

Atkinson, T. y G. Claxton (2002). *El profesor intuitivo*. Barcelona: Octaedro.

Bronfenbrenner, U. (1987). *La ecología del desarrollo humano.* Barcelona; Buenos Aires: Paidos.

Giné, N., y A. Parcerisa (2003). Planificación y análisis de la práctica educativa, la secuencia formativa: fundamentos y aplicación. Barcelona: Grao.

Imbernon, F. (2004). La formación y el desarrollo profesional del profesorado: hacia una nueva cultura profesional (6° ed.). Barcelona: Grao.

Schön, D. A. (1998). *El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.

Tobin, K. (1999). Internet como instrumento de formación de los maestros de ciencias: ¿agente transformador o catalizador de la reproducción cultural? *Enseñanza de las Ciencias,* 17(2) 155-164.

Tortosa M., Saez, M. y R. Pintó (2007). Experimentos en tiempo real para los cursos de ciencias en secundaria, en Membiela, P. (coord.). Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias. Educación Editora. [En línea] <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/volumenes/Libro%203/C7_Tortosa.pdf>

Zhao, Y. y K, Frank (2003). Factors affecting technology uses in schools: an ecological perspective. *American educational research journal*, 40(4), 807-840.

LA UTILIZACIÓN DE LAS PIZARRAS DIGITALES INTERACTIVAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y QUÍMICA EN SECUNDARIA

Rafael Muñoa Anabitarte. Profesor de Física y Química. Instituto de Secundaria Lizardi – Zarautz (Guipúzcoa)

Mercedes Ruiz Pastrana. Departamento de Química Física y Química Inorgánica. Facultad de Ciencias - Universidad de Valladolid

RESUMEN:

Las pizarras digitales interactivas (PDI) son un tipo de instrumento muy útil para la enseñanza de la física y química. Pero su implementación no es automática: requiere de unas metodologías eficaces y unos materiales digitales adecuados.

En nuestro centro llevamos cuatro años experimentando con estas herramientas en los estudios de secundaria. Aquí exponemos nuestra experiencia así como una serie de conclusiones que pueden de interés para quienes quieran utilizar estas herramientas innovadoras.

The use of electronic whiteboards in teaching phisics and chemistry at secondary schools

Electronic whiteboards are a very valuable set of tools which can be used to teach physics and chemistry. But their implementation is not straightforward: good methodologies and adequate materials are needed.

In our secondary school we have implemented this new techonogy for four years. Our intention is to share our experiences and conclusions in order to help people trying to implement such innovative tools in class.

PALABRAS CLAVE: pizarra digital interactiva, nuevas tecnologías, enseñanza de las ciencias, física y química

INTRODUCCIÓN

Esta comunicación es el resultado de una experiencia que lleva efectuándose durante cuatro años con las pizarras digitales interactivas en el centro de enseñanza secundaria Instituto Lizardi de Zarautz.

Esta práctica nos ha permitido sacar algunas conclusiones que queremos compartir con otros centros que lleven a cabo la enseñanza con este tipo de medios.

APARTADOS PRINCIPALES A TRATAR

La información que se presenta aquí se puede subdividir en los siguientes apartados:

- ventajas para el proceso de aprendizaje
    - la metodología activa
    - las imágenes y animaciones
    - la interactividad
- ventajas para el proceso de enseñanza
    - el método socrático
    - el registro de las clases
- aspectos finales

TESIS DE LA COMUNICACIÓN

Las ideas que se pretende defender en esta comunicación son las siguientes:

- el uso de las pizarras digitales interactivas que están llegando a la enseñanza y se instalarán permanentemente; no es una cuestión de modas. Las ventajas de su utilización son tan grandes que no se puede ir en contra de su implantación en las escuelas
- por otra parte, su utilización trae dos importantes retos: a) disponer de los materiales adecuados y b) utilizar las metodologías que aporten mayor efectividad. Éstos son elementos claves que pueden acelerar o retrasar su uso.

Trataremos estos temas en los apartados siguientes.

ASPECTOS GENERALES DE LA UTILIZACIÓN DE LAS PDI EN LA ENSEÑANZA

La pizarra electrónica digital se puede usar en los siguientes entornos metodológicos:

- metodología tradicional: sin cambiar fundamentalmente el tipo de enseñanza y sin incorporar nuevos elementos de las NNTT (es decir, mostrando textos estáticos –en formato pdf, por ejemplo).
- metodología tradicional con novedades tecnológicas: con animaciones e interacción para reforzar el proceso de aprendizaje. Estas novedades tecnológicas pueden llegar a tener un gran impacto en la eficacia y significatividad del aprendizaje; si tenemos en cuenta que la ciencia se basa en modelos que intentan explicar la realidad y esos modelos quedan a veces mejor expuestos mediante las animaciones.
- metodología activa: adoptando otras vías metodológicas, tales como el aprendizaje cooperativo (además de la propia actividad intelectual del alumno, necesaria para el aprendizaje significativo, que se supone en los tres apartados).

En los cursos de bachillerato del Instituto Lizardi se han usado las PDI en los dos primeros entornos (tradicional y novedades tecnológicas). Ello es debido a la presión del currículum y la consiguiente falta de tiempo. El uso de estos medios ahorra bastante tiempo y permite un aprendizaje más eficaz.

En 4º de la ESO, sin embargo, en una asignatura optativa de taller de ciencias se han efectuado trabajos en un entorno colaborativo entre dos centros (los centros de Zarautz y Zumaia). El uso de las nuevas tecnologías en entornos de trabajo colaborativo permite el aprendizaje de habilidades sociales muy interesantes tales como la regulación de la crítica del trabajo de los demás compañeros, la autocrítica sobre el trabajo propio y la construcción paulatina de criterios de selección de los recursos de la red.

LA METODOLOGÍA TRADICIONAL

Hemos utilizado con frecuencia la metodología tradicional con estas nuevas herramientas, sobre todo en bachillerato donde existe mucha presión debido al currículum, la selectividad y la competencia de otros centros de la misma población.

Hemos observado que usar estos elementos sin cambiar la metodología tradicional trae consigo las siguientes ventajas:

- **Focalización de la atención**. Durante la explicación de un determinado concepto, la atención del alumno se encuentra focalizada (dirigida a un punto específico) a un elemento con una riqueza y eficacia pedagógica que la pizarra tradicional no puede dar.

Tampoco lo pueden dar los libros de texto porque no se puede focalizar la atención de todo el alumnado por mucha riqueza que tenga el medio papel. La alternativa del aula de informática tampoco sirve porque aunque los alumnos vean en las pantallas la misma información su atención no está focalizada.

Pensamos que el uso de la PDI y del aula informatizada son distintos: la primera es más adecuada para una explicación de un concepto con nuevas tecnologías mientras que la última es más adecuada cuando queremos que los alumnos lleven ritmos individualizados.

- **Ahorro de tiempo**. Estimamos que el ahorro de tiempo cuando se imparten las clases con estas nuevas tecnologías es de alrededor del 20 %. Esta liberación del tiempo puede ser utilizada para explorar nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje sin coste horario.

De todas formas, en la posibilidad de navegación a través de las distintas pantallas formadas mientras se explica con PDI hay que tener en cuenta

el ritmo en el que navegamos a través de las pantallas, pues el ritmo del profesor no coindice con el distinto ritmo de cada alumno.

Debido a este posible problema, consideramos que la PDI y la pizarra tradicional no son una disyuntiva sino que pueden colaborar; a veces hemos tenido que utilizarlas conjuntamente: en la PDI se mostraba un contenido con todo tipo de elementos gráficos e interactividad y en la pizarra tradicional, sin perder de vista la información proyectada, se hacían anotaciones para completar la explicación.

Pensamos que de esta forma se disminuye la carga que tiene que soportar la memoria de trabajo del alumno, se evita la sobrecarga (cognitive overload) y tiene más recursos para emplearlos en la comprensión del concepto tratado. Según Sweller (1994) la sobrecarga de los recursos en la memoria de trabajo (working memory) afecta en gran manera el proceso de aprendizaje. Intentamos, por lo tanto evitar la disyuntiva PDI vs. pizarra tradicional y a veces preferimos trabajar con ambas.

- **Calidad del material**. Las imágenes son normalmente de mayor calidad que las que vemos en las pizarras tradicionales.

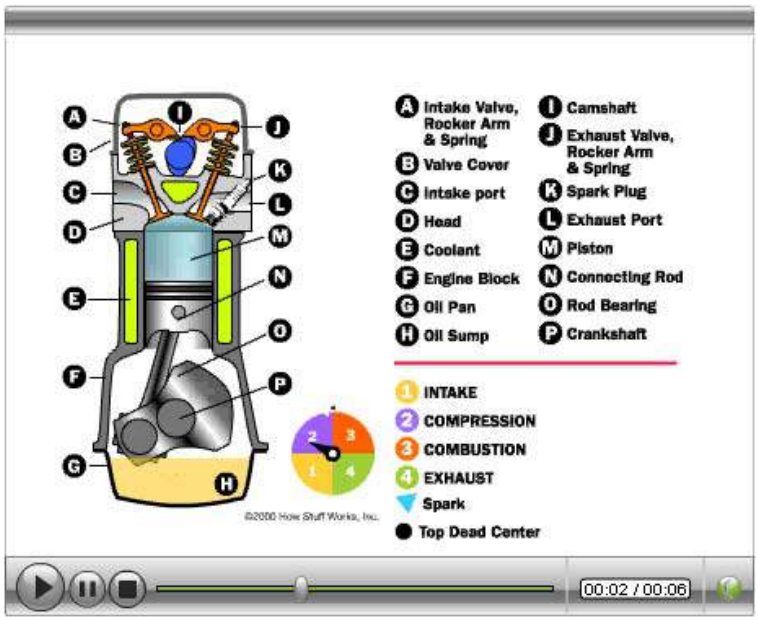
Pensamos que la calidad de los elementos que se presentan inciden en la fuerza pedagógica de la información presentada. Por ello, intentamos elaborar siempre materiales que se aproximen o mejoren la calidad de los libros de texto.

- **Navegación a través de las pantallas**. En las pizarras tradicionales no es posible la navegación una vez que la información ha sido borrada. Eso no ocurre con la información tratada según las nuevas tecnologías.

Como hemos dicho antes, la navegación no es una panacea sino que presenta peligros cuando el ritmo de navegación es inadecuado para la retención de los alumnos.

APORTACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS: ANIMACIONES E INTERACTIVIDAD

Las animaciones son un elemento importante para explicar conceptos científicos que de otra manera se hacen muy difíciles para los alumnos. En la siguiente imagen se muestra un fotograma de la animación sobre un motor de cuatro tiempos.



La interactividad es otro elemento importante para el aprendizaje. Quizá la interactividad es un formato en el que el aula con varios ordenadores sea más adecuado que la PDI.

Esto lo hemos visto muy claramente el caso de que se quiera trabajar la memorización de algunos elementos de la tabla periódica: es mucho mejor dar la oportunidad de trabajo individual sobre ordenador que la utilización de la PDI por una única persona.

LA ENSEÑANZA ACTIVA Y ALGUNAS COMPETENCIAS DEL ALUMNADO

Existen herramientas que permiten compartir documentos de forma online para llevar a cabo trabajos colaborativos entre distintos centros.

En estos casos, la pizarra digital interactiva serviría para valorar la colaboración entre los distintos miembros y su puesta en común.

Como se indicó anteriormente, nosotros hemos planteado este tipo de colaboración en una optativa de 4º de la ESO entre dos centros y no en el bachillerato por problemas de tiempo.

Imagen. Trabajo colaborativo con la herramienta de Google para compartir documentos.

En la imagen se observa el inicio de un trabajo sobre energía eólica llevada a cabo entre los centros de Zarautz y Zumaia.

Este tipo de trabajos es importante para conseguir habilidades sociales de colaboración y valoración de las contribuciones propias y ajenas.

Se utilizó la herramienta de compartir documentos de Google para la colaboración entre centros, aunque hubiera sido mejor disponer de una herramienta para compartir las presentaciones.

En la evaluación de esta experiencia la conclusión que hemos sacado es que este formato de trabajo que hemos utilizado no es el que más posibilidades extrae de las PDI en función del desarrollo las competencias comunicativas.

Para los próximos cursos hemos pensado en cambiar la metodología porque creemos que al efectuarse entre dos centros se pierden importantes posibilidades de las PDI para trabajar algunas competencias, en especial competencias en el área de comunicación. Para el futuro preferimos el trabajo colaborativo dentro del centro para que

posteriormente cada grupo explique y defienda sus puntos de vista sobre el trabajo realizado: este aspecto es muy difícil de llevar a cabo en equipos de varios centros. Las PDI son un elemento muy importante para la explicación y defensa del trabajo ante los compañeros.

Esta actividad pensamos llevarla a cabo en una asignatura que favorece el cambio metodológico y que no tiene muchas rigideces curriculares: La Ciencia en el Mundo Contemporáneo.

También la capacidad de aprender a aprender puede ser aplicable en este entorno disciplinar, metodológico y tecnológico en el que el uso de mapas conceptuales interactivos sería muy eficaz.

IMPLICACIONES PARA LA ENSEÑANZA

La utilización de PDI promueve algunos cambios metodológicos y de otra índole. Por ejemplo, nos parecen importantes las siguientes consideraciones:

- **Material pedagógico a repartir a los alumnos**.

A veces nos ha resultado problemático repartir a los alumnos todo el material que se mostraba en la pantalla: había alumnos que perdían atención porque pensaban que "poseían la información" y que la estudiarían más tarde.

Por ello, dependiendo de los grupos, a veces se ha optado por una solución intermedia en el que tienen parte de la información y el resto la tienen que completar.

En principio esta solución no parece idónea pero se ha querido primar la atención de los alumnos. Como conclusión pensamos que a los alumnos se les pueden dar los materiales, pero que en cuanto notemos una baja de la atención hay que optar por repartir materiales semielaborados, en los que los alumnos tienen que "terminar" los materiales (se les darían los elementos más complejos –tales como gráficos- para que ellos completaran la información textual relevante).

- **Forma de enseñanza**

Estos recursos informáticos invitan a aumentar la participación del alumnado. En el bachillerato usamos un método muy sencillo: el método socrático en el que se pide a los alumnos que opinen sobre algo y posteriormente comprueban si el razonamiento ha sido correcto.

Este método es muy sencillo, no lleva mucho tiempo y tiene valor como evaluación formativa. Este aspecto de la evaluación formativa la consideramos imprescindible para una enseñanza eficaz (National Research Council, 2000).

Pensamos también que las cuestiones que se planteen a los alumnos deben de ser de diferentes tipos, recorriendo las distintas escalas que se reflejan en la taxonomía de Bloom.

- **Elaboración y publicación de los materiales pedagógicos**.

La publicación de los materiales pedagógicos en internet y su acceso de forma libre lo consideramos muy importante, porque el alumno tiene que repasar y afianzar los conceptos y para repasar consideramos que lo mejor es repetir la experiencia de la clase.

Si no se hiciese así la experiencia de la clase sería única e irrepetible. En el instituto siempre hemos considerado que al alumno se le tiene que dar la oportunidad de revivir la experiencia y para ello hemos optado por publicar todos los materiales (animaciones e interactividad incluídas).

Se intenta siempre publicar los materiales antes del comienzo de la clase correspondiente; de esta forma la clase se da partiendo de los materiales que se encuentran en internet.

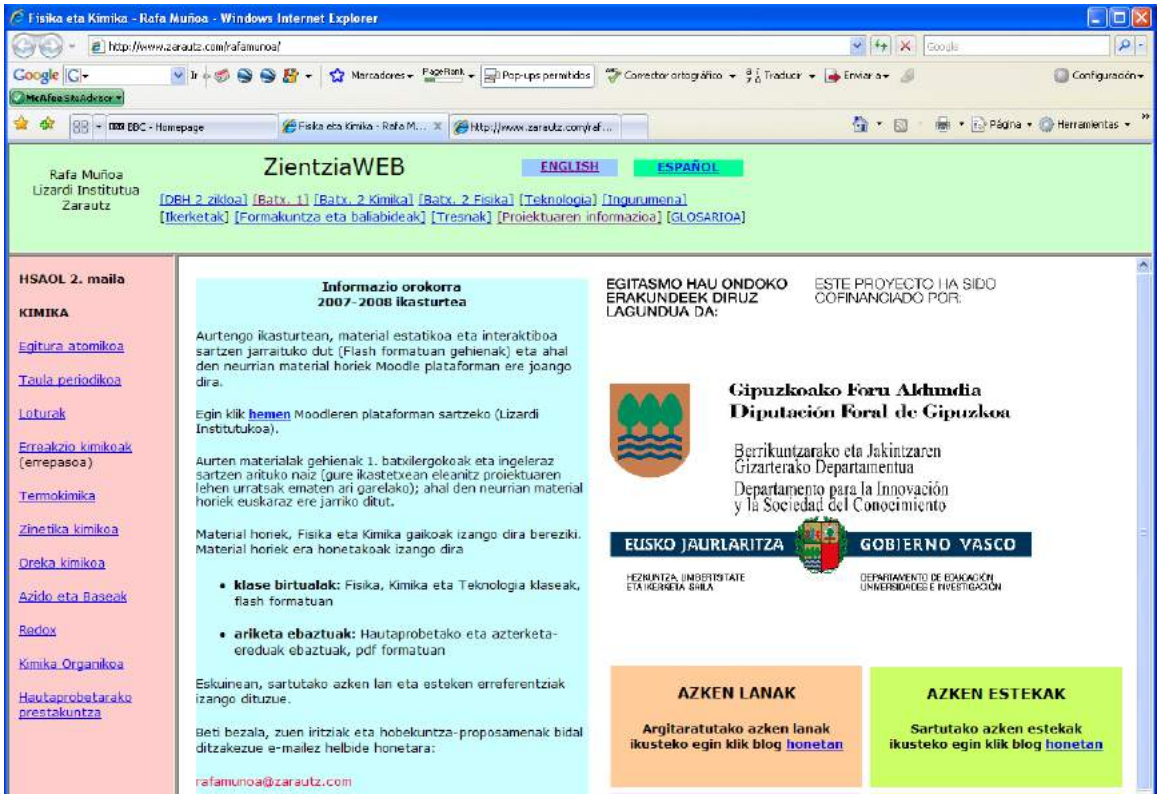


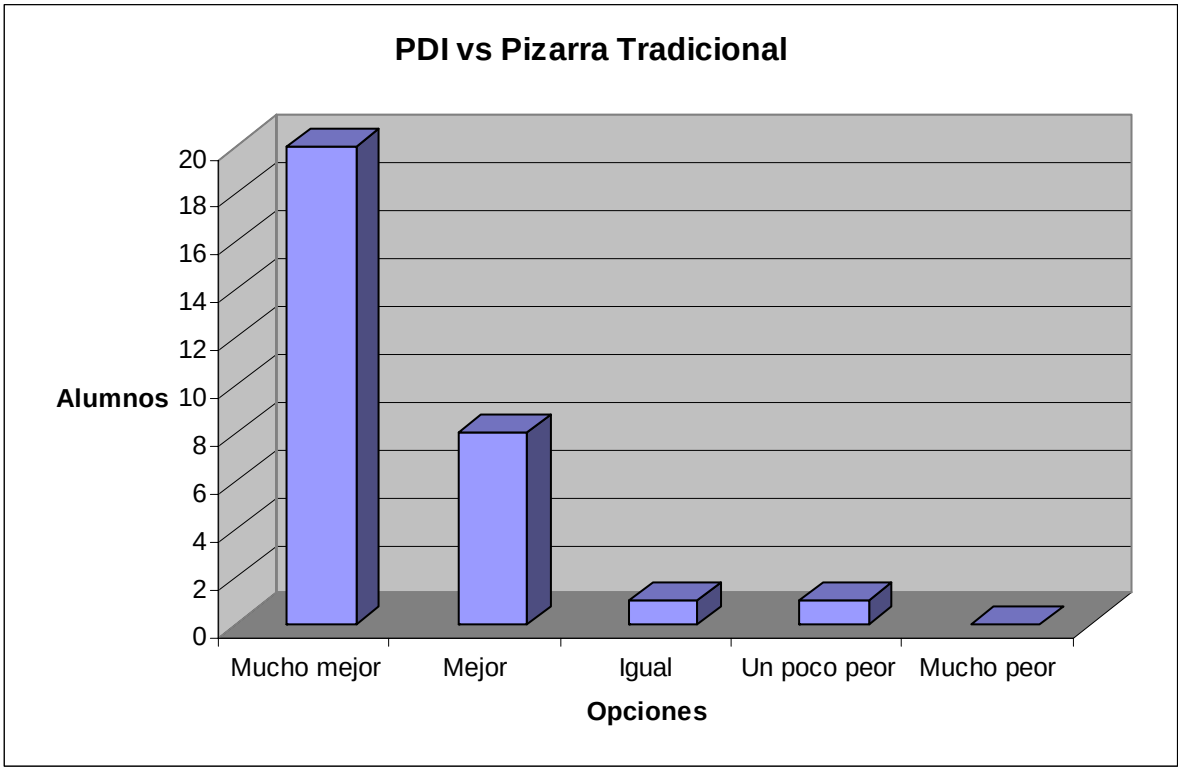
Imagen. Imagen de la página web.

Una ventaja de las PDI es que las clases quedan registradas, lo que sirve tanto para publicarlas e imprimirlas como para llevar un registro y facilitar la planificación y la temporalización del tema en los siguientes cursos académicos.

OPINIÓN DE LOS ALUMNOS DEL CURSO 2007-2008

Hacia el final del curso hemos querido saber la opinión de los alumnos sobre el uso de la PDI en comparación con la pizarra tradicional. Es una comparación un poco forzada, porque como hemos dicho antes no las hemos planteado como antagónicas, pero de todas formas sirve para conocer un poco la perspectiva del alumnado (este año han sido 30 los alumnos –1º de bachillerato- que diariamente han recibido clases con la PDI en la asignatura de Physics & Chemistry –hemos impartido la Física y Química en inglés-)

Los resultados los consideramos buenos aunque sabemos que no hemos aprovechado al máximo las potencialidades de la PDI.



De 30 alumnos 20 han considerado que la PDI era mucho mejor, 8 que era mejor, 1 que era más o menos lo mismo y 1 que prefería la pizarra tradicional.

EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LAS PDI. ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS Y DIDÁCTICAS

Para nosotros la implantación de las PDI tiene grandes ventajas en la calidad y efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las ventajas más importantes que encontramos en la implantación de las PDI en el aula emanan de la confluencia de dos factores:

- **La digitalización de los materiales pedagógicos**. Estos materiales digitalizados son superiores porque poseen características tales como:
    - Tienen mucha más riqueza y fuerza explicativa: las animaciones y la interactividad son dos importantes características de estos nuevos materiales
    - No existen límites espaciales. Esto quiere decir que el desarrollo de cualquier concepto carece de las limitaciones que tiene el libro de texto o cualquier otro material en papel.
    - Están siempre accesibles a través de la red (internet)
- **El conocimiento establecido de cómo aprenden los alumnos** (National Research Council, 2000). Los puntos principales que desarrollamos en esta implantación son:
    - Evaluación inicial y preconceptos
    - Evaluación formativa
    - Explicaciones que conecten con la zona de desarrollo próximo del alumno
    - Utilización de herramientas metacognitivas, tales como mapas conceptuales

A nuestro juicio, ambos factores quedan combinados en la práctica educativa con las PDI. En este sentido, las pizarras digitales son el elemento más importante de la clase y la pizarra tradicional pasa a un segundo plano, colaborador en la liberación de los recursos de la memoria de trabajo del alumno que a su vez, mediante esta liberación, facilita el aprendizaje.

Las estrategias que hemos desarrollado (algunas veces acentuando las que existían en contextos anteriores) y que suponen un cambio importante en nuestras clases son las siguientes:

- **Evaluación inicial y formativa del alumno**. A lo largo de los temas tenemos cuestiones digitalizadas para detectar problemas en los alumnos y para que el alumno sea conocedor de su propio desarrollo.
- **Explicaciones exhaustivas y con mayor riqueza de los recursos**. Al no existir límites de espacio (los materiales digitales no ocupan mucho en un disco duro) las explicaciones de conceptos difíciles son más completas y es más fácil evitar saltos lógicos (aspectos que son evidentes para el profesor pero que no quedan claros para el alumno o incluso pueden quedar lejos de su zona de

desarrollo próximo). La mayor riqueza del material viene dado por las animaciones e interactividad principalmente.

- **Método socrático**. Las clases se vuelven más dialogantes y así conocemos mejor lo que piensa el alumno. A veces usamos el método socrático con animaciones y programas científicos y proponemos preguntas del tipo "¿qué sucede si esta variable vale...?" Lo que consideramos mejor de este método es que con las PDI se posibilita el feedback al instante.
- **Uso de organizadores gráficos**. En algunos temas (especialmente en el tema de química de disoluciones) hemos usado organizadores gráficos que nos parecen muy interesantes para ordenar el conocimiento y evitar la sobrecarga de la memoria de trabajo del alumno. Un aspecto satisfactorio es que los alumnos han seguido utilizando esos organizadores gráficos tanto en los exámenes como en otros contextos (en una asignatura optativa de técnicas de laboratorio) lo que nos afirma en su validez y en su transferencia a otros contextos.

NUESTRAS EXPECTATIVAS A CORTO PLAZO

Esta implantación de las PDI realizada hasta el momento nos parece muy interesante pero queda mucho camino por andar en busca de metodologías y materiales mejorados. Respecto a ésto, las tareas y proyectos en los que estamos implicados a corto plazo son:

- **Desarrollo y aplicación de mapas conceptuales interactivos**. Ello es debido a que los mapas conceptuales son clave y representan gráficamente el conocimiento estructurado. Las PDI hacen que puedan aplicarse son interactividad, lo que los hará más efectivos.

- **Desarrollo y aplicación de organizadores gráficos**. Creemos que son de una importancia comparable a los mapas conceptuales y queremos trascender su aplicación (llevada a cabo con la química de las disoluciones hasta el momento) a otros temas científicos.
- **Completar las evaluaciones formativas con autoevaluaciones**. Pensamos que Moodle pueden ser una plataforma interesante para ello y estamos planificando ampliar nuestros cuestionarios y publicarlos en una plataforma de este tipo. De esta forma ayudaríamos al alumno a gestionar sus conocimientos.

CONCLUSIÓN

Como resultado del trabajo realizado, consideramos que las pizarras digitales interactivas son un elemento pedagógico muy útil que poco a poco se va a ir implementando. Tienen muchas ventajas sobre la pizarra tradicional, pero a la vez pensamos que ambas pueden convivir si ello es conveniente para disminuir la sobrecarga sobre la memoria de trabajo del alumno.

La experiencia nos dice que la expansión de las PDI no va a ser suave y automática si se quiere aprovechar toda su potencialidad, sino que va a traer importantes esfuerzos por parte del profesorado y las entidades educativas: encontrar las metodologías adecuadas y tener los materiales adecuados son dos de los elementos que consideramos más importantes.

En este trabajo hemos querido aportar ideas y nuestra experiencia sobre los distintos formatos metodológicos, tanto tradicionales como activos.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, David (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers

Mintzes, Joel; Wandersee, James y Novak, Joseph (2005). *Teaching Science for Understanding*. London: Elsevier Academic Press.

Morrison, Gary; Ross, Steven y Kemp, Jerrold (2001). *Designing Effective Instruction*. New York: John Wiley & Sons

National Research Council (2000). *How People Learn.* Washington: National Academy of Sciences

Roberts, Tim (2005). *Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education*. London: Idea Group Publishing.

Roberts, Tim (2004). *Online Collaborative Learning: Theory and Practice*. London: Idea Group Inc.

Roblyer, M. D. (2003). *Integrating Educational Techonogy into Teaching*. Upper Saddle River, New Jersey, USA: Pearson Education Ltd.

Sweller, J. (1994). *Cognitive load theory, learning difficulty, ans instructional design. Learning and Instruction, 4,* 295-312

APRENDIENDO SOBRE EL EQUILIBRIO QUÍMICO MEDIANTE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA CON LABORATORIOS VIRTUALES

José Luís Sierra Fernández[1], Ana María García Campaña[2], Juan Manuel Bosque Sendra[2], Monsalud del Olmo Iruela[2], M. Rosario Blanc García[2], Fermín Alés Barrero[2] y Laura Gámiz Gracia[2].

[1]I.E.S. Hiponova, Montefrío (Granada).

[2]Dpto. Química Analítica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.

PALABRAS CLAVE: ECTS, actividades académicamente dirigidas, concepciones alternativas, equilibrio químico, simulación por ordenador, investigación dirigida.

RESUMEN: El proceso de enseñanza y aprendizaje del equilibrio químico presenta dificultades a causa del uso habitual de analogías inadecuadas y de una comprensión insuficiente de los conceptos asociados a las reacciones químicas, estequiometría, termoquímica, etc. En este contexto, hemos desarrollado un proyecto de innovación docente con el objetivo de enseñar los aspectos relevantes del equilibrio químico mediante la resolución de problemas abiertos aplicando una metodología de indagación. La simulación por ordenador es utilizada por el alumnado para llevar a cabo las actividades de investigación bajo la supervisión del profesor. El proyecto de innovación docente está dirigido a estudiantes de primer curso de Química, Ingeniería química y Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada. Las actividades propuestas al alumnado se corresponden con las actividades académicamente dirigidas integradas en los ECTS. En el aula, el ordenador actúa como herramienta cognitiva que ayuda al estudiante en su indagación, así como laboratorio virtual en el que experimentar y contrastar hipótesis.

ABSTRACT: The teaching and learning of chemical equilibrium present important difficulties due to the traditional use of inaccuracy analogies and to the wrong understanding of ideas associated to chemical reactions, stoichiometry, thermochemistry, etc. In this context, we have developed a teaching innovation project with the aim to teach the relevant aspects of chemical equilibrium by means of the resolution of open-ended problems using inquiry-based methodology. For this purpose, computer simulation has been used by the students, being the inquiry-tasks orientated by the teacher. This project is addressed to the first courses of Chemistry, Chemical Engineer and Environmental Sciences of the University of Granada. The proposed activities correspond to the *supervised academic activities* (SAA) involved into the ECTS. In the classroom, the computer acts as cognitive tool for helping the students in their inquiry, as well as a

virtual laboratory in which they can do experiments and contrast hypothesis.

1. Introducción

Distintas investigaciones han revelado que los estudiantes de química de secundaria y universidad mantienen con frecuencia concepciones alternativas sobre el equilibrio químico (Bergquist y Heikkinen, 1990; Gussarsky y Gorodetsky, 1990; Banerjee, 1991; Garnett et al., 1995; Quílez y Sanjosé, 1995; Huddle y Pillay, 1996; Van Driel et al., 1998; Furió et al., 2000; Voska y Heikkinen, 2000; Van Driel y Gräber, 2003; Raviolo, 2005; Quílez, 2006). Estas dificultades conceptuales plantean desafíos educativos ya que el concepto de equilibrio químico es un prerrequisito para aprender y comprender otros conceptos químicos.

Aunque recientemente se han aplicado en el aula distintas estrategias educativas constructivistas que ayudan al alumnado a superar sus preconcepciones y adquirir un aprendizaje significativo (Treagust y Gräber, 2001; Chiu et al., 2002; Piquette y Heikkinen, 2005), aún son escasas las investigaciones educativas que evalúan la eficacia de las TIC en la enseñanza del equilibrio químico (Hameed et al., 1993; Huddle et al., 2000).

Por consiguiente, en 2005 iniciamos un proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Granada cuya finalidad ha sido que el alumnado del primer curso de Química, Ingeniería Química y Ciencias Ambientales aprenda los aspectos más relevantes sobre el equilibrio químico mediante la resolución de problemas abiertos, concebidos como investigaciones dirigidas por el profesor y asistidas por software de simulación de fenómenos químicos.

2. La simulación por ordenador en la enseñanza de la química

De entre todas las aplicaciones de las TIC en la enseñanza de la química, la simulación por ordenador de fenómenos químicos desempeña un papel privilegiado ya que constituye un espacio intermediario entre lo concreto y lo abstracto, que facilita la puesta en relación de la realidad y las teorías científicas. Asimismo, representa un medio ideal para la manipulación de modelos por el alumnado, que adquiere así tanto conocimiento conceptual, procedimental como actitudinal (Sierra et al., 2007).

Algunas características reseñables de la simulación por ordenador como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias son las siguientes (Sierra, 2000):

- La simulación permite reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad, por motivos de

peligrosidad, de escala de tiempo, de escala espacial o de carestía del montaje.

- El alumnado pone a prueba sus ideas previas acerca del fenómeno que se simula mediante la emisión de hipótesis propias, lo cual redunda en una mayor autonomía del proceso de aprendizaje.
- El alumnado comprende mejor el modelo explicativo del fenómeno, al observar y comprobar de forma interactiva la realidad que representa.
- La simulación posibilita extraer una parte de la ciencia que subyace en una determinada experiencia, simplificando su estudio y facilitando la comprensión del fenómeno.
- El alumnado puede modificar los parámetros y condiciones iniciales que aparecen en el modelo del simulador, lo que ayuda a formular sus propias conclusiones a partir de distintas situaciones.
- La simulación evita al estudiante los cálculos numéricos complejos, permitiéndole centrarse sólo en los aspectos conceptuales del problema.
- La simulación ofrece al alumnado una amplia variedad de datos relevantes para la verificación cualitativa y cuantitativa de las leyes científicas.

Las actividades de investigación que el alumnado realiza con los simuladores implementan como modelo didáctico el aprendizaje mediante investigación dirigida. La información no es ofrecida a los alumnos de manera expositiva, sino que un entorno abierto de aprendizaje promueve que sean los alumnos por sí mismos quienes construyan su propio conocimiento, mediante la indagación, la resolución de problemas, los razonamientos hipotético-deductivo e inductivo, etc.

3. Objetivos e hipótesis de la investigación

El proyecto de innovación docente persigue probar las siguientes hipótesis:

- La realización de trabajos de investigación con simuladores promueve en el alumnado universitario de primer curso un aprendizaje significativo de conceptos químicos y procedimientos científicos.
- La enseñanza de la Química mediante la resolución de problemas como trabajos de investigación con simuladores es más eficaz que la enseñanza transmisiva.

Asimismo, desde una perspectiva cualitativa el proyecto pretende los siguientes objetivos:

- Elaborar un cuestionario sobre conceptos referentes al equilibrio químico.
- Elaborar una lista de control para evaluar el software educativo.
- Detectar las ideas previas del alumnado acerca del equilibrio químico mediante un cuestionario sobre los conceptos básicos diseñado a tal efecto.
- Realizar una búsqueda en Internet del software didáctico potencialmente adaptable a la metodología propuesta en el proyecto.
- Evaluar el software preseleccionado con el fin de seleccionar el entorno de simulación más adecuado a la situación de aprendizaje.
- Diseñar un programa-guía de las actividades de investigación que el alumnado realizará con el software de simulación.
- Aplicar en el aula la metodología propuesta a lo largo de varias sesiones.
- Comparar el conocimiento procedimental del alumnado antes y después de la experiencia con el entorno informático de simulación.
- Analizar la evolución de las ideas previas del alumnado sobre el equilibrio químico tras el desarrollo de la experiencia educativa.
- Fomentar el aprendizaje colaborativo.
- Introducir al alumnado en la cultura científica actual que concibe la simulación por ordenador como una herramienta fundamental para la investigación y la experimentación.

4. VARIABLES DIAGNOSTICADAS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Con el fin de contrastar las hipótesis de la investigación y responder a los objetivos planteados en la misma, se han seleccionado las siguientes variables independientes:

- Nivel de conocimiento conceptual, obtenido a partir del cuestionario sobre conceptos químicos.
- Nivel de conocimiento procedimental, diagnosticado mediante el test sobre procedimientos científicos.

Las variables dependientes consideradas son las siguientes:

- Variación de puntuación entre pre-test y post-test conceptuales.
- Variación de puntuación entre pre-test y post-test procedimentales.

A continuación, se describen los instrumentos de medida aplicados en la investigación:

- *Test sobre conceptos químicos,* que permite explicitar las ideas previas de los alumnos y el grado de comprensión de conceptos referentes al equilibrio químico. En la puntuación de los tests sólo influyen los items respondidos correctamente, valorándose cada uno de ellos con un punto.
- *Test de opción múltiple sobre procedimientos científicos*, extraído del TIPS ("*Test of Integrated Process Skills*") elaborado y validado por Dillashaw y Okey (1980). Los items están referidos a los procedimientos de formulación de hipótesis, definición operacional de variables, control y manipulación de variables, planificación de investigaciones e interpretación de datos.
- Un *programa-guía de actividades de investigación* centradas sobre las concepciones alternativas más frecuentes.
- *Observaciones de aula* registradas por el profesor al final de cada sesión.
- *Lista de control* para que el profesorado evalúe los programas informáticos utilizados en la investigación.

5. Evaluación, selección y elaboración del software educativo

Tras realizar una revisión en internet del software didáctico apto para enseñar el equilibrio químico, se preseleccionan los siguientes programas:

- MINEQL+ (www.mineql.com)
- EQS4WIN (www.mathtrek.com)
- Le Chat II (http://nautilus.fis.uc.pt/wwwqui/equilibrio/port/eqq_lechat2.html)
- Crocodile Chemistry (http://www.crocodile-clips.com/Our_Products/Chemistry/Crocodile_Chemistry)
- ChemLab (http://modelscience.com/products_sp.html)
- Applets de química que pueden ser utilizados libremente y obtenerse en la página web de la universidad norteamericana Davidson College (http://www.chm.davidson.edu/ChemistryApplets)

Estos programas informáticos son evaluados por el profesorado mediante el correspondiente cuestionario, siendo seleccionados el programa ChemLab y los applets de Davidson College.

El programa de simulación ChemLab permite visualizar fichas para orientar el trabajo del alumnado, junto con el laboratorio virtual. Además, el programa permite grabar un informe de la investigación desarrollada por el alumnado. El laboratorio virtual de ChemLab ofrece al estudiante distintos instrumentos (balanza, termómetro, pHmetro, sonda de

conductividad, voltímetro, matraces, pipetas, buretas, etc), dispositivos (mechero Bunsen, destilador, etc) y reactivos químicos.

Por otra parte, hemos elaborado sendas páginas web: una que reúne las actividades de investigación propuestas al alumnado e incorpora algunos applets de Davidson College y otra página que gestiona una base de datos con las respuestas del alumnado a los cuestionarios y sus correspondientes calificaciones.

6. Muestra y metodología de trabajo

En el proyecto de innovación docente han participado un total de 198 estudiantes de primer curso universitario: 79 de ingeniería química, 7 de química y 112 de ciencias ambientales. Se ha considerado un grupo de control integrado por 38 estudiantes que han seguido una metodología transmisiva tradicional y un grupo experimental de 160 estudiantes que han utilizado programas de simulación por ordenador para realizar actividades de investigación. Ambos grupos cumplimentaron el cuestionario sobre conceptos del equilibrio químico y sobre procedimientos científicos (pretests) antes de tratar este tema en clase. Después de haber dedicado varias sesiones al equilibrio químico, nuevamente todos los estudiantes cumplimentan los cuestionarios (postests).

El modelo didáctico seguido por el grupo experimental asume que el estudiante desempeña el papel de “investigador novel”, cuya actividad de indagación es guiada por el profesor como “director de la investigación”. Así, el profesor plantea al alumno una secuencia de problemas abiertos relacionados con el equilibrio químico, que son resueltos aplicando una estrategia hipotético-deductiva sobre un entorno informático de simulación de fenómenos químicos. El alumnado, distribuido en parejas, aborda cada problema planteando una hipótesis inicial, diseñando un experimento en el simulador para contrastar la hipótesis, ejecutando el experimento y analizando los resultados con relación a la hipótesis inicial. Si la hipótesis es refutada, será necesario emitir una nueva y someterla al proceso anterior.

7. Análisis de los resultados

Las respuestas a los cuestionarios sobre conceptos arrojan ciertas regularidades en las explicaciones ofrecidas por el alumnado al justificar sus respuestas. Estas categorías de respuesta coinciden frecuentemente con las concepciones alternativas referidas en la bibliografía consultada.

La siguiente tabla recoge los patrones de respuesta o categorías detectadas en las respuestas del alumnado.

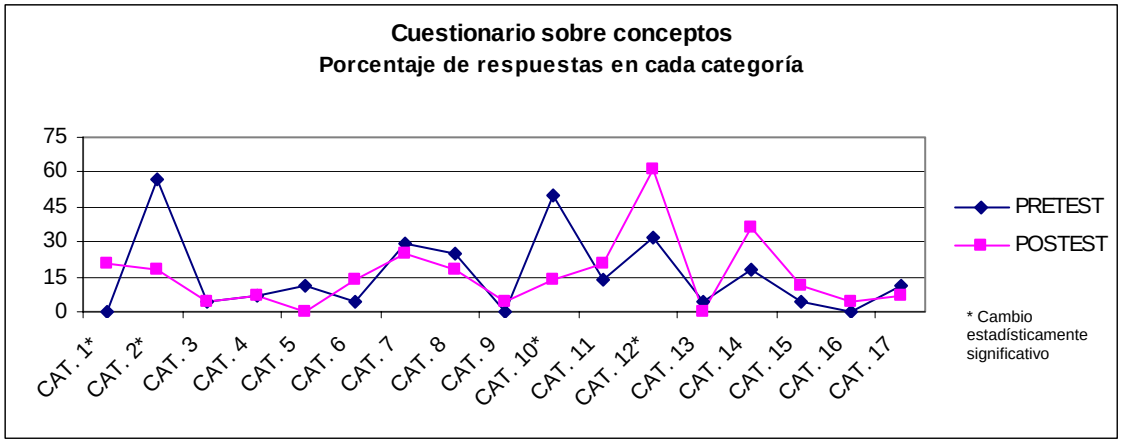
Tabla 1. Categorías de respuesta al cuestionario sobre conceptos.

Identificación de la categoría	Descripción de la categoría
1	Es posible alcanzar el equilibrio en un sistema abierto
2	El yodo permanece en estado sólido en un sistema abierto
3	La concentración en el equilibrio es inversamente proporcional a la temperatura
4	Mayor temperatura implica mayor velocidad de reacción
5	Interpretación incorrecta de una fórmula química
6	No sabe disociar compuestos iónicos
7	No distingue la fortaleza de un electrolito
8	Considera el agua como un reactivo que participa en el equilibrio y aplica el principio de Le Chatêlier
9	Interpretación errónea de la combinación iónica
10	Si la constante de equilibrio es pequeña entonces la velocidad de reacción inversa es mayor que la velocidad de reacción directa
11	La velocidad de reacción es directamente proporcional a la constante de equilibrio
12	Un menor valor de la constante de equilibrio implica una velocidad de reacción mayor
13	La velocidad de reacción depende del número de moles
14	Concepción estática del equilibrio
15	Concepción dinámica del equilibrio
16	La reacción inversa comienza cuando acaba la reacción directa

17	Cuando se alcanza el equilibrio los productos y reactivos tienen la misma concentración

Asimismo, se observa que las frecuencias correspondientes a cada categoría de respuesta se modifican tras la realización por el alumnado de las actividades de investigación (figura 1).

Figura 1. Comparativa del porcentaje de respuestas en cada categoría entre el pretest y el postest sobre conceptos.

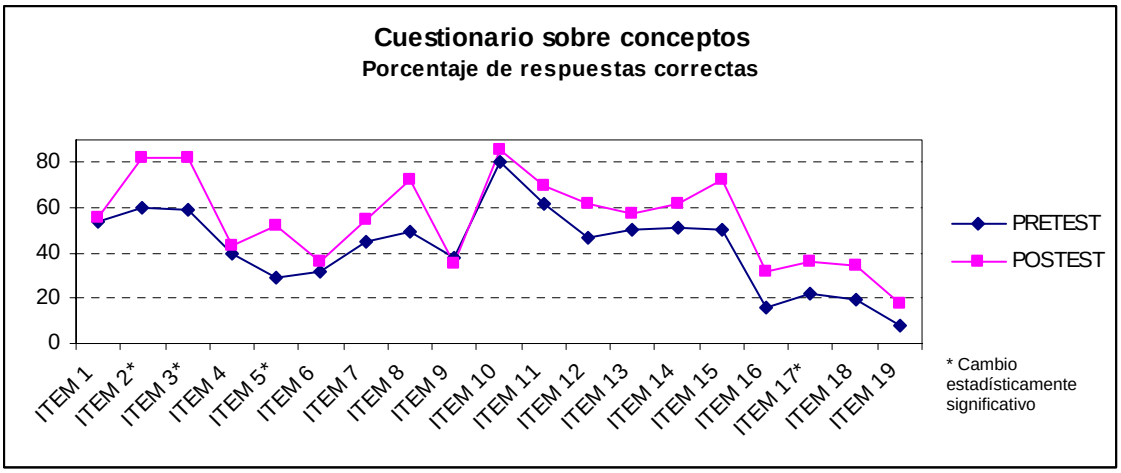


Aunque la mayoría de las categorías presentan cambios, sólo se detectan cambios estadísticamente significativos en las categorías 1, 2, 10 y 12.

En cuanto a las puntuaciones obtenidas por el alumnado en el pretest y postest sobre conceptos, se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- El alumnado del grupo experimental mejora en el postest de modo estadísticamente significativo con respecto al pretest (figura 2).
- Aunque el alumnado del grupo experimental consigue mejor resultado en el postest que el alumnado del grupo de control, esta diferencia no es estadísticamente significativa.
- Se observa una evolución positiva de las concepciones alternativas del alumnado hacia las ideas científicas.

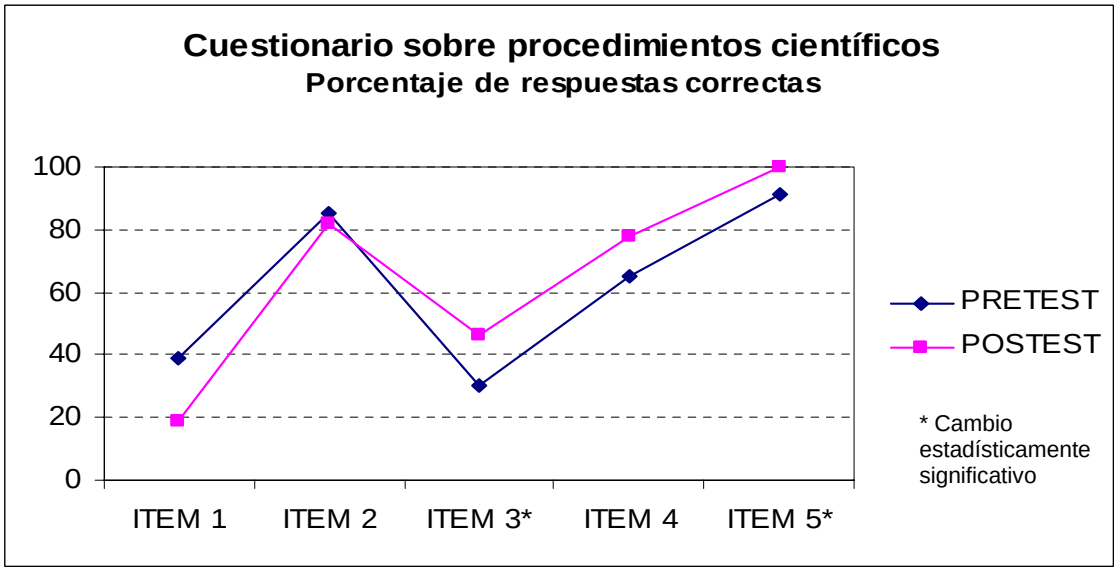
Figura 2. Comparativa del porcentaje de respuestas correctas entre el pretest y el postest sobre conceptos.



Con relación a las respuestas del alumnado al cuestionario sobre procedimientos científicos se deduce que:

- Aunque un 30 % del alumnado del grupo experimental mejora en el postest, el cambio no es estadísticamente significativo.
- Tanto el grupo de control como el experimental mejoran en el postest (figura 3), aunque no se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre ambos.
- No se detecta correlación significativa entre los niveles de conocimiento conceptual y procedimental.

Figura 3. Comparativa del porcentaje de respuestas correctas entre el pretest y el postest sobre procedimientos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANERGJEE, A.C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), pp. 487-494.

BERGQUIST, W. y HEIKKINEN, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67(12), pp. 1000-1003.

CHIU, M.H., CHOU, C.C. y LIU, C.J. (2002). Dynamic Processes of conceptual change: Analysis of constructing mental models of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), pp. 688-712.

DILLASHAW, F.G. y OKEY, J.R. (1980). Test of the Integrated Science Process Skills for secondary science students. *Science Education*, 64(5), 601-608.

FURIÓ, C., CALATAYUD, M.L., BÁRCENAS, S.L. y PADILLA, O.M. (2000). Functional fixedness and functional reduction as common sense reasonings in chemical equilibrium and in geometry and polarity of molecules. *Science Education*, 84(5), pp. 545-565.

GARNETT, P.J., GARNETT, P.J. y HACKLING, M.W. (1995). Student' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25, pp. 69-95.

GUSSARSKY, E. y GORODETSKY, M. (1990). On the concept "chemical equilibrium": The associative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, pp. 197-204.

HAMEED, H., HACKLING, M. y GARNETT, P. (1993). Faciliting conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15, pp. 221.

HUDDLE, P.A. y PILLAY, A.E. (1996). An in-depth study of alternate conceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a south African university. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, pp. 65-67.

HUDDLE, P.A., WHITE, M.W. y ROGERS, F. (2000). Simulations for teaching chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 77(7), pp. 920-926.

PIQUETTE, J.S. y HEIKKINEN, H.W. (2005). Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), pp. 1112-1134.

QUÍLEZ, J. (2006). Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: Errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp. 219-240.

QUÍLEZ, J. y SANJOSÉ, V. (1995). Errores conceptuales en el estudio del equilibrio químico: Nuevas aportaciones relacionadas con la incorrecta aplicación del Principio de Le Chatêlier. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 72-79.

RAVIOLO, A. (2005). *Enseñanza y aprendizaje de modelos sobre el equilibrio químico. Una propuesta didáctica con alumnos universitarios españoles y argentinos*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

SIERRA, J.L. (2000). Informática y enseñanza de las ciencias. En Perales, F.J. y Cañal, P. (Dirs.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy, Alicante: Marfil.

SIERRA, J.L., PERALES, F.J., SÁNCHEZ, A. y MARTÍNEZ, S. (2007). Aprendiendo física en bachillerato con simuladores informáticos. *Alambique,* 51, pp. 89-97.

TREAGUST, D.F. y GRÄBER, W. (2001). Teaching chemical equilibrium in australian and german senior high schools. En Behrendt, H. (Ed.) *Research in Science Education: Past, Present and Future*. Hingham, MA, USA: Kluwer Academic Publisher.

VAN DRIEL, J.H., DE VOS, W., VERLOOP, N. y DEKKERS, H. (1998). Developing secondary students conceptions of chemical reactions: the introduction of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 20(4), pp. 379-392.

VAN DRIEL, J.H. y GRÄBER, W. (2003). The teaching and learning of chemical equilibrium. En Gilbert, J. (Ed.) *Chemical Education: Towards research-based practice*. Scaucus, NJ, USA: Kluwer Academic Publisher.

VOSKA, K.W. y HEIKKINEN, H.W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, pp. 160-176.

PARTNeR: Radioastronomía para estudiantes.

Propuesta didáctica para su implementación en el aula

Juan Ángel Vaquerizo Gallego[1]

Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF-INTA), Apdo. 78, 28691 Villanueva de la Cañada (Madrid), España

Palabras clave: Observación radioastronómica, programa-guía, propuesta didáctica, Radioastronomía, Radiotelescopio.

Resumen: El proyecto PARTNeR permite a alumnos de E.S.O., Bachillerato y Universidad utilizar un radiotelescopio de 34 m. de diámetro para realizar observaciones radioastronómicas a través de Internet desde su centro educativo. Para implementar PARTNeR en el aula, dada la insignificante presencia que la Astronomía tiene en el currículo escolar y el desconocimiento general que se tiene sobre la Radioastronomía, es necesaria la formación específica en esos temas del profesorado participante. Así, hemos desarrollado un material didáctico de apoyo que permite la implementación del proyecto en diferentes materias y niveles. En el presente trabajo presentamos esta propuesta didáctica, basada en programas-guía de actividades de aula.

Abstract: PARTNeR project allows high school and university students to use a 34 m. radio telescope to perform radio astronomical observations via Internet from their own school/university. Because of Radioastronomy is not a popular subject and Astronomy has a little presence in the high school educational curriculum, teachers need specific formation in those subjects to implement PARTNeR. Thus, we have developed educational resources for teachers that allow PARTNeR's implementation in different subjects and levels. In present work we show this didactic proposal, based in program-guides of classroom activities.

1. Introducción

PARTNeR es el acrónimo de Proyecto Académico con el Radio Telescopio de NASA en Robledo. Su objetivo es acercar la Ciencia a los estudiantes y cuenta para ello con un instrumento científico excepcional: un radiotelescopio de 34 m. de diámetro ubicado en el Madrid Deep Space Communications Complex (MDSCC) en Robledo de Chavela (Madrid), una de las tres estaciones de seguimiento de satélites de la NASA en el mundo. Todo comenzó en 2001 cuando una de las seis antenas del MDSCC dejó de usarse para el seguimiento de misiones espaciales. En vez de desmantelarla, NASA e INTA (Instituto Nacional de Técnica

[1] jvaquerizog@laeff.inta.es

Aeroespacial) firmaron un acuerdo para que fuera utilizada con fines educativos. En 2004 finalizó la reconversión de la antena en un radiotelescopio que permitiera su acceso y control de forma remota. Así nació PARTNeR.

El LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental) de INTA gestiona el uso de la antena y asesora a los usuarios sobre aspectos científicos, técnicos o didácticos relacionados con el proyecto.

Actualmente PARTNeR ha diversificado su actividad para la consecución de objetivos específicos diversos. Así, se realizan talleres de Astronomía para alumnos desde Ed. Primaria hasta Bachillerato; y se realizan prácticas, tanto de radioastronomía como de instrumentación y también Proyectos Fin de Carrera de Ingenierías, para Universidades.

2. Las observaciones radioastronómicas

Los alumnos desde 4º E.S.O. hasta la Universidad pueden realizar, en horario lectivo, observaciones radioastronómicas de manera remota con el radiotelescopio de PARTNeR. Así, desde sus centros escolares y con una conexión a Internet, son capaces de operar el radiotelescopio como hacen los radioastrónomos, participando en proyectos científicos como son el seguimiento de binarias de rayos X, el estudio de la variabilidad en la emisión procedente de cuásares o la realización de radio mapas del plano de nuestra Galaxia.

El acceso remoto a la antena para realizar las observaciones es muy sencillo. Los alumnos se conectan a través de Internet desde su centro escolar con el Centro de Control de PARTNeR que, por un lado, les cede el control de la antena para que sean ellos quienes la operen; y, por otro, pone a su disposición un astrónomo de soporte que guía y ayuda ante las cuestiones técnicas o científicas que surgen durante la observación.

Las observaciones permiten a los alumnos conocer, con una herramienta científica de primer orden, los fundamentos de una investigación radioastronómica, con el objetivo de despertar vocaciones científicas y actitudes positivas hacia la Ciencia.

3. Formación del profesorado que participa en PARTNeR

El perfil del profesorado de Ed. Secundaria y Bachillerato que participa en el proyecto es muy variado, impartiendo desde Física, Tecnología o Matemáticas hasta Inglés. Si añadimos, además, que la Radioastronomía no aparece en el currículo escolar y que la Astronomía tiene un tratamiento mínimo, resulta imprescindible proporcionar a los profesores los recursos didácticos necesarios para implementar PARTNeR en el aula.

Así, antes de que los alumnos realicen observaciones, los profesores realizan un curso de formación que se imparte al inicio del año académico y que consta de dos partes:

- A distancia, que consiste en el estudio *online* de los cursos "Fundamentos Físicos de Radioastronomía" y "Curso de Iniciación a la Radioastronomía", disponibles en http://laeff.inta.es/partner, la web de PARTNeR.
- Presencial de dos días, uno de ellos en MDSCC, donde se refuerzan los conocimientos tratados en la parte a distancia, se presenta la propuesta didáctica para implementar PARTNeR en el aula y, sobre todo, se aprende el manejo de la antena y cómo organizar y realizar una observación.

Una vez superado el curso de formación, el profesorado puede solicitar tiempo para realizar observaciones con los alumnos.

4. Implementación en el aula: criterios generales

La implementación del proyecto PARTNeR en clase presenta algunas peculiaridades:

- La materia que mejor se adapta a la implementación de PARTNeR es el Taller de Astronomía, pero los profesores que participan en PARTNeR no imparten, por regla general, esta materia.
- PARTNeR se integra dentro de las materias científicas, pero, como se ha señalado anteriormente, no lo hace de modo evidente en ninguna de ellas. Esto posibilita su adaptación al currículo de cualquiera de ellas, aunque se adapta mejor a Física y Química y Tecnología.
- Favorece la transversalidad, ya que sus contenidos se distribuyen con relativa facilidad en otras materias, incluso no científicas, lo que permite una gran flexibilidad tanto en el desarrollo como en la temporalización de los contenidos.
- Promueve la alfabetización científica, ya que la Astronomía, la Astrofísica y la Radioastronomía son disciplinas que resultan muy atractivas para los alumnos.

5. Implementación en el aula: criterios específicos

Para que las observaciones sean una verdadera experiencia de enseñanza-aprendizaje y no una simple experiencia lúdica, los profesores deben disponer de los recursos didácticos necesarios que posibiliten una adecuada implementación del proyecto en el aula, de modo que la observación sea una actividad más dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Teniendo en cuenta el nivel inicial de conocimientos mínimo

necesario de los alumnos, la presente propuesta didáctica se ha diseñado para implementar PARTNeR en 4º curso de E.S.O.

Los contenidos del curso se distribuyen a través de los currículos de las materias atendiendo a dos criterios específicos:

1. Transversalidad:
    - Física: Radiación y ondas electromagnéticas.
    - Química: Espectro electromagnético.
    - Tecnología
        - Robótica: Tipos de monturas, maquetas y mecanismos.
        - Hojas de cálculo: Reducción y representación de datos.
    - Inglés: Bibliografía.
2. Promoción de la alfabetización científica:
    - Astronomía: Sistemas de coordenadas.
    - Astrofísica: Objetos estelares.
    - Radioastronomía: Historia y fundamentos.

Así, la implementación en el aula debe permitir la integración *natural* de los contenidos, ya sea de modo simultáneo en varias materias, ya sea dentro de cada materia a lo largo del curso.

6. Implementación en el aula: material didáctico de apoyo

El planteamiento didáctico adoptado está basado en el modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y se desarrolla a través de los denominados programas-guía (Gil 1987): conjunto de actividades encuadradas en un tema específico y secuenciadas de manera que el profesor decide, en función de las necesidades cognitivas, actitudinales o procedimentales de los alumnos cuáles realizar, cómo secuenciarlas y su temporalización. La razón de usar programas-guía es que, como señala Gil (1987), favorece la construcción del conocimiento de los estudiantes y les familiariza con la metodología del trabajo científico.

Las actividades se han clasificado siguiendo la tipología de las actividades que orientan el proceso de enseñanza-aprendizaje (Antúnez *et al.* 1992), desarrollando y ampliando las tres categorías fundamentales que propone Gil (1987). Cada programa-guía consta, pues, de:

- Actividades de **presentación o introducción.**
- Actividades de **desarrollo**.
- Actividades de **refuerzo**.
- Actividades de **ampliación**.

- Actividades de **evaluación**.

Además, distinguimos los siguientes tipos de actividades:

- Actividades de lápiz y papel, ALP.
- Lectura de documentos, LD.
- Actividades multimedia en equipos informáticos, AM.
- Actividades experimentales sencillas, AES.
- Construcción de mecanismos o aparatos sencillos, CMAS.
- Visionado de películas o documentales relacionados, VPD.

7. Los programas-guía de PARTNeR

Los contenidos se han articulado a través de tres programas-guía, el espectro electromagnético, Radioastronomía y radiotelescopios, que constituyen una secuencia para realizar en el aula, preferiblemente trabajando en pequeños grupos, con el objetivo final de preparar a los alumnos para que organicen, planifiquen y realicen las observaciones con aprovechamiento. Todo el material está disponible en la web del proyecto.

7.1. Programa-guía: El espectro electromagnético

7.1.1. Actividades de presentación o introducción

A1.1 LD *Artículos de prensa donde aparecen términos relacionados con el tema.*

Espectro electromagnético, campo magnético, ultravioleta, líneas oscuras, espectro de emisión, rayos x, longitud de onda, infrarrojo, espectro de absorción, radiación sincrotrón, velocidad de propagación, espectro continuo, campo eléctrico, líneas brillantes, visible, frecuencia, microondas, cuerpo negro, cargas eléctricas en movimiento, rayos gamma, radiación electromagnética, luz, ondas de radio, ondas electromagnéticas.

A1.2 AM *Búsqueda de información en Internet usando como criterio de búsqueda términos relacionados con el tema.*

A2 ALP *Cuestionario inicial sobre ideas previas o concepciones alternativas.*

Las concepciones alternativas, más o menos arraigadas, forman parte de la estructura cognitiva de los alumnos y deben ser ellos los que, en primer lugar, tomen conciencia de ellas, y los que, posteriormente, las hagan explícitas. Es lo que Pozo y Gómez Crespo (1997) denominan la *activación de las concepciones alternativas*.

Las concepciones alternativas son por lo general implícitas, lo que hace muy difícil activarlas. Así, los cuestionarios de preguntas dirigidas a

explicitar las concepciones alternativas de los alumnos son una herramienta de diagnóstico, que permiten conocer el estado del alumno en lo que respecta a su desarrollo cognitivo, y de análisis, sacando a la luz su estructura cognitiva. Se deben desarrollar, pues, estrategias que favorezcan la toma de conciencia inicial y la posterior explicitación. En este sentido, las preguntas abiertas o las de respuesta múltiple son las más indicadas.

La detección de concepciones alternativas adquiere así una singular importancia, con un doble objetivo: que los alumnos exploren sus propias ideas y se hagan conscientes de las mismas, y que el profesor las conozca, a fin de diseñar tanto estrategias puntuales como modificaciones en las actividades proyectadas.

7.1.2. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

A3 AM *Visionado de una presentación PowerPoint sobre el espectro electromagnético.*

A4 AM *Usar applets para visualizar conceptos complejos.*

A5 ALP *Realizar un mapa conceptual con una lista de términos relacionados con el tema.*

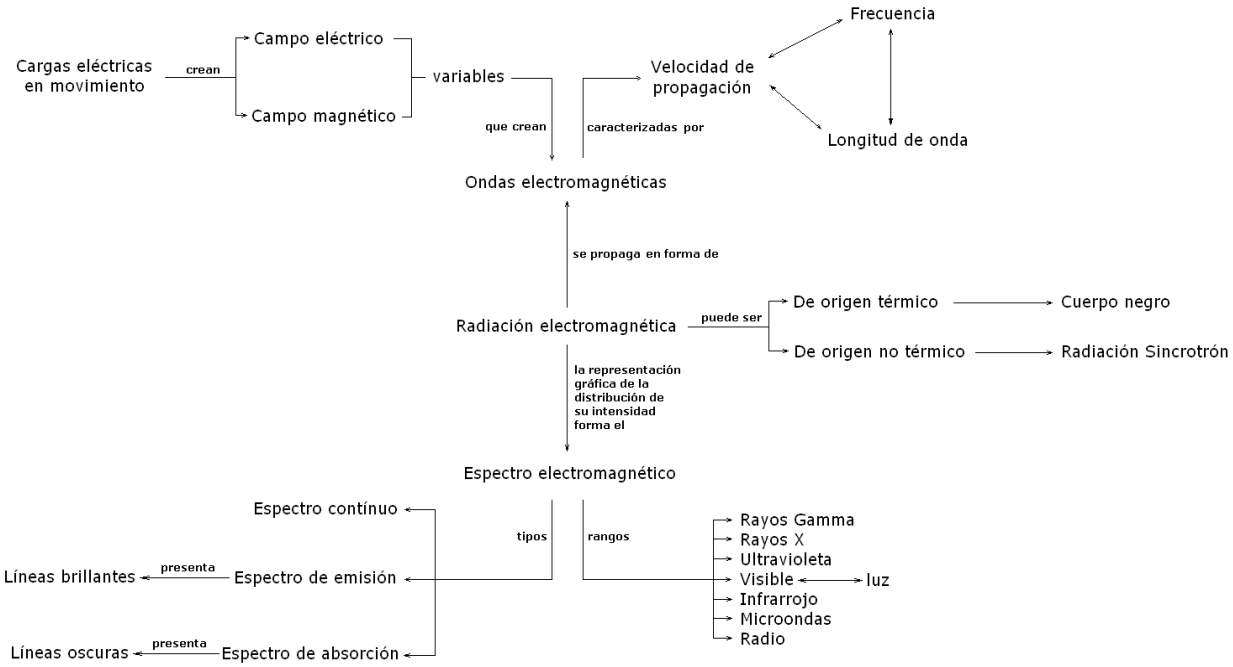
Los mapas conceptuales son una técnica de representación gráfica del conocimiento desarrollada por Novak a mediados de los años 70: son una forma de representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones (Novak 1995).

Gráficamente, un mapa conceptual está formado por una serie de conceptos, unidos mediante líneas. En otras técnicas diagramáticas las líneas de unión son un simple nexo entre bloques de información. En el caso de los mapas, las líneas de unión tienen un significado preciso y constituyen una proposición con los conceptos extremos. Es recomendable etiquetar las líneas de unión entre conceptos para aumentar el poder explicativo del mapa. Lo más usual como etiqueta es un verbo. Además de la etiqueta, es necesario añadir una flecha a las líneas del diagrama para indicar el sentido de la relaciones.

Los mapas conceptuales sirven para descubrir la estructura cognitiva de los alumnos, en particular, para saber cómo relacionan unos conceptos con otros. Así, una estructura cognitiva desarrollada da lugar a mapas conceptuales ramificados, con relaciones numerosas y bien explicitadas. Por el contrario, una estructura cognitiva endeble da lugar a mapas conceptuales muy lineales, sin apenas ramificaciones y con relaciones entre conceptos escasas y poco explícitas.

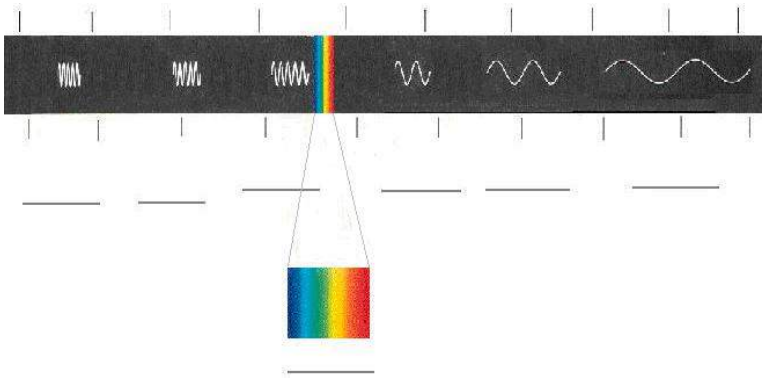
Por lo general, en los primeros intentos, los mapas tienen una mala simetría o presentan relaciones “cruzadas”, por lo que hay que rehacer los mapas para clarificar los conceptos y sus relaciones.

Usamos la lista de la actividad A1.1. Es importante señalar que *existen muchas posibilidades de realización del mapa y que no hay una estructura obligatoria*. A modo de ejemplo:



A6.1 ALP *Cuestionario (responder a preguntas de verdadero o falso, rellenar espacios en definiciones, relacionar conceptos y definiciones y realizar cálculos sencillos).*

A6.2 ALP *Rellenar los huecos en la figura con los nombres de los distintos rangos de radiación.*



A6.3 AM *Concurso con preguntas sobre el espectro electromagnético en PowerPoint.*

A7 ALP *Realizar cálculos sencillos a partir de datos dados.*

Comparación entre el sonido y las ondas de la radio.

7.1.3. ACTIVIDADES DE REFUERZO

A8 AM *Crear una presentación PowerPoint sobre el tema.*

A9.1 AES *Investigar las propiedades de la radiación electromagnética comparando la radiación visible y la infrarroja.*

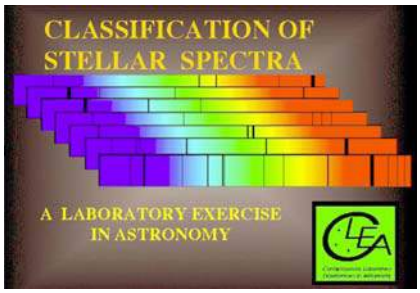
A9.2 AES *Estudio del grado de hermeticidad de un horno microondas.*

Para comprobar el grado de hermeticidad, colocamos un teléfono móvil en el interior de un horno microondas desenchufado y realizamos una llamada a dicho teléfono, ¿sonará el teléfono? ¿Qué explicación podemos dar a lo que sucede? ¿Dónde está el *truco*?

A10 CMAS *Construcción de un sencillo espectroscopio.*

7.1.4. ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

A11 AM *Programa de espectroscopia de CLEA.*



7.2. PROGRAMA-GUÍA: RADIOASTRONOMÍA

7.2.1. PARTE I: ORÍGENES DE LA RADIOASTRONOMÍA. DE JANSKY A REBER

7.2.1.1. ACTIVIDADES DE PRESENTACIÓN O INTRODUCCIÓN

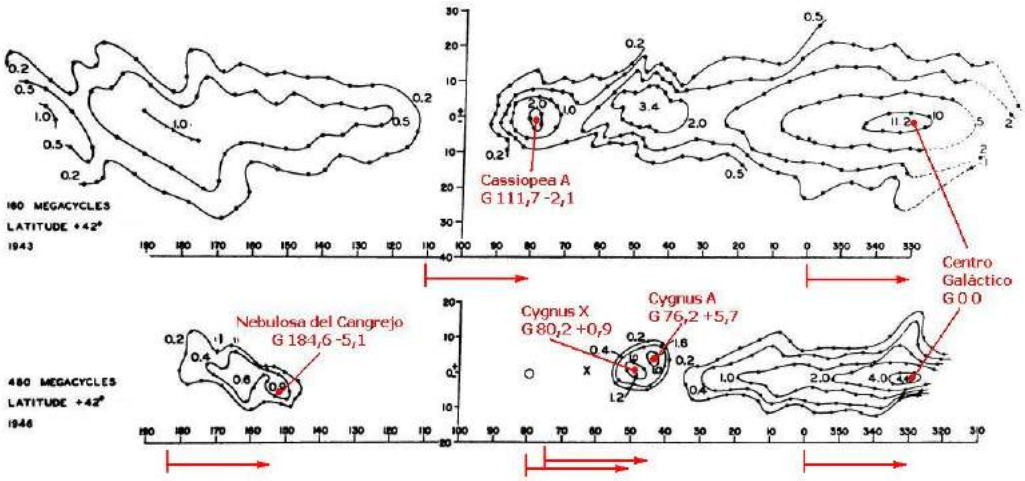
A1 AM *Búsqueda de información en Internet usando como criterio de búsqueda los términos* radioastronomía, historia, jansky *y* reber.

7.2.1.2. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

A2.1 ALP/AM *Biografías de Jansky y Reber.*

A2.2 ALP/AM *Descubrimientos científicos relevantes de Jansky y Reber.*

A3 ALP *Representar gráficamente la situación de radio fuentes sobre el primer radio mapa publicado por Reber.*



A4 CMAS *Realizar maquetas a escala de las antenas de Jansky y Reber.*

A5 ALP *Detectives radioastronómicos: ¿Por qué la antena de Jansky tenía una longitud de 30 metros? ¿No podía ser un poco mayor o un poco menor? Un fragmento recuperado de un incendio de la patente original de la antena de Bruce nos puede ayudar a encontrar la respuesta.*

La investigación comienza con los datos siguientes:

1. Un fragmento recuperado de un incendio de la patente original de la antena de Bruce.
2. Una fotografía de la antena original de Jansky.
3. Un fragmento del primer artículo de Jansky publicado en la revista *Proceedings of the IRE* en diciembre de 1932.

7.2.1.3. Actividades de refuerzo

A6 ALP *Concurso: ¿Jansky o Reber?*

Juego de fichas con hechos relevantes e imágenes sobre Jansky o Reber.

A7 ALP *Traducir y resumir artículos originales de Jansky y Reber.*

7.2.1.4. Actividades de ampliación

A8 ALP *Ordenar cronológicamente las fichas del concurso ¿Jansky o Reber?*

A9 AM *Identificación de las fuentes del radio mapa de Reber.*

Para cada fuente se deben hallar datos sobre su situación en el espacio, apariencia y características.

7.2.2. Parte II: Fundamentos de Radioastronomía. Mecanismos e emisión de ondas de radio

7.2.2.1. Actividades de presentación o introducción

A1.1 LD *Artículos de prensa donde aparece el término radioastronomía y términos asociados a los mecanismos de emisión de ondas de radio.*

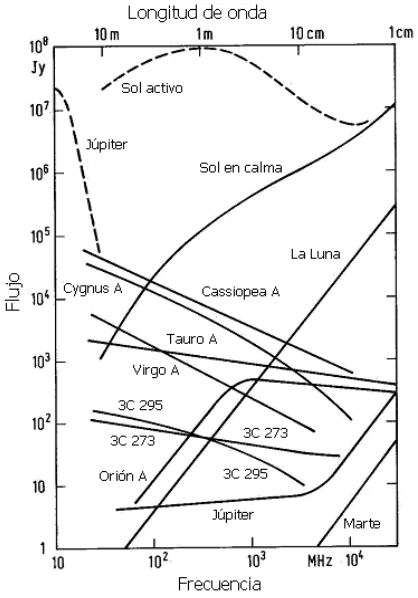
Espectro electromagnético, ultravioleta, mecanismos de emisión no térmicos, radio, radiación sincrotrón, rayos x, longitud de onda, infrarrojo, cargas eléctricas aceleradas, frecuencia, líneas de emisión, velocidad de la luz, máser, gas ionizado, radiación ciclotrón, frecuencia, microondas, cuerpo negro, mecanismos de emisión térmicos, rayos gamma, radiación electromagnética, ondas de radio, ondas electromagnéticas, visible.

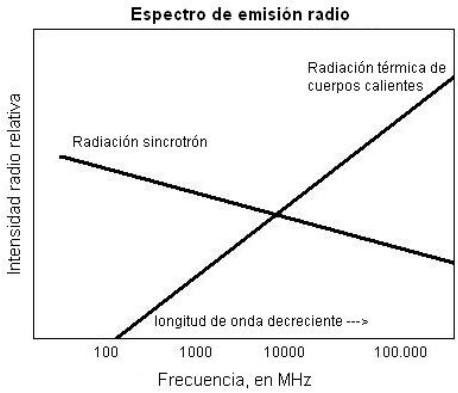
A1.2 AM *Búsqueda de información en Internet usando como criterio de búsqueda los términos de la actividad anterior.*

7.2.2.2. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

A2 AM *Visionado de una presentación PowerPoint que explica los mecanismos de emisión de las ondas de radio.*

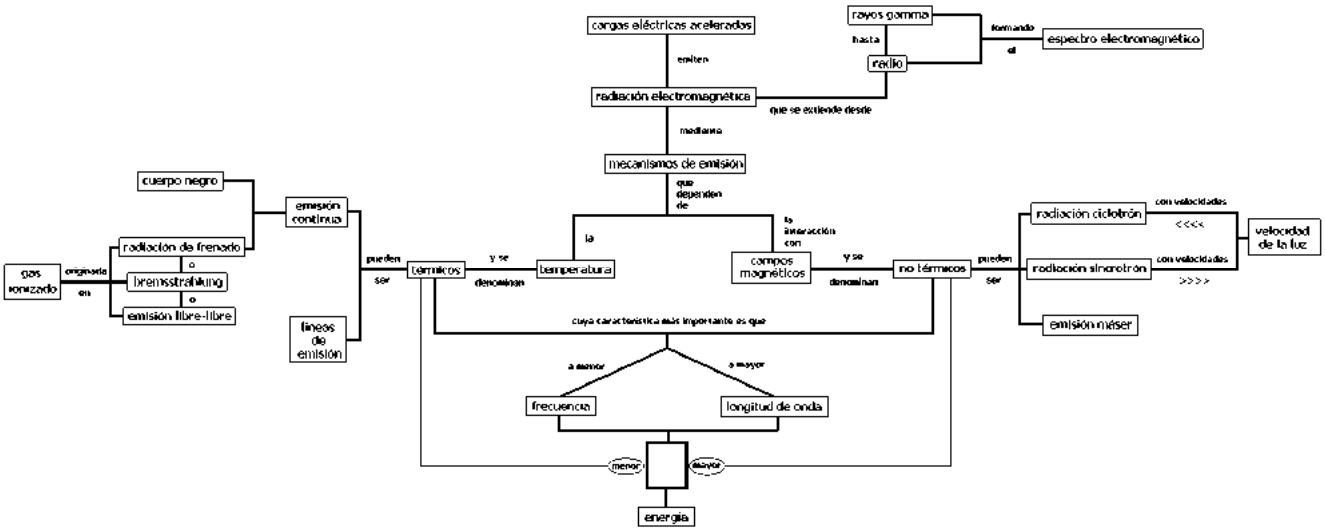
A3 ALP *¿Emisión térmica o no térmica? A partir de la figura dada, indicar los tipos de mecanismo de emisión, térmico o no térmico, en cada uno de los distintos objetos celestes que aparecen.*





A4 ALP *Realizar un mapa conceptual con una lista de términos relacionados con el tema.*

La lista del tema es la de la actividad A1.1. A modo de ejemplo:



7.2.2.3 ACTIVIDADES DE REFUERZO

A5 AM *Crear una presentación PowerPoint sobre el tema.*

7.3. PROGRAMA-GUÍA: RADIOTELESCOPIOS

7.3.1. ACTIVIDADES DE PRESENTACIÓN O INTRODUCCIÓN

A1.1 LD *Artículos de prensa donde se aparecen noticias sobre radiotelescopios.*

A1.2 AM *Telescopios y radiotelescopios. Similitudes y diferencias. Búsqueda de información en Internet usando como criterio de búsqueda términos relacionados.*

Se proponen, para que sirvan de guía, los términos:

4. Construcción, montura, dimensiones.
5. Sensibilidad, poder resolutivo.
6. Disposición de elementos, funcionamiento.

A1.3 ALP *Cuestionario sobre monturas de telescopios ópticos.*

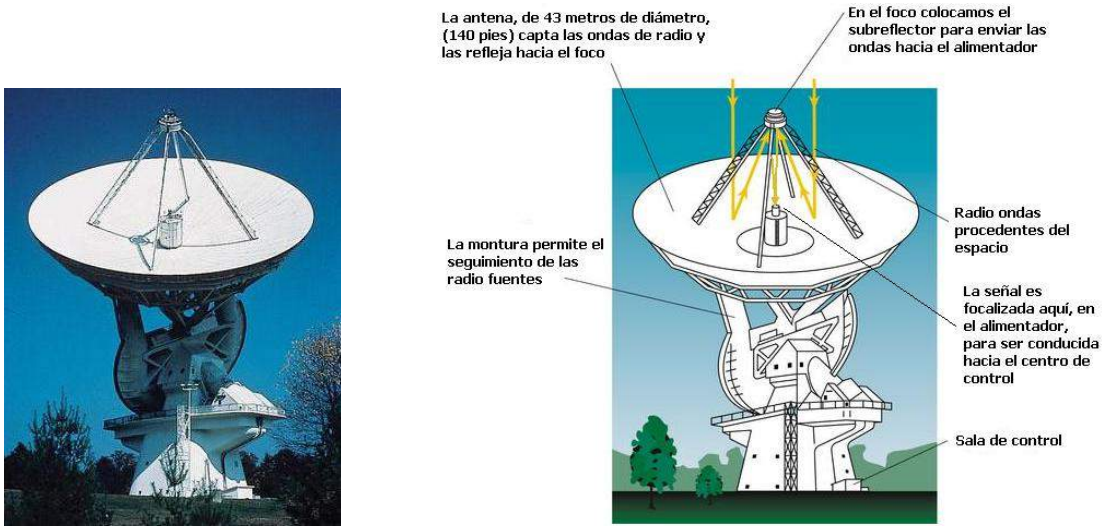
A2 ALP *Cuestionario inicial sobre ideas previas o concepciones alternativas.*

7.3.2. ACTIVIDADES DE DESARROLLO

A3 ALP/AM *¿Qué es un radiotelescopio?*

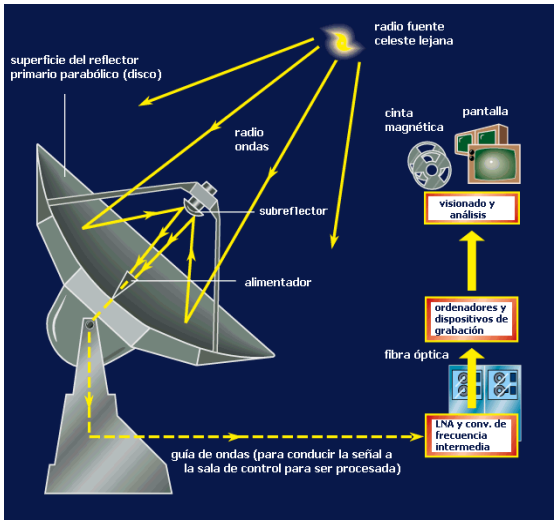
Presentamos dos cuestionarios:

1. Uno con imágenes de radiotelescopios para indicar montura y disposición (simple o Cassegrain).
2. Otro con un diagrama de un radiotelescopio para señalar los elementos, y explicar su funcionamiento.



Disposición de elementos en el radiotelescopio de 43 m., en Green Bank (EEUU)

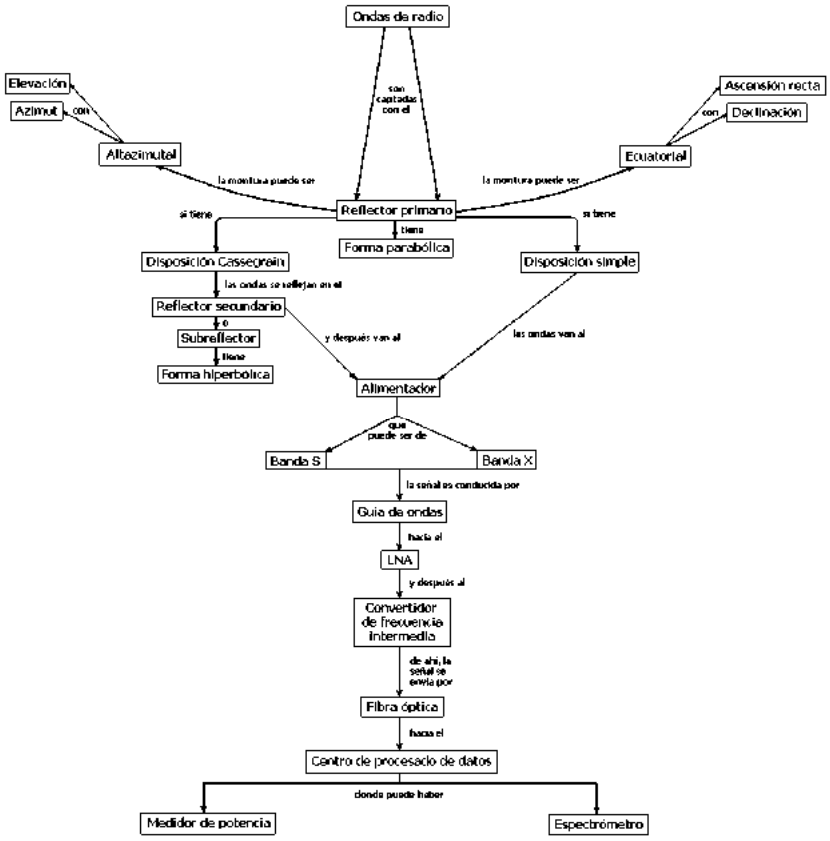
A4 AM *¿Cómo funciona un radiotelescopio? Visionado de una presentación PowerPoint sobre el tratamiento de la señal recibida por un radiotelescopio.*



Traducido de abyss.uoregon.edu/~js/images/radio_telescope.gif

A5 ALP *Creación de un mapa conceptual.*

La lista de conceptos es: disposición cassegrain, medidor de potencia, reflector primario, forma parabólica, LNA, subreflector, declinación, azimut, guía de ondas, elevación, disposición simple, espectrómetro, alimentador, ecuatorial, banda S, ascensión recta, altazimutal, forma hiperbólica, convertidor de frecuencia intermedia, reflector secundario, fibra óptica, ondas de radio, centro de procesado de datos, banda X. A modo de ejemplo:

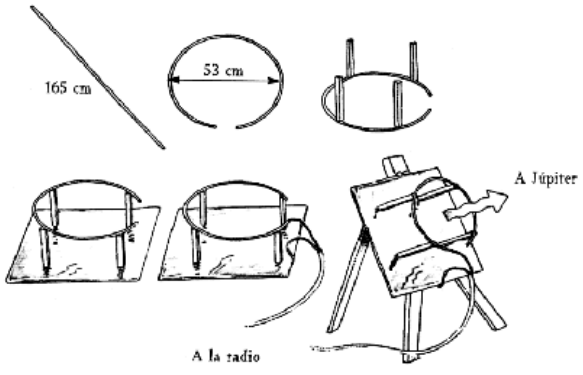


7.3.3. ACTIVIDADES DE REFUERZO

A6 CMAS *Construcción de una maqueta, a escala, de un radiotelescopio (ver página siguiente).*

A7 AES *Usar una montura de horquilla para pasar de altazimutal a ecuatorial.*

A8 AES *Captar ondas de radiofrecuencia procedentes de Júpiter.*

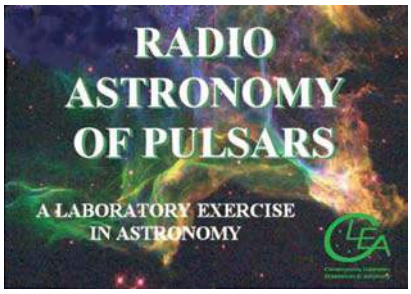


Fuente: Ricardo Moreno en http://www.apea.es.

7.3.4. ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN

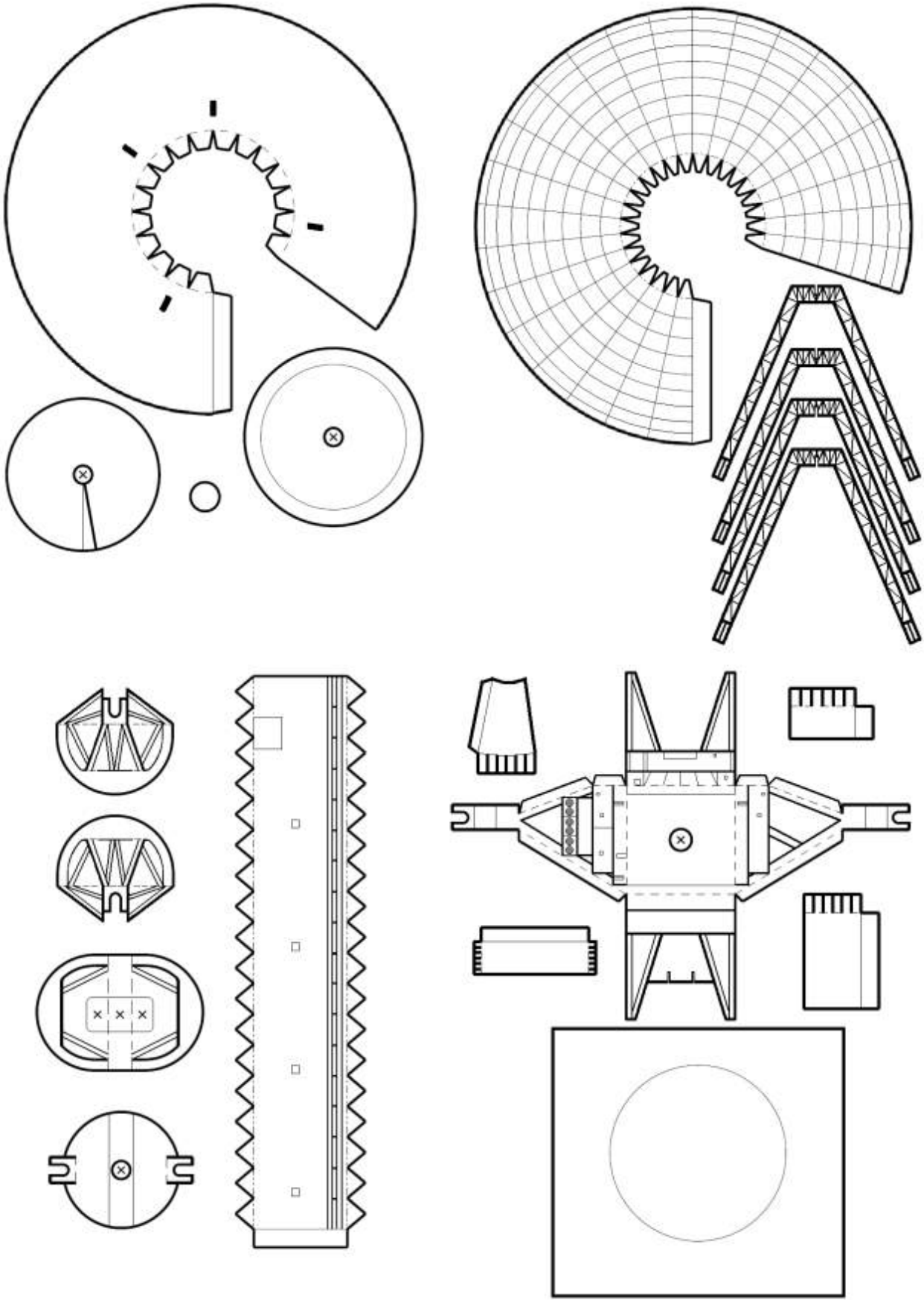
A9 AM *Censo mundial de radiotelescopios.*

A10 AM *Programa de radioastronomía con púlsares de CLEA.*



A11 CMAS *Robótica: implementar un programa de control de antena que permita apuntarla para observación y seguimiento de radiofuentes.*

El objetivo es programar un mecanismo que actúe como un control de antena, moviéndola para apuntar y para realizar un seguimiento.



Piezas que forman la réplica a escala de la antena DSS63 del MDSCC.

8. Bibliografía

ANTÚNEZ, S., DEL CARMEN, L.M., IMBERNÓN, F., PARCERISA, A. y ZABALA, A. (1992). Del Proyecto Educativo a la Programación de Aula. Barcelona: Graó.

GIL, D. (1987). Los programas-guía de actividades: Una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.

NOVAK, J.D. (1995). Concept mapping: A strategy for organizing knowledge. En S.M. Glynn y R. Duit (eds.), Learning science in the schools: Research reforming practice (pp. 229-245). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la Ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En L.M. del Carmen (coord.), La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria (pp. 73-105). Barcelona: ICE-Horsori.

BASES DE DATOS EN EL INICIO DE UNA INVESTIGACIÓN. APLICACIÓN A CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Corina Varela Calvo y Jesús Pérez Ceballos

GICEC, Dpto. Didácticas Específicas. Universidad de La Laguna

PALABRAS CLAVE: Bases de Datos, Conceptos científicos, ERIC, MLA, PsycINFO, Líneas de Investigación, Tesis, Revistas de Investigación.

RESUMEN: Se establece una metodología de búsqueda en diferentes Bases de Datos, con el objeto de identificar artículos y tesis en un intervalo temporal concreto, mediante descriptores adecuados definidos a través de los correspondientes Tesauros.

Un análisis de los autores de esos trabajos permitirá deducir quién o qué grupos se dedican al tema y cuáles son las líneas de investigación. A partir de los artículos se obtienen las revistas que más publican sobre el tema, y se analiza su calidad mediante los ISI Journal Citation Reports.

Todo lo cual proporciona criterios para establecer el seguimiento documental más conveniente para una línea de investigación.

Como ejemplo se realiza una búsqueda de conceptos científicos en tres Bases de Datos.

ABSTRACT: A search methodology settles down in different databases, in order to identifying articles and doctoral dissertations in a concrete temporary interval, by means of defined appropriate descriptors through of the corresponding Thesaurus.

An analysis of the authors of those works will allow deducing who or what groups they are devoted to the topic and which the lines of research are. Starting from the articles the journals that more publish on the topic are obtained, and their quality is analyzed by means of the ISI Journal Citation Reports.

That supposes approaches to establish the process more suitable documental for a line of research.

As example, it's made a search of scientific concepts in three databases.

PALABRAS CLAVE: Databases, Scientific Concepts, ERIC, MLA, PsycINFO, Lines of Research, Doctoral Dissertations, Journals.

MARCO TEÓRICO

La actualización bibliográfica en cualquier campo de la investigación resulta fundamental y es imprescindible al iniciar cualquier investigación. Este proceso se facilita con la utilización de Bases de Datos (Ceballos y Varela, 2004, 2005a, 2005b).

Una Base de Datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su uso. En este sentido, una biblioteca puede considerarse una base de datos compuesta, mayoritariamente, por documentos y textos impresos en papel e indexados para su consulta. En la actualidad, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las Bases de Datos están en formato digital, solucionándose el problema de almacenamiento (Date, 2001).

Una vía fructífera para incentivar su uso es la de mostrar las posibilidades que ofrecen (Elmasri y Navathe, 1997; Rob y Coronel, 2002), ya que disponen de potentes herramientas de búsqueda, incluyendo numerosos limitadores y opciones para adecuarse a los intereses del investigador; incluyen variados tipos de documentos, entre los que aparecen importantes revistas, frecuentemente citadas y conocidas, y tesis, que garantizan una actualizada información sobre cualquier tema de trabajo. Por ello, se considera que satisfacen plenamente las necesidades para la investigación en general.

OBJETIVOS

En este trabajo se pretende:

- Ofrecer una metodología de búsqueda de información sobre un tema de investigación concreto, con objeto de seguir la evolución de dicho tema y establecer relación con determinados autores.

- Ejemplificar una búsqueda en tres Bases de Datos sobre conceptos científicos, identificando artículos, tesis, revistas, investigadores y grupos de investigación dedicados al tema.

PROPUESTA METODOLÓGICA

Se identifican artículos y tesis en cada una de las Bases, mediante descriptores de búsqueda adecuados, que pueden definirse a través de los correspondientes Tesauros, en un intervalo temporal concreto. Por consiguiente, como limitadores han de figurar artículos de revistas y tesis doctorales en cada Base.

Por las propias particularidades y características de cada Base no se puede aplicar exactamente la misma metodología de búsqueda para realizar un estudio comparativo.

Un análisis de los autores de esos trabajos permitirá deducir quién o qué grupos se dedican a esa línea de investigación. Es posible obtener direcciones de contacto.

De los artículos pueden obtenerse la identificación de las revistas que más publican sobre ese tema. Utilizando los ISI Journal Citation Reports (JCR)

pueden saberse los parámetros de calidad de estas revistas, y así establecer criterios de selección útiles para un seguimiento documental básico en el inicio de una investigación.

APLICACIÓN A CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Para esta Comunicación se han analizado las siguientes Bases de Datos: ERIC, dedicada a temas de Educación; MLA, a Lingüística; PsycINFO, a Psicología e ISI Journal Citation Reports, que establece criterios de calidad de revistas. Se exponen a continuación las características de estas Bases.

Educational Resources Information Center (ERIC, 2003) es una Base de Datos con acceso web, producido por el United State Department of Education, la National Library of Education y Office of Educational Research and Inprovement. Cuenta con más de 1000 revistas internacionales especializadas de educación. Incluye artículos de revistas, ensayos, tesis doctorales, congresos y reseñas de libros. Ofrece unos 2200 registros a texto completo mediante enlaces a revistas de la Base de Datos Academic Search Premier. Tiene un Programa de Ayuda.

La MLA (Modern Language Association) Directory of Periodicals, presenta toda la información disponible sobre revistas y series de la "Bibliography's Master List". Incluye unas 7.100 revistas, 4.400 de las cuales están indexadas en la International Bibliography.

La MLA Internacional Bibliography, tiene cobertura temporal desde 1963 y reúne 1.5 millones de referencias bibliográficas de más de 4.400 revistas y 1.000 libros de literatura, lingüística, teoría y crítica literaria, etc. Presenta enlaces a revistas de texto completo a través de Academic Search Premier.

De las Bases de Datos en Psicología (Current Contents: Social & behavioral sciences, Educa@ment: artícles de revista d` educació i psicología, Psycline, PsycINFO, Psycarticles, etc.), se optó por elegir PsycINFO (2005), por resultar suficientemente amplia y bastante adecuada a los objetivos.

PsycINFO, de la American Psychological Association tiene cobertura temporal desde 1887. Recoge más de 1.800 millones de referencias bibliográficas de artículos de revistas, capítulos de libros, tesis e informes técnicos de más de 1.700 revistas en 35 idiomas; abarca temáticamente la Psicología y todos sus aspectos relacionados con disciplinas tales como medicina, psiquiatría, enfermería, educación, sociología, farmacología, fisiología, lingüística, antropología, negocios y leyes. También tiene Tutorial de uso.

Del ISI Journal Citation Reports (JCR), de la plataforma informática ISI Web of Knowledge (ISI Thomson, 2005), se utiliza el JCR Sciences y el

JCR Social Sciences, ambos en la edición 2003, para determinar los criterios de calidad de la producción científica. Se realizan consultas tanto por títulos de revistas como por categorías temáticas.

1. PROCEDIMIENTO

En todos los casos se ha accedido a las tres Bases como cliente corporativo Universidad de La Laguna, por la plataforma Ebscohost (2008), utilizando un interfaz único.

En la Base ERIC hay dos opciones de Búsqueda: Sencilla y Avanzada.

Si se opta por la primera, aparece una ventana (Find) en la que hay que introducir los términos de búsqueda- pueden ponerse más de dos operadores (con and, or y not, por ejemplo, education not higher)- y finalmente, pulsar Search.

Hay que considerar la existencia de limitadores que permiten concretar el ámbito de la búsqueda según determinados criterios (ej. publicaciones en determinado período de tiempo).

La opción de búsqueda avanzada permite abordar varios campos a la vez (p. ej., autor, título…).

Se realiza una búsqueda inicial de descriptores en el Tesauro, con la que se hace una búsqueda de prueba con la que se obtienen determinados artículos; una vez escogidos los que mayor interés, se confrontan sus descriptores con los obtenidos del Tesauro, con lo que se configura un perfil de búsqueda mejor definido.

También se realizan búsquedas mediante intersecciones de dos descriptores.

Los resultados pueden ordenarse por autor, fecha… En ocasiones se dispone de un enlace externo (Linked Full Text) para obtener el texto completo; en otras, la propia Base lo tiene en formato PDF o HTML.

Se pueden seleccionar documentos y guardarlos en una carpeta (Folder).

En el caso de los conceptos científicos se ha hecho la búsqueda avanzada con el campo en SU Descriptors. En cuanto a las Tesis (Dissertations/Theses), se optó por elegir la opción correspondiente a las tesis doctorales (Doctoral Dissertations).

La Base MLA, Directory of Periodicals, no ofrece Tesauro ni limitador alguno de tipo temporal y los datos que proporciona son los temas predominantes en cada revista incluida en ella. Presenta la posibilidad de buscar diferentes aspectos, así como una búsqueda temporal concreta. Presenta Tutorial de uso. No resulta de interés, puesto que los descriptores utilizados no aparecen en el título de ninguna revista.

La MLA Internacional Bibliography, sin embargo, sí ofrece Tesauro pero, al igual que la anterior, tiene pocos limitadores: temporal, tipo de publicación y género. Contiene más de 1,8 millones de referencias bibliográficas de más de 4.400 revistas y 1.000 libros de literatura, linguística, teoría y crítica literaria etc. Ofrece enlaces a revistas de texto completo a través de Academic Search Premier. Ofrece Tutorial de uso. En esta Base se ha realizado la búsqueda en el campo SU Subjects- All.

Análogamente a cómo se ha hecho en ERIC, se ha actuado en PsycINFO con descriptores y limitadores, en búsqueda avanzada, utilizando los mismos descriptores que se habían empleado en ERIC, y realizando la búsqueda en el campo KW Key concepts para asegurar la obtención de documentos que se ajusten lo más posible al tema de investigación. Como limitadores se han utilizado la fecha de publicación (Publisher Date), que se usa tanto para obtener todos los trabajos censados en la Base a lo largo de su historia como sólo en un período concreto (ej. 1995-2004) y el tipo de publicación (Publication Type), seleccionando lo que es de interés, por ejemplo: Artículos de revistas (All Journals) y Tesis (Dissertation Abstract). En este trabajo se ha actuado en el campo KW Keywords y en Audencia (All). Si la búsqueda se hace en la opción Profesionales de la Psicología e Investigadores no se encuentran resultados.

De esta manera es posible la identificación de las revistas y de los autores que más publican sobre el tema investigado.

2. BÚSQUEDAS

Para elaborar el perfil de búsqueda se han seleccionado, mediante los Tesauros, los siguientes descriptores: cognitive development, concept development, conceptual distinctions, concept teaching, concept formation, scientific concepts, physics, chemistry, biology, geology, earth science y concept.

En general, la elección de los descriptores depende del tema de investigación. En cualquier caso, una adecuada selección consigue una mejor delimitación de los trabajos que incluye la Base sobre dicho tema.

Con los seleccionados en este caso se obtienen los resultados que aparecen en la Tabla I.

Descriptores (2001-2007)	Artículos de revista			Tesis		
	ERIC	MLA	PsycINFO	ERIC	MLA	PsycINFO
scientific concept	871	0	11	0	0	3
cognitive development	1223	34	1165	3	12	122
concept teaching	43	0	3	0	0	0

concept development	0	0	38	0	0	5
conceptual distinctions	0	0	2	0	0	0
concept formation	1190	1	91	0	2	19
concept formation y scientific concept	150	0	1	0	0	0
concept formation con:						
physics,	113	0	2	0	0	0
chemistry,	78	0	1	0	0	0
biology,	47	0	0	0	0	0
geology y	6	0	0	0	0	0
Earth sciences	0	0	0	0	0	0

Tabla I. Número de artículos y tesis de cada Base para los descriptores utilizados.

Los autores que más publican sobre conceptos científicos son: R. Trumper, con cinco artículos; F. Espinoza, R. Tytler y Xiufeng Liu, con cuatro; J. Cowens, K. Damonte, M. Ekborg, H. Eshach, I. Galili, W.B. Jensen, K, King, S. Peterson, Hsiao-Chao She y T. Tretter, con tres artículos. Posibles grupos de investigación los forman Tytler y Peterson, que coinciden en tres trabajos y Xiufeng Liu y K. Lesniak, en dos.

La línea de investigación de los primeros se fundamenta en el cambio conceptual, en el desarrollo del conocimiento y el razonamiento en Ciencias, particularmente en el proceso de la evaporación, a través de distintos modelos, desde la Educación Infantil. El otro grupo se centra en el estudio evolutivo del concepto de materia en el alumnado, desde la Educación Primaria hasta la Superior.

Con dos artículos publicados se encuentran sobre conceptos científicos se identifican hasta 30 autores. Hay dieciséis pequeños grupos con dos ó tres trabajos, de los que sólo uno es español: el formado por C. Furió, J. Guisasola y J.M. Almudi.

Las revistas que aparecen con más de 30 artículos conteniendo el descriptor scientific concept son: Journal of Chemical Education (97); International Journal of Science Education (85); Science Teacher (56); Journal of Research in Science Teaching (50); Physics Education (46); Science Scope (41); Science and Children (37); Science Education (35) y American Biology Teacher (32).

Utilizando los JCR (ISI Journal Citation Reports, puede saberse los parámetros de calidad de estas revistas, y de esta forma, realizar una selección más conveniente a los intereses del investigador.

En Science Citation Index 2006 (JCR_SCIE, 2006) se encuentra Journal of Chemical Education, en la categoría Chemistry, Multidisciplinary, y American Biology Teacher, en la categoría Biology.

En Social Science Citation Index, 2006 (JCR_SSCI, 2006) aparecen International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching y Science Education.

Las restantes revistas no se han encontrado en estas Bases.

La Tabla II ofrece los valores de Factor de Impacto, Índice de Inmediatez y Vida Media respectivamente de las revistas encontradas en ISI JCR.

Nombre	Nº Art.	F.I.	I	C.H.L.
Journal of Chemical Education	97	0.439	0.144	99.9
International Journal of Science Education	85	0.415	0.28	6.9
Journal of Research in Science Teaching	50	1.022	0.047	9.3
Science Education	35	1.362	0.271	8.2
American Biology Teacher	32	0.171	0.03	9.6

Tabla II. Número de Artículos (Nº Art.), Factor de Impacto (F.I.), Índice de Inmediatez (I) y Vida Media (Cited Half Life, C.H.L.) de las revistas encontradas en las Bases ISI JCR.

El Factor de impacto mide la frecuencia media con los que los artículos de una revista han sido citados en un año. Se calcula dividiendo el número de citas en el año seleccionado de artículos de una revista publicados en los dos años anteriores por el número total de artículos en esa revista publicados en esos dos años anteriores.

El Índice de Inmediatez mide la rapidez con la que son citados, por término medio, los artículos de una revista. Se calcula dividiendo el número de citas a artículos publicados en un año dado por el número de artículos publicados en ese mismo año.

La Vida Media es la antigüedad por término medio de los artículos de una revista citados en otras revistas.

Atendiendo al descriptor formación de conceptos en la Base PsicINFO no aparecen claramente revistas (en ningún caso más de dos artículos) que se dediquen al tema.

Por otra parte, y con referencia a la formación de conceptos, se ha observado la presencia de un número importante de revistas de matemáticas. Las que aparecen con más de 30 artículos conteniendo el descriptor concept formation son: International Journal of Science Education (104); Educational Studies in Mathematics (46); Science and Education (43); Journal of Research in Science Teaching (42) y Teaching Children Mathematics (30).

Tampoco en esta ocasión se han encontrado grupos de investigación que publiquen tres trabajos o más sobre formación de conceptos.

Sobre formación de conceptos y conceptos científicos, International Journal of Science Education (31) es la revista que más claramente publica sobre ambos aspectos conjuntamente, sin embargo, con enseñanza de conceptos no destaca una revista concreta.

La búsqueda realizada sobre las revistas que más publican sobre desarrollo cognitivo da como resultado, lógicamente, aquellas más asociadas con los procesos mentales como Cognition (65), Child Development (58) y Cognitive Development (33).

CONCLUSIONES

En general, la utilización de las Bases de Datos, cualquiera que sea el tema de investigación que se considere, resulta un instrumento valioso que debe ser considerado especialmente en la fase inicial de una investigación. Pero también puede ser útil para incorporar las más recientes aportaciones, ya que las bases de datos están actualizadas continuamente gracias a un servicio de documentación y a una red internacional que señalan diariamente las últimas novedades del mundo de la investigación. De una manera sencilla en su uso, proporcionan información organizada.

En este caso y a la vista de los resultados obtenidos en la Tabla I, puede decirse que la Base PsycINFO constituye un recurso esencial para el estudio de la formación de conceptos, el desarrollo conceptual y el desarrollo cognitivo desde el punto de vista psicológico, complementando a ERIC en la investigación de conceptos de ciencias. Sin embargo, MLA prácticamente no proporciona resultados en este campo de investigación, excepto en desarrollo cognitivo.

Con las excepciones señaladas, no se detectan claramente grupos consolidados de investigación en conceptos científicos en estas Bases.

Las revistas que más publican sobre el tema son: International Journal of Science Education y Journal of Research in Science Teaching.

En las Bases analizadas, con la opción Research en Audiencia a la que se dedica, es decir dirigidos al Investigador, los resultados son muy escasos.

BIBLIOGRAFÍA

Ceballos, J.P. y Varela, C. (2004). La Didáctica de las Ciencias en la Base de Datos ERIC. Búsqueda de conceptos científicos. En Díaz, P. y otros (Eds.), XXI Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales, 509-514. San Sebastián, Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

Ceballos, J.P. y Varela, C. (2005a). Los conceptos científicos en la Base de Datos PsycINFO, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona, ICE Universidad Autónoma de Barcelona.

Ceballos, J.P. y Varela, C. (2005b). Los conceptos científicos en la Base de Datos MLA, XXX Reunión Bienal de la RSEF y 15º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física, RSEF, Ourense.

Date CJ. (2001). Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. 7ª Ed. Prentice-Hall.

Ebscohost [Recurso electrónico] (2008), Ipswich, MA: Ebsco publishing, cop. 2003. Datos tomados de la página principal (consulta: febrero, 2008).

Elmasri R. y Navathe SG. (1997). Sistemas de Bases de Datos. Conceptos Fundamentales. Ed. Addison-Wesley.

ERIC [Recurso electrónico] (2008), U.S. Department of Education, National Library of Education, Office of Educational Research and Inprovement, Ipswich, MA: Ebsco Publishing, cop. 2003 (consultas: febrero a mayo, 2008)

JCR_SCIE 2006 y JCR_SSCI 2006, FECYT, actualizado el 2 de abril de 2008; http://www.accesowok.fecyt.es/

MLA Directory of Periodicals [Recurso electrónico] (2004), Modern Language Association, Ipswich, MA: Ebsco Publishing, cop. 2003. Título tomado de la pantalla de presentación (consulta: febrero, 2008)

MLA International Bibliography [Recurso electrónico] (2008), Modern Language Association, Ipswich, MA: Ebsco Publishing, cop. 2003. Título tomado de la pantalla de presentación (consultas: febrero a mayo, 2008)

PsycINFO [Recurso electrónico] (2007), American Psychological Association, Ipswich, MA: Ebsco Publishing, cop. 2003. Título tomado de la pantalla de presentación (consultas: febrero a mayo, 2008)

Rob P. y Coronel C. (2002). Database Systems. Design, Implementation and Management. 5th. Ed. Thomson Learning.

UNA PROPUESTA DE INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN CONTINUA: LA RÚBRICA O PLANTILLA DE EVALUACIÓN EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Mario Ferreras Listán, Ana María Wamba Aguado

RESUMEN: En este trabajo proponemos el desarrollo de rúbricas o plantillas de evaluación, avaladas por la experiencia de venir utilizándolas en la formación de Maestros de Educación Musical y Primaria en los dos últimos cursos. En esta propuesta hacemos modificaciones relacionadas con el orden de la secuencia de los distintos niveles de logro que tradicionalmente se venía presentando, por integrar de esta forma los criterios de las hipótesis de progresión para lograr la mejora de la evaluación en los procesos de enseñanza-aprendizaje

PALABRAS CLAVE: Innovación educativa, hipótesis de progresión, rúbricas de evaluación, formación del profesorado.

SUMMARY: In the last two years we have used some rubrics or assessment rides in the degrees of Primary and Music Teacher Education. In this paper we present some rubrics in which we change the usual outcomes sequence, starting from the least developed levels towards the desirable levels. This way we integrate the hypotheses of progression criteria in the elaboration of rubrics in order to improve the assessment of the teaching and learning processes

1. INTRODUCCIÓN

La revisión de criterios de evaluación que recojan los contenidos conceptuales y no queden en la indefinición de cómo hacerlo de los procedimentales y actitudinales, exige la utilización de instrumentos que lo faciliten. En este trabajo proponemos el desarrollo de rúbricas o plantillas de evaluación, avaladas por la experiencia de venir utilizándolas en la formación de Maestros de Educación Musical y Primaria en los dos últimos cursos.

Consideramos que la evaluación continúa es un proceso retroactivo que debe alimentar y revisar todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, al detectar dificultades tanto a nivel conceptual, procedimental como actitudinal y, por tanto, regular y reformular las actividades previstas.

El aprendizaje es un proceso que debe tener un referente de aquello que consideramos como deseable pero en el que pueden aparecer diferentes niveles de desarrollo que no podemos ignorar. Estos diferentes niveles los venimos recogiendo en propuestas de *Hipótesis de Progresión* (Wamba y Jiménez, 2003; Wamba, 2002; García Díaz, 1999 y 2003; Cuenca, 2004) en las que se establecen fundamentalmente tres niveles: inicial,

intermedio y de referencia o deseable como fases de un posible desarrollo profesional, de un conocimiento concreto, etc. Pero a la vez, en cada uno de ellos es posible señalar opciones o situaciones duales que se pueden encontrar simultáneamente o alternativamente, reflejando la complejidad del aprendizaje.

En este sentido, vemos necesario considerar qué posible instrumento de evaluación nos puede ayudar a diagnosticar y por tanto intervenir en la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, superando la exclusiva evaluación de aprendizajes declarados (exámenes, pruebas escritas, test,…) y concretando la evaluación de los contenidos procedimentales y actitudinales, caballo de batalla de una evaluación integral y coherente con procesos constructivos del conocimiento.

2. FUNDAMENTACIÓN

Las rúbricas o plantillas de evaluación vienen desarrollándose en esta última década como recurso para una evaluación integral y formativa (Conde y Pozuelo, 2007), instrumento de orientación y evaluación de la práctica educativa (Moskal y Leydens, 2000; Mertler, 2001; Hafner y Hafner, 2003; Tierney y Simon, 2004; Wamba et al, 2007), y en la que la perspectiva de los estudiantes sobre su validez ha sido considerada en múltiples trabajos de investigación educativa (Andrade y Du, 2005; Conde y Pozuelo, 2007).

En síntesis, las rúbricas consisten en establecer una escala descriptiva atendiendo a unos criterios establecidos previamente, según un sistema de categorías en los que se recogen claramente aquellos elementos susceptibles de ser evaluados y considerados como relevantes, de acuerdo a los objetivos formulados, desde un nivel de excelencia hasta un nivel de deficiente (Excelente, satisfactorio, mejorable y deficiente), asociados a valores de 8-10, 5-7, 3-4 y 0-2, respectivamente (Conde y Pozuelo,2007).

En nuestra propuesta hemos integrado esta fórmula con el criterio de hipótesis de progresión, puesto que partimos de un nivel deficiente o de partida para considerar un nivel de referencia (más que de excelencia), coherente con nuestra visión de procesos de desarrollo deseables. Mantenemos cuatro niveles (deficiente, mejorable, bien y de referencia o deseable) y sólo al finalizar el proceso y tener que calificar, los asociamos a valores numéricos progresivos.

Las rúbricas las hemos utilizado para evaluar los informes de las prácticas de los estudiantes de Maestro en la especialidad de Educación Primaria (Wamba *et al*, 2007), en la evaluación de trabajos de investigación (entendidos como resolución de problemas abiertos), en actividades académicas dirigidas y también en la evaluación de unidades didácticas

diseñadas por ellos, tanto en la especialidad de Educación Primaria como en la de Educación Musical.

Consideramos (Wamba *et al., 2007)* que el resultado no es un instrumento de evaluación cerrado y de tendencia tecnológica sino que pretende estructurar el proceso de reflexión y análisis deseable, mediante una guía adecuada, ágil y fundamentada que facilita incluso, la elaboración de los informes finales correspondientes a tareas pedidas a los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la reflexión sobre los resultados de la evaluación se traduce en propuestas de modificaciones en la plantilla que mejoran su aplicación, convirtiéndola en un instrumento de evaluación abierto, dinámico y reformulable.

3. Desarrollo de la propuesta

Las rúbricas que se proponen, han sido elaboradas para las asignaturas de "Conocimiento del medio natural, social y cultural" (troncal, 8 cr. 2º Educ. Musical), "Ciencias Naturales y su didáctica" (troncal, 12 cr. 2º Educación Primaria) y "Prácticas de Enseñanza I y II" (realizadas en 2º y 3º de Educación Primaria, respectivamente). Inicialmente han sido formuladas por el profesorado y consensuadas con el alumnado como una propuesta que facilita conocer el nivel de exigencia y valoración de los trabajos que se realizan y en los que quedan claramente contemplados cómo van a ser evaluados, fundamentalmente, los contenidos procedimentales y actitudinales.

A continuación recogemos ejemplificaciones de diferentes categorías tomadas de rúbricas elaboradas para evaluar diferentes tipos de trabajos, concretando en qué se han aplicado y que ilustran nuestra propuesta. Aunque algunos apartados, por considerarlos de gran interés para su formación, se repiten en las distintas plantillas, como ocurre con los referidos a las introducciones, conclusiones, referencias bibliográficas o aspectos formales relacionados con la estructura general, el índice o la corrección en la escritura (ortográfica, gramatical y sintáctica), etc., sólo los recogemos en una de ellas, para no resultar reiterativos.

En la TABLA I, aparecen tres de los elementos considerados en la rúbrica para la evaluación de los informes finales de las prácticas en la escuela realizadas en 2º curso de la titulación de Maestro, especialidad de Educación Primaria y cuyo objetivo fundamental es conocer la realidad de los centros y de las aulas, por lo que se les pide tareas fundamentalmente de observación y conclusiones relativas a las relaciones entre lo que han estudiado y lo que observan en la escuela, según guiones de observación elaborados ad hoc.

TABLA I. ***Rúbrica de evaluación de Practicas I de Educación Primaria***

Elementos	Deficiente	Mejorable	Bien	Deseable
...	...	...	...	...
Conclusio-nes	Las conclusiones no aparecen	Conclusiones sin elaborar	Conclusiones precisas pero sin relacionar	Conclusiones globales y relacionadas
Valoración o sugerencias para la mejora del Prácticum	No se hacen valoraciones	Se hacen algunas valoraciones sin sugerencias de mejora	Se hacen valoraciones y se plantean algunas sugerencias "superficiales"	Se hacen valoraciones y se plantean sugerencias importantes y fundamenta-das
Aspectos formales: presentación y escritura	Contenido sin estructurar No respeta los aspectos formales de la escritura (sintácticos, gramaticales y orto-gráficos)	Estructura poco elaborada (sin índice) No respeta aspectos formales de la escritura (sintácticos gramaticales y ortográfi-cos)	Estructura coherente (con índice incompleto) Respeta aspectos formales de la escritura (sintácticos, gramaticales y ortográficos)	Contenido muy estructurado (con índice) Respeta los aspectos formales de la escritura (sintácticos, gramaticales y ortográficos)

Algunos de los criterios considerados en la evaluación de las "Prácticas II", que realizan en 3º, se recogen en la TABLA II. Estas prácticas están enfocadas a la intervención en el aula y los alumnos deben diseñar y poner en práctica una unidad didáctica cuyos resultados recogen en un informe final.

TABLA II. ***Rúbrica de evaluación de Practicas II de Educación Primaria***

Elementos	Deficiente	Mejorable	Bien	Deseable
	...	...	...	...

Diseño de Unidad Didáctica	No se aporta la UD diseñada	Se presenta una UD incompleta, sin algunos de sus apartados	Se presenta una UD con todos los apartados pertinentes pero algunos están incompletos o sin coherencia entre ellos	Se presenta una UD perfectamente diseñada con los apartados pertinentes, en la que existe coherencia entre todos sus apartados
Análisis de la puesta en práctica de la UD diseñada	No aparece análisis de la puesta en práctica de la UD. No se diferencia lo que diseña de su puesta en práctica	Se hace un análisis de algunas de las cuestiones relacionadas con la docencia en el aula, sin apoyo en el diario de clase. No se diferencia lo que diseña de su puesta en práctica	Se hace un análisis de todas las cuestiones relacionadas con la docencia en el aula pero poco justificado con el diario de clase. Se diferencia lo que diseña de su puesta en práctica	Se hace un análisis detallado, apoyado en una utilización frecuente del diario de clase, de todas las cuestiones relacionadas con la docencia en el aula. Se diferencia lo que diseña de su puesta en práctica
Propuestas de mejora	No presenta propuestas de mejora	No presenta propuestas de mejora o son superficiales	Presenta propuestas de mejora no muy funda-mentadas	Presenta propuestas de mejora justificadas y fundamenta-das
...	...	...	...	...

La realización de pequeñas investigaciones, consideradas como resolución de problemas abiertos, han sido utilizadas como fundamentación a la utilización de metodologías de carácter investigativo (Jiménez, Wamba y Aguaded, 1999), en el desarrollo de la asignatura “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica”. Estos trabajos, realizados en grupo, requieren

de un informe final, para el que también hemos utilizado la rúbrica, algunos de cuyos elementos aparecen en la TABLA III.

TABLA III. Rúbrica de evaluación de trabajos de investigación como resolución de problemas abiertos en Educación Primaria

Elementos	Deficiente	Mejorable	Bien	Deseable
...	...	...	...	...
Fundamentación	Sin fundamentar o escasamente fundamentado	Suma de informaciones no seleccionadas sobre el problema	Información relacionada pero no muy seleccionada	Selección de información fundamental relacionada con el problema
Formulación de problemas /preguntas e hipótesis	Sin formular problemas y/o las hipótesis	Problemas y/o hipótesis mal formulados	Problemas bien formulados e hipótesis no muy relacionadas con los problemas	Problemas bien formulados y desglosados e hipótesis coherentes con los problemas
Metodología	Sin explicitar	Explícita pero sin concretar	Bien descrita y concretada	Bien descrita y concretada
Tratamiento de datos	Datos sin organizar ni diferenciados	Datos descritos pero no organizados	Utilización puntual de cuadros, gráficos, tratamiento estadístico	Utilización de cuadros, gráficos, tratamiento estadístico,... adecuados
...	...	...	...	...
Nuevos problemas/ preguntas	Sin nuevos problemas	Nuevos problemas no significativos	Nuevos problemas significativos	Nuevos problemas significativos
Referencias bibliográficas	No presenta	Es escasa o no está bien citada	Bien citada pero escasa y/o no diversificada	Bien citada y diversificada (fuentes orales, escritas, webs,...)

En cuanto a la asignatura de “Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural” impartida en 2º de Maestro de Educación Musical, uno de los objetivos fundamentales propuesto en su programación es capacitar a los estudiantes en la elaboración de Unidades Didácticas apoyadas en Ámbitos de Investigación, entendiendo estos ámbitos como organizadores del conocimiento escolar que promueven formas integradas de estructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje. También pretenden despertar y estimular el interés y la participación de los docentes y discentes para que de esta forma se impliquen plenamente en la elaboración de conocimientos escolares y profesionales cada vez más complejos, útiles y comprometidos.

Para la ejecución de esta tarea, al igual que en los ejemplos presentados anteriormente, se elabora de forma consensuada una rúbrica de evaluación que sirva de guía y de apoyo a lo largo del proceso de realización de la Unidad; además, en ella se establecen los criterios a tener en cuenta a la hora de ser evaluada.

De entre los diversos apartados que la componen se presentan (TABLA IV) tres de ellos por su especial dificultad, manifestada por parte de alumnos y profesorado, a la hora de su elaboración y secuenciación progresiva.

TABLA IV. Rúbrica de evaluación para el diseño de unidades didácticas en Educación Musical

Elementos	Deficiente	Mejorable	Bien	Deseable
...	...	...	...	...
Propuesta de actividades	Actividades de carácter tradicional.	Listado de actividades tradicionales e innovadoras, sin orden ni estructura claramente definida.	Secuencia didáctica caracterizada por actividades iniciales, de desarrollo y finales	Parte de un itinerario de actividades iniciales, de desarrollo y finales, dirigidas hacia estrategias de investigación.

Materiales y recursos	Empleo exclusivo de libros de texto o cuadernos de fichas	Uso del libro de texto principalmente y además otros materiales editados, comerciales y genéricos	Uso de materiales variados, junto a otros de elaboración propia, aunque sin incluir las nuevas tecnologías	Búsqueda y uso de materiales variados y alternativos, junto a otros de elaboración propia. Uso de las nuevas tecnologías Selección específica por actividades
Evaluación	No se establecen ni criterios ni instrumen-tos de evaluación en la U.D.	Se establecen criterios y/o instrumentos de evaluación relacionados con una evaluación sumativa	Se establecen criterios e instrumentos de evaluación relacionados con una evaluación inicial y final	Se establecen criterios e instrumentos de evaluación relacionados con una evaluación procesual y continua del alumno, del diseño y del maestro
...	...	...	...	...

4. CONCLUSIONES

La elaboración de las rúbricas nos ha exigido, como profesores, un proceso de reflexión que nos ha permitido concretar los objetivos, valorando las dificultades y estableciendo unos criterios de progresión que no han de ser considerados como pasos obligados que todo estudiante debe cubrir, sino posibles niveles de desarrollo.

Como finalmente nos vemos obligados a calificar a los estudiantes, la rúbrica podría constituir un instrumento cerrado y no negociable en dicha evaluación. Sin embargo, su utilización y el conocimiento previo por parte del mismo, les ha supuesto una ayuda, facilitando la orientación en su estructura y sus contenidos y conociendo los criterios a considerar en la elaboración de los informes-memorias correspondientes, acompañados de debate y discusión entre ellos, en ocasiones. Además, la reflexión sobre los resultados en la evaluación se traduce en propuestas de modificaciones para mejorar la plantilla en su aplicación, convirtiéndola por tanto en un instrumento abierto, dinámico y reformulable.

También ha puesto en valor la importancia de la introducción en cualquier trabajo, así como de las referencias bibliográficas, a pesar de que siempre

hayan sido puntos sobre los que hemos incidido reiteradamente pero que no acababan de ser valorados por el alumnado.

Aún así, consideramos que el nivel de participación en su elaboración ha de ser mayor, potenciando el consenso puesto que facilita el asumir como propios y razonables los criterios adoptados, eliminando la sensación negativa de algo impuesto por el profesorado y por tanto, mas o menos compartido, parcialmente o en su totalidad.

Por último, queremos señalar que la potencialidad reguladora de los procesos de enseñanza-aprendizaje que vemos en estas plantillas han hecho que las utilicemos como criterios de evaluación en el diseño de actividades académicas dirigidas en un Proyecto de Innovación en el marco de la convergencia europea, cuyos resultados hemos presentado al inicio de este curso en la Universidad de Huelva y está pendiente de publicar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H. y DU, Y (2005). Student perspectivas on rubric-referenced assessment. *Research & Evaluation,* 10 (3).

CONDE, A. y POZUELO, F. (2007). Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la Escuela,* 63, pp 77-90.

CUENCA, J. M. (2004). *El patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. Michigan, Proquest-Universidad de Michigan, http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/ fullcit?p3126904.

GARCÍA DÍAZ, J.E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo de Educación Ambiental. *Investigación en la escuela,* 37, 15-27.

GARCÍA DÍAZ, J. E. (2003). Investigando el ecosistema. *Investigación en la Escuela,* 51, pp. 83-100.

HAFNER, J.C. and 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), pp. 1509-1528.

JIMÉNEZ PÉREZ, R. WAMBA, A.M. y AGUADED, S. (1999). El valor de la resolución de problemas para la enseñanza de contenidos procedimentales en la formación inicial de maestros. En C. Martínez y S. García (Eds.): *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*, 173-185. Serv. Pub. Univ. de La Coruña

MERTLER, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(25). Retrieved April 10, 2008 from http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=25

MOSKAL, B. M. & LEYDENS, J.A. (2000). Scoring rubric development: validity and reliability. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(10). Retrieved April 10, 2008 from http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=10

TIERNEY, R. & SIMON, M. (2004). What's still wrong with rubrics: focusing on the consistency of performance criteria across scale levels. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 9(2). Retrieved April 10, 2008 from http://PAREonline.net/getvn.asp?v=9&n=2

WAMBA, A.M. (2002). *Modelos didácticos personales y obstáculos para el desarrollo profesional: estudios de caso con profesores de ciencias experimentales de educación secundaria.*Universidad de Michigan (USA). http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/results

WAMBA, A.M. y JIMÉNEZ, R. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? *Rev. Interuniv. de Formación del Profesorado,* 17(1), pp. 113-131

WAMBA, A.M.; RUIZ AGUADED, C.; CLIMENT, N. y FERRERAS, M. (2007). Las rúbricas de evaluación de los Practicum como instrumento de reflexión para los estudiantes de Educación Primaria. En A. Cid *et* al (Coord.). *Buenas Prácticas en el Practicum.* AIDU (Asociación Iberoamericana de Didáctica Universitaria); U. de Vigo, U. de Santiago de Compostela. (Actas del IX Simposium Internacional sobre prácticas. Practicum y prácticas en empresas y en la formación universitaria. Poio, Pontevedra), pp. 1251-1261.

LA PRESENCIA DE LA DIVERSIDAD EN LOS CURRÍCULOS OFICIALES. UN ESTUDIO COMPARATIVO.

Fuentes Silveira, M. J.*, García Barros, S. ** y Martínez Losada, C. **

***IES Monte Castelo. ** Universidade da Coruña**

RESUMEN: En este trabajo se analiza la presencia de la diversidad en los contenidos y en los criterios de evaluación en el área de Ciencias Naturales en los diferentes Decretos de Educación Secundaria en Galicia. Los resultados obtenidos nos indican que se produjo una evolución en cuanto a la inclusión explícita de la diversidad en los contenidos y en los criterios de evaluación. Además se observa un ligero aumento en la coherencia entre ambos.

Palabras clave: diversidad, currículo, Ciencias de la Naturaleza, Educación Secundaria Obligatoria.

ABSTRACT:

Through this paper it analyses the diversity in the contents and the criteria of evaluation of the Natural Sciences in the different decrees in Compulsory Secondary Education in Galicia. The results obtained show us that there is an explicit advance of the diversity in the contents and the criteria of evaluation. We also observe a little increase in the coherence between both.

KEYWORDS: diversity, curriculum, Natural Sciences, Compulsory Secondary Education.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la diversidad es un tema que suscita gran interés estudiándose desde diferentes ámbitos como la sociología, psicología y la pedagogía. En la LOGSE (1990) fue uno de los aspectos más novedosos que se materializó en unas medidas concretas (agrupamientos específicos, diversificación curricular....) que permiten a los alumnos realizar su aprendizaje a partir de sus capacidades. Ahora bien, desde las diferentes áreas o materias y más concretamente desde las Ciencias Naturales la diversidad, como concepto biológico, no se desarrolla en los currícula más básicos (Salinas Hernández, 2001).

En Ciencias Naturales el concepto de diversidad se ha enmarcado dentro de la ecología donde se estudian las relaciones de interacción en el ecosistema y los procesos de degradación y mantenimiento de la biodiversidad. También en el marco de la evolución se aborda el estudio de la diversidad, pues sobre ella actúa la selección natural así como otros aspectos con los que ésta se relaciona (reproducción, genética...).

Además, no podemos olvidar la gran diversidad que presentan los seres humanos que trasciende del ámbito biológico al implicarse el desarrollo y la evolución cultural.

Desde un punto de vista de la enseñanza de las Ciencias diversos autores consideran la diversidad como un concepto metadisciplinar para la construcción de un modelo de ser vivo en su medio (García, 1998; Sanmarti, 2000 y Bonil, 2004) y también constituye un concepto estructurante en educación ambiental (García, 1999). Otros autores perciben la diversidad como un elemento importante para analizar el currículum (Gavidia y Rodes, 2007).

Por lo tanto, dado el alcance que posee el concepto de diversidad en la enseñanza de las ciencias, en este trabajo se pretende realizar un análisis de su presencia en los contenidos y en los criterios de evaluación del área de Ciencias Naturales en el currículo de Educación Secundaria Obligatoria recientemente publicado. Además se pretende comprobar si se produjo una evolución con dos Decretos anteriores.

Este objetivo se enmarca en un proyecto de tesis sobre el estudio de la diversidad, circunscrito al ámbito de Ciencias Naturales, con los diferentes agentes que actúan en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula.

METODOLOGÍA

Para analizar la presencia de la diversidad en los diferentes currículos se utilizaron tres documentos equiparables, concretamente los Diseños Curriculares Base, correspondientes a la comunidad autónoma de Galicia de educación secundaria obligatoria. Los utilizados son:

-RD. 331/1996, del 27 de julio derivado de la LOGSE. (DOG, 28 de agosto de 1996).

-RD. 233/2002, del 6 de junio derivado de la LOCE. (DOG, 17 de julio de 2002).

-RD. 133/2007, del 5 de julio derivado de la LOE. (DOG, 13 de julio de 2007).

En el análisis de los documentos se emplea un dossier en el que se establecen las siguientes categorías (ver tablas de 1-4):

-El ámbito descriptivo. Se refiere únicamente a la observación y descripción de la gran diversidad de los seres vivos.

-El ámbito explicativo. Atiende a dos aspectos básicos: a) marco evolutivo, que se refiere a “cómo se produce la diversidad” y b) marco ecológico que atiende a “la importancia de la diversidad en el medio”.

-El ámbito de valores abarca las actitudes en relación a la diversidad tanto natural como cultural.

En cada una de estas categorías se contemplan a su vez dos posibilidades:

a) Que la categoría establecida se exprese de forma explícita, es decir, en los enunciados formulados en el documento la diversidad está claramente especificada.

b) Que la categoría se relacione de forma implícita o tácita con el enunciado que figura en el Decreto.

Este dossier se aplica tanto para los diferentes tipos de contenidos como para los criterios de evaluación incluidos en cada Decreto.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el RD. 331/1996 el currículo es semiabierto de ahí que no exista secuenciación por curso de los contenidos y de los criterios de evaluación, salvo las especificaciones para 4º ESO en el que se divide el área en dos materias optativas Física-Química y Biología-Geología. Los contenidos se organizan en torno a cuatro conceptos claves: materia, energía, interacción y cambio y se ordenan en bloques, en cada uno de ellos se especifican los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

En el RD. 233/2002 el currículo es cerrado. Se produce una secuenciación de los contenidos por cursos separándose en el segundo ciclo las materias de Física y Química, Biología y Geología (en 4º curso es opcional). Los criterios de evaluación se organizan conjuntamente para el primer ciclo y por cursos en el segundo ciclo. Los ejes curriculares son la materia, los materiales, la energía y los cambios en el primer ciclo. En el segundo para la Biología y Geología se establece el estudio de la composición terrestre y la especie humana como conjunto morfo-fisiológico para tercer curso y la diversidad biológica del planeta (genética, evolución y la adaptación al medio) para cuarto curso. En cada uno de los cursos, los contenidos se organizan en bloques de conceptos, contemplándose uno específico para las actitudes.

En el RD. 133/2007 es un currículo cerrado por ello los contenidos y los criterios de evaluación se secuencian por cursos. A igual que en el anterior Decreto, en el segundo ciclo los contenidos se separan en dos materias arriba mencionadas. Los núcleos que organizan el currículo son los de materia, energía, interacción, cambio, unidad y diversidad. Para cada curso, los contenidos se encuentran en una serie de bloques formulados en términos de competencias que recogen tanto el ámbito conceptual, procedimental y actitudinal.

Centrándonos en el análisis en el RD. 331/1996 (ver tabla nº 1) se observa que la diversidad se incluye explícita e implícitamente en el ámbito descriptivo aunque el criterios de evaluación solamente aparece de forma implícita.

Las únicas referencias del concepto de diversidad en los contenidos del ámbito explicativo son implícitas y se relacionan con el marco ecológico y evolutivo, éstas últimas se encuentran en las especificaciones para 4º ESO. Los criterios de evaluación, también implícitos, son coherentes con los contenidos.

Las referencias al concepto de diversidad en el ámbito actitudinal son explícitas, relacionadas con la diversidad cultural, e implícitas relacionadas con la valoración de la diversidad natural. A pesar de estas referencias no se observa ningún criterio de evaluación explícito ni implícito en relación a este ámbito.

En síntesis, en este Decreto se recoge de manera explícita los contenidos relacionados con la diversidad en el ámbito descriptivo y de valores aunque no se observa correspondencia con los criterios de evaluación explícitos. Sin embargo existe tal correspondencia respecto a los enunciados implícitos asociados a los ámbitos descriptivo y explicativo.

En el RD. 233/2002 (ver tabla nº 2) se observa que la única referencia explícita del concepto de diversidad en el ámbito descriptivo se encuentra en el primer curso y no se recoge ningún criterio de evaluación asociado a este ámbito.

A igual que en el anterior Decreto, no se recoge ninguna referencia explícita de la diversidad en los contenidos del ámbito explicativo. Curiosamente se observa que existen dos criterios de evaluación explícitos, uno en el primer ciclo relacionado con el marco ecológico que no se corresponde con ningún contenido y otro en 4º ESO que tiene su correspondencia con un contenido implícito asociado a este ámbito. Las referencias implícitas de los criterios de evaluación en el ámbito explicativo, que solo se realizan en 4º ESO, son coherentes con los contenidos implícitos y aluden al marco evolutivo y ecológico.

No se realiza ningún criterio de evaluación explícito ni implícito en el ámbito de valores a pesar de que en este último se observan referencias explícitas e implícitas asociadas a este ámbito, semejantes al anterior Decreto.

En síntesis, podemos resaltar, a igual que en el anterior Decreto, la explicitación de los contenidos relativos a la diversidad se encuentra asociado al ámbito descriptivo y de valores, en ningún caso existe criterio de evaluación explícito ni implícito asociados a estos ámbitos.

En el RD. 133/2007 se aprecia un aumento, en comparación con los otros Decretos, de las referencias explícitas de la diversidad en el ámbito descriptivo, concentrándose en el primer ciclo de la ESO. A pesar del aumento de las referencias señaladas no se observa ningún criterio de evaluación asociado a ellas. Por el contrario, la referencia implícita a la

diversidad se corresponde con el criterio de evaluación implícito (ver tabla nº 3).

Se observa que las referencias de la diversidad en el ámbito de valores son únicamente explícitas y se asocian a la diversidad natural y cultural. Además se recogen dos criterios de evaluación explícitos, inexistentes en los demás Decretos, aunque la correspondencia se produce con un sólo contenido (ver tabla nº 3).

En este Decreto se incluye por primera vez contenidos explícitos del ámbito explicativo (ver tabla nº 4), la mayoría corresponden al marco evolutivo, tanto para 2º y 4º curso. Además existen enunciados implícitos tanto del marco evolutivo como ecológico. Se produce un aumento de los criterios de evaluación explícitos que también se concentran en mayor medida en el marco evolutivo y en cuarto curso. La mayoría de los criterios de evaluación explícitos están formulados de una manera más detallada haciendo referencia no solamente a contenidos explícitos sino también a implícitos de dicho curso. En relación a los criterios de evaluación implícitos podemos diferenciar el correspondiente al 2º curso que resulta coherente con un contenido explícito y el correspondiente al 3º curso con un contenido implícito. En 1º ESO no se aprecia correspondencia implícita ni explícita entre los criterios de evaluación y el contenido explícito.

En síntesis, se aprecia una presencia explícita en todos los ámbitos tanto en los contenidos como en los criterios de evaluación aunque no existe una correspondencia estricta.

Finalmente, se facilita en la tabla nº 5 el análisis comparativo de la evolución curricular que han marcado los tres Decretos analizados en donde se visualizan algunas de las conclusiones.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

-En el análisis de los tres Decretos se aprecia una evolución en cuanto a la inclusión explícita del concepto de diversidad en los contenidos en los diferentes ámbitos, recogiéndose, por primera vez, en el ámbito explicativo.

-En el RD.133/2007 se produce por primera vez la explicitación de la diversidad tanto en los contenidos como en los criterios de evaluación en el ámbito explicativo y de valores. En el ámbito descriptivo no se produce evolución en relación a los otros dos Decretos estudiados.

-El grado de coherencia entre los criterios de evaluación y los contenidos es baja en los de 1996 y 2002 y se produce un ligero aumento en el RD. de 2007 en el ámbito explicativo y de valores.

En una sociedad caracterizada por el multiculturalismo y el grave deterioro medioambiental la valoración de la diversidad cultural y natural se convierte en unos contenidos importantes en la ESO por ser ésta una etapa cuyo fin es la formación integral de ciudadanos. Si bien en el RD.133/2007 se produjo un ligero avance en la presencia de la diversidad, sería deseable incluir en mayor medida contenidos coherentes con criterios de evaluación en referencia a la valoración citada, de esta forma se logra la eficacia de un currículo.

BIBLIOGRAFÍA

BONIL, J. et al. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la escuela* 53, pp. 5-19.

GARCÍA, J. E. (1999). Una hipótesis de progresión sobre los modelos de desarrollo en educación ambiental. *Investigación en la escuela*, 37, pp. 15-27.

GARCÍA, J. E. (1998). Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico del aula, en Porlán, R., García, J.E., Cañal, P. (Comp). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias.* Sevilla: diada

GAVIDIA, V., RODES, M. J. (2007). La biología y la geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la educación secundaria obligatoria. *Alambique,* 53, pp. 65-75.

SALINAS HERNÁNDEZ, I. S. (2001). «El concepto de biodiversidad: un nuevo contenido en la ecología en la educación secundaria». Tesis doctoral. Universidad de Granada.

SANMARTÍ, N. (2000). El diseño de unidades didácticas, en Perales, F. J. y Cañal, P. (Eds). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Este trabajo fue financiado por el proyecto (código A/011181/07) concedido por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) (Ministerio de Asuntos Exteriores).

ANEXOS

Tabla nº 1. La presencia de la diversidad en el RD 331/1996.

		Contenidos	Criterios de evaluación
Á. descriptivo	Expl.	-Los seres vivos y su ***diversidad*.** Algunas relaciones entre morfología, función (...)	
	Impl.	-Clasificación de los seres vivos (...).	-Reconocer (...) animales y vegetales (...) e identificar las especies (...).
Ámbito explicativo	Expl.		
	Implícito	-(...). La naturaleza como recurso. Utilización, recuperación y conservación del medio. -(...) evolución (...) ecosistema ante (...) tipo favorable de alteración. -Reproducción sexual y asexual. (...) estudio (...) la transmisión de la herencia. (...) concepto de mutación***** -(...) explicaciones (...) fijismo y evolucionismo. Algunas relaciones entre genética y evolución. ***** -Análisis crítica de intervenciones humanas (...). *****	-Caracterizar un ecosistema, (...) e interpretar algunas de las relaciones (...), valorando (...) deterioro. -(...) diferencias entre la reproducción sexual y asexual, indicando sus ventajas e inconvenientes. ***** - (...) mecanismos básicos de la herencia y la importancia de las mutaciones en los procesos evolutivos. ***** -(...) existencia de (...) contaminación (...) e extinción de especies. (...) alternativas (...)*****
Ámbito de valores	Explícito	-Respeto por las personas y tolerancia con sus ***peculiaridades*** individuales. -(...) respeto hacia las diferencias entre los grupos valorando (...) *la* ***variabilidad*** en las características y en las características personales de sus componentes. *****	
	Implícito	-Valoración de todas las formas de vida. -Sensibilización delante de las agresiones que sufre el medio. -(...) valoración de las mutaciones como elementos (...) proceso evolutivo. *****	Nota: ***** se corresponde con las especificaciones para 4º curso.

		Contenidos	Criterios de evaluación
Á.descriptivo	Expl	-La ***diversidad*** de los seres vivos: ambientes, tamaño, (...). **1º curso.**	
	Impl.		
Ámbito explicativo	Expl.		-(…) caracterizar un ecosistema, (...) y su repercusión en la ***variabilidad*** de él. **Primer ciclo.** -(…) ***finalidad*** de la mitosis y meiosis. **4º curso.**
	Implícito	-(...) mitosis y meiosis. Su papel en la reproducción y en la herencia. **4º curso.** -Mecanismos y pruebas de la evolución. **4º curso.** -Cambios (…) por la humanidad. Los impactos ambientales, su prevención y corrección. **4º curso.**	-(…) datos que sustentan la teoría de la evolución (...) **4º curso.** -(...) cambios en (...) ecosistemas con impactos asociados a determinadas actividades. **4º curso.**
Ámbito de valores	Explícito	-Respeto por las personas y tolerancia con sus ***peculiaridades*** individuales. **3º curso.** -(…) respeto hacia las diferencias entre las personas, valorando (...) la ***variabilidad*** en las características de sus componentes. **4º curso.**	
	Implícito	-Sensibilización delante de los seres vivos y de la naturaleza (...). **1º curso.** -Sensibilización delante de los seres vivos y de la naturaleza (...). **2º curso.** -(...) actitud crítica (...) prácticas (...) de alteración negativa del medio, y de la valoración del esfuerzo (...) en la defensa ambiental. **4 curso.**	

Tabla nº 2. La presencia de la diversidad en el RD. 233/2002

Tabla nº 3. La presencia de la diversidad en el RD. 133/2007.

		Contenidos	Criterios de evaluación
Ámbito descriptivo	Explícito	-Reconocimiento de la ***biodiversidad*** y clasificación de los seres vivos (…). **1º curso.** -Observación de los fósiles como forma de medir la ***biodiversidad*** del pasado (…). **1º curso.** -(…) Conocimiento de la variedad de ecosistemas ***(biodiversidad***). **2º curso.**	
	Impl.	-Observación de organismos (…).**1 º curso.**	-(…) capaz de clasificar los organismos (…). **1º curso**
Ámbito de valores	Explícito	-(…) importancia de la ***biodiversidad*** y su valoración como un patrimonio natural. **1º curso.** --- -(….) apreciar (…) la ***diversidad*** natural y cultural, participando en su conservación, protección y mejora. **3º curso.** **---** -(….) apreciar (…) la ***diversidad*** natural y cultural, participando en su conservación, protección y mejora. **4º curso**	--- -Identificar (…) un ecosistema (…) y valorar su ***diversidad.*** (…) y la importancia de su preservación. **2º curso.** --- --- -(…) es consciente de la situación planetaria (…) pérdida de la ***biodiversidad*** y ***diversidad*** cultural**. 4º curso.**
	Impl.		-(…) valorar el ambiente como un patrimonio (…) para evitar su deterioro. **3º curso.**

Tabla nº 4. La presencia de la diversidad en el RD.133/2007.

		Contenidos	Criterios de evaluación
Á.mbito explicativo	Explícito	-Razones de la importancia de la ***biodiversidad*** (…).**1º curso.** ---------- -(…) reproducción sexual y asexual y de su ***significado*** desde el punto de vista de su ***variabilidad***. **2º curso.** ---------- -(…) meiosis (…) valoración del papel que desempeña en la ***variabilidad*** inter e intraespecífica. **4º curso.** -Valoración de la ***biodiversidad*** como resultado del proceso evolutivo. El papel de la humanidad en la extinción de especies. **4º curso.**	---------- -(…) diferencias principales entre meiosis y mitosis, así como el ***significado*** biológico (…..) y la ***importancia*** biológica de ambos procesos. **4º curso.** -(…) papel de la ***diversidad*** genética y las mutaciones a partir del concepto de gen (…) sus implicaciones en la evolución *y* ***diversidad*** de los seres vivos***.*** **4º curso** -(…) mecanismos de selección natural que actúan sobre la ***variabilidad*** genética de cada especie. **4º curso** -(…) explicar las repercusiones de las actividades humanas en el mantenimiento de la ***biodiversidad*** en los ecosistemas (…). **4º curso**
	Implícito	-(…) informes sobre alguna especie en peligro de extinción o de algún espacio protegido (…) para (…) su conservación. **1º curso.** ---------- ---------- -(…) problemas ambientales globales, (…). La cumbre de la Tierra en Río (…) de Kioto. (…). **3º curso.** ----------**-** -(…) concepto de gen (….) conocimiento (…) las mutaciones (…). **4º curso** -(…) análisis (…) la teoría de la evolución (…). Reconocimiento de la aparición y la extinción de especies. **4º curso.** -Reconocimiento (…) especies invasoras y su relación (…) en el ecosistema. (…). **4º curso.**	---------- -(….) conoce (….) las características y los tipos de reproducción (…) **2º curso.** **----------** -(…) promover una gestión más racional de los recursos. (…) relación (….) entre la explotación (…) y (…) impactos ambientales y riesgos (…). **3º curso.** ----------

Tabla nº 5. La evolución curricular en los tres decretos

		1996	2002	2007
Ámbito descriptivo	Contenidos	(*) (**)	(**)	(*) (**)
	C. de evaluación	(*)		(*)
Ámbito explicativo	Contenidos	(*)	(*)	(*) (**)
	C. de evaluación	(*)	(*) (**)	(*) (**)
Ámbito de valores	Contenidos	(*) (**)	(*) (**)	(**)
	C. de evaluación			(*) (**)

(*) Referencia implícita. (**) Referencia explícita.

EL PROFESORADO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES COMO PROMOTOR DE ESTILOS DE APRENDIZAJE PROFUNDO

Quesada, A., Ariza, M.R., Quijano, R., Ocaña, M.T.

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad de Jaén

PALABRAS CLAVE: Estilos de aprendizaje, formación del profesorado, aprendizaje significativo, estrategias cognitivas, metodologías docentes.

KEYWORDS: Learning styles, teacher training, meaningful learning, cognitive strategies, teaching methodologies.

RESUMEN: En el contexto actual de adaptación al EEES defendemos la importancia de garantizar, en relación con la formación inicial del profesorado de didáctica de las ciencias, el desarrollo de la competencia como guías del aprendizaje del estudiante. En concreto, señalamos el interés de potenciar el desarrollo de estilos de aprendizaje profundo, como requisito para garantizar un aprendizaje eficaz de los conocimientos vinculados a las ciencias experimentales.

ABSTRACT: The current adaptation to EHEA demands new teaching roles and methodologies to ensure the development of general and professional competences in the trainees. In this context attention is drawn on the importance to support teacher training as tutors and promoters of more autonomous and efficient learning. Furthermore, the knowledge Society and an increasingly technological environment require scientific literacy and the mastery of key science contents. Deep and really effective science knowledge requires the capacity to reason, apply concepts to new situations or provide coherent explanations about physical phenomena. This kind of knowledge is only available through the use of developed cognitive strategies and the adoption of deep learning styles. Therefore, the present work shows the importance of providing science teachers with strategies to promote deep learning styles in students, as the best way to ensure an efficient knowledge of science contents.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el marco de generación de la Sociedad del Conocimiento surge la necesidad de desarrollar la competencia de aprendizaje autónomo y reflexivo. Por ello el rol del profesor ha de evolucionar para dejar de ser una mera figura transmisora de conocimiento y pasar a ser un promotor del aprendizaje personal del alumno. En este nuevo enfoque cobra más importancia que nunca la comprensión tanto por parte del docente como del discente de qué es el aprendizaje, de qué depende y de qué diversas

formas puede darse en un individuo. Este conocimiento facilitará al profesor la toma de decisiones académicas fundamentadas y la orientación al estudiante para identificar posibles deficiencias y dificultades mejorando su rendimiento. A su vez, la comprensión por parte del alumno del propio estilo o enfoque de aprendizaje, le permitirá tomar consciencia de qué estrategias cognitivas emplea, qué consecuencias tienen la aplicación de unas u otras técnicas y cuáles son las más adecuadas en cada caso. Todo ello repercutirá en el control de los procesos metacognitivos y en la mejora de la propia capacidad de regulación, aspectos fundamentales para el desarrollo de la competencia de aprendizaje autónomo.

Aunque las técnicas de estudio que permiten un procesamiento profundo de la información son aconsejables para lograr la eficacia del aprendizaje en cualquier área de conocimiento, se hacen especialmente necesarias en el caso de las ciencias experimentales (ya que permiten entender el medio que nos rodea mediante la elaboración de leyes y teorías científicas destinadas a explicar y predecir fenómenos). El aprendizaje significativo de este tipo de conocimiento no se consigue mediante una simple memorización, sino que requiere la capacidad de razonar y relacionar la información de modo que se sea capaz de aplicarla críticamente.

El dominio por parte del profesor de una “teoría de aprendizaje” que tenga en cuenta los estilos y enfoques profundos o aquellos con dimensiones particulares del propio aprendizaje científico debería de ser aplicable dentro del enfoque didáctico de las Ciencias Experimentales por lo que compartimos la afirmación que Laing (2001) realiza respecto a la mejora de la calidad de la enseñanza apuntando a que el docente debería de estar familiarizado con una teoría de estilos de aprendizaje que le permitiese conocer qué estrategias cognitivas emplean sus alumnos y de qué forma puede promover aquellos enfoques que garantizan un aprendizaje más significativo.

Quizás sea el propio planteamiento curricular el que ahoga la intención del alumno para desarrollar un enfoque de aprendizaje profundo (Maguire, Evans y Dyas, 2001), ya que éste le exigiría una inversión mucho mayor de tiempo y esfuerzo y la aplicación de diversas estrategias cognitivas que le permitieran la reflexión, la teorización y la aplicación de las ideas. El cumplimiento de los programas, las actuales cargas lectivas y los enfoques metodológicos (dentro del modelo transmisivo de la información) no favorecen en la mayoría de los casos la adopción de estilos de aprendizaje profundos. Por ello consideramos que la enseñanza debería tener en cuenta los requerimientos para poder desarrollar este tipo de aprendizaje y tratar de facilitarlo, potenciando enfoques de aprendizaje

profundos frente a otros más superficiales, y por tanto menos eficaces y duraderos.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriormente expuestas, con este trabajo nos planteamos los siguientes objetivos:

- Reflexionar sobre la importancia de facilitar a los docentes dentro del actual contexto educativo de educación superior, las herramientas necesarias para formarse como profesores tutores, de modo que sean capaces de diagnosticar el origen de posibles carencias o deficiencias en el proceso de aprendizaje de sus alumnos y aportar una orientación eficaz y personalizada (en nuestro caso en particular para el área de conocimiento en la que trabajamos y nos compete).
- Incidir sobre el papel crítico que el tipo de estrategias cognitivas empleadas por los estudiantes tiene sobre la calidad y durabilidad de los aprendizajes adquiridos.
- Resaltar la necesidad, esencial en el caso de la enseñanza de las ciencias experimentales, de fomentar estilos de aprendizaje que conlleven el desarrollo del pensamiento estratégico, la relación de conocimientos, el razonamiento crítico y en general un procesamiento profundo de la información y un dominio de los procesos metacognitivos.
- Llevar a cabo una primera exploración del perfil de enfoques de aprendizaje de nuestros estudiantes y comparar los perfiles de estilos de aprendizaje de las poblaciones estudiadas.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Aunque no existe una única definición de estilo de aprendizaje, sí que podemos aceptar que se definen generalmente como un modelo que clasifica al estudiante de acuerdo a si se ajusta a una determinada categoría, que básicamente, relaciona la manera en la que recibe y procesa la información (Felder, 1988). El estilo de aprendizaje refleja además las diferentes habilidades, intereses, debilidades y fortalezas (desde un punto de vista académico), que el individuo posee. Keefe (1979) describe los estilos de aprendizaje como aquellas características cognitivas, afectivas y comportamientos psicológicos que sirven como indicadores estables de cómo los aprendices, perciben, interactúan y responden al entorno de aprendizaje. Por la tanto el término “estilo de aprendizaje”:

- Hace referencia a la forma en la que el aprendiz afronta el proceso de aprendizaje, y asimila y retiene la nueva información.

- Es un rasgo personal desarrollado a partir de características inherentes, experiencias previas y la propia demanda del entorno.
- Explica las actitudes y comportamientos hacia el aprendizaje.

En las ultimas cuatro décadas se han realizado numerosas investigaciones sobre los estilos de aprendizaje. Debido a la gran diversidad de disciplinas en las que se ha estudiado, el tópico se ha fragmentado, y se han propuesto numerosas definiciones, modelos, interpretaciones y herramientas de medida (revisión detallada en Casidy, 2004 y citas).

El modelo de aprendizaje de Entwistle engloba tanto las intenciones, como los procesos aplicados para satisfacerlas. En esta concepción del aprendizaje se considera la influencia del contexto y las tareas propuestas. El modelo permite obtener una medida (a través del cuestionario *ASSIST*) de los enfoques utilizados por los alumnos distinguiendo tres dimensiones o factores:

- Superficial: predomina el carácter memorístico, mecánico, pasivo y escasamente comprensivo.
- Profundo: se caracteriza por un aprendizaje basado en la comprensión y en la interrelación de conceptos (se conecta la nueva información con los conocimientos previos)
- Estratégico: en el proceso de aprendizaje se utiliza tanto la comprensión como la memorización en función de la dificultad de los conocimientos a estudiar y de las demandas de la situación.

El modelo de aprendizaje experimental de Kolb proporciona una teoría fundamentada en cuatro fases sucesivas de aprendizaje: experimentación, reflexión, conceptualización y acción; haciendo referencia a cómo un individuo adquiere nuevo conocimiento y/o habilidades. La combinación de estas preferencias da lugar a 4 estilos de aprendizaje (determinados a través del *Kolb Learning Style Inventory, KLSI*): divergente, acomodador, convergente y asimilador (citado en Mamo, Keter y Husmann 2005). En el marco del aprendizaje experimental de Kolb, pero con distintas etiquetas, Alonso, Gallego y Honey (1994) definen los siguientes 4 estilos de aprendizaje: activo (predispuesto a la experimentación o que recurre frecuentemente a la demostración y aplicación…), teórico (construye dando forma y sentido a sus conclusiones y originando estructuras conceptuales coherentes), reflexivo (predomina una tendencia al análisis y revisión de experiencias) y pragmático (planifica acciones posteriores en base al aprendizaje adquirido).

El modelo propuesto por Felder (2005) considera 8 categorías de estilos de aprendizaje (evaluadas a través del ILS: *Index of Learning Styles*):

intuitivo, verbal, reflexivo, secuencial, sensorial, visual, activo y global; y constata a través de diferentes estudios que los 4 primeros, son atendidos adecuadamente a través de las "metodologías propias" de la enseñanza tradicional, desatendiendo desde el punto de vista pedagógico, a aquellos individuos que presentan estilos de aprendizaje asociados a los 4 últimas.

Las dimensiones consideradas en los modelos de Kolb y de Felder pueden tener especial interés para la didáctica de las ciencias experimentales ya que éstas pueden vincularse específicamente al aprendizaje del conocimiento científico. Aunque existe un consenso general sobre la importancia para un docente de conocer las teorías existentes en relación con los estilos de aprendizaje, las investigaciones que relacionan dichos estilos con la materia a enseñar o el tipo de tareas propuestas por el profesor, pueden parecer escasas. Esto pone de manifiesto un interesante campo de trabajo para futuros estudios. El hecho de introducir el término enfoque de aprendizaje supone que el estilo individual de aprendizaje no es un aspecto inmutable (Zeegers, 2001) sino que puede variar en función de las circunstancias. Esto justificaría el estudio de la repercusión de distintas estrategias de enseñanza en el enfoque de aprendizaje adoptado por el discente, y permitiría seleccionar las más adecuadas para potenciar o adaptarnos a determinados estilos, mejorando la eficacia del proceso formativo.

Apoyando esta perspectiva podemos encontrar algunos trabajos en la bibliografía donde se pone de manifiesto que los alumnos que llevan a cabo un aprendizaje significativo (Prosser y Millar, 1989, Chin y Brown, 2000) son aquellos que presentan un enfoque profundo.

3. EXPLORACIÓN DE ENFOQUES DE APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE DISTINTAS ESPECIALIDADES DE MAGISTERIO.

Para realizar esta primera exploración sobre el enfoque de aprendizaje que adoptan algunos de nuestros estudiantes se utilizó la adaptación sobre enfoques de aprendizaje de Bigss (versión desarrollada en el marco conceptual de Entwistle y adaptada por Hernández Pina, 1993). El cuestionario se cumplimenta en escala tipo Liker (1-4, 1:"siempre": 4: "nunca") y está compuesto por 30 ítems que proporcionan la obtención de puntuaciones para 3 escalas de enfoques de aprendizaje: superficial, estratégico y profundo.

DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES ESTUDIADAS

Muestra no aleatoria (con carácter voluntario) de 83 estudiantes universitarios de la diplomatura de maestro (distribuidos porcentualmente en las siguientes especialidades: 30% Lengua extranjera, 25 % Educación Musical y 45 % Educación Primaria), en el rango de edad comprendido

entre 19-24 años. Los estudiantes encuestados estaban matriculados en las asignaturas de “El medio natural y su didáctica” (cuatrimestral obligatoria de 6 créditos) o “Ciencias de la Naturaleza y su didáctica” (anual troncal con una de 10.5 créditos).

RESULTADOS

Tabla 1

Porcentaje de individuos con predominancia en el enfoque de aprendizaje

	Profundo	Estratégico	Superficial
Lengua Extranjera	71	21	8
Musical	52	33	15
Primaria	58	36	6

Aunque en esta primera experiencia de indagación no pretendíamos hacer un análisis de significatividad estadística, los cuestionarios nos han permitido tener una imagen global de qué estilos de aprendizaje predominan en las poblaciones estudiadas y hacernos una idea de si existe alguna diferencia entre ellas.

La primera información que inferimos a partir de los resultados de los cuestionarios es que es difícil encontrar estilos de aprendizaje puros, es decir, un mismo individuo emplea diferentes estrategias cognitivas. Estos datos son coherentes con los existentes en la literatura en la que se hace referencia a enfoques de aprendizaje compuestos (Salim, 2004).

El segundo dato interesante es que en las tres poblaciones estudiadas, la mayoría de los estudiantes presentan un enfoque compuesto donde encontramos una contribución importante de un estilo de aprendizaje profundo. Además en estos casos, dicho estilo presenta una intensidad media respecto al máximo valor que puede alcanzar este estilo en el cuestionario utilizado. No obstante, la Especialidad que presenta un mayor porcentaje de población con predominancia de un enfoque profundo, es la de Lengua Extranjera, seguida de Primaria y a continuación Musical.

Este panorama resulta relativamente alentador ya que nos muestra una población de alumnos en los que en general, no encontramos un abuso de técnicas asociadas a aprendizajes superficiales.

También consideramos interesante destacar algunos aspectos relacionados con los valores de enfoque estratégico detectados en las tres poblaciones. El enfoque estratégico se asocia a individuos que emplean, tanto técnicas cognitivas de aprendizaje superficial, (memorización,

repetición…), como otras que permiten un procesamiento más profundo de la información, de modo que eligen unas u otras dependiendo de las circunstancias. Este tipo de enfoque se ha vinculado a estudiantes que tienen una orientación hacia el resultado, es decir, cuyo principal objetivo no es aprender y desarrollar competencias, sino que entienden los estudios como un medio para conseguir otra meta (un título, un trabajo, reconocimiento social…).

4. PAPEL DEL DOCENTE Y DE LA METODOLOGIA DIDÁCTICA EMPLEADA EN LA PROMOCIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE.

Consideramos de relevante importancia como docentes comprometidos con la enseñanza de las ciencias, orientar a nuestros estudiantes hacia el empleo de estrategias cognitivas que permitan un procesamiento profundo de la información y en definitiva un aprendizaje más eficaz.

Sin embargo no es fácil conseguir que los alumnos evolucionen de técnicas enfocadas a conseguir la máxima rentabilidad en el mínimo tiempo posible (memorización antes del examen), al empleo de estrategias cognitivas que requieren un mayor esfuerzo y dedicación (procesamiento reflexivo de la información, establecimiento de relaciones conceptuales mediante mapas u esquemas, cuestionamiento de ideas, aplicación de lo conocido a nuevas situaciones…). Para ello podríamos:

- Requerir y evaluar de forma explícita dichas tareas. La relación entre el tipo de tareas propuestas por el profesor y la clase de aprendizajes promovidos en los estudiantes queda avalada por algunos trabajos que correlacionan el uso metodologías inquisitivas, desarrollo de proyectos o aprendizaje basado en la resolución de problemas, con la promoción de un aprendizaje profundo de los conocimientos científicos.
- Motivar a los estudiantes a aprender. Ayudarles a reconocer el valor del aprendizaje como camino de realización personal y profesional y estimular en ellos el deseo de aprender.

Aun siendo conscientes de que no existen metodologías infalibles ni fórmulas mágicas para garantizar la eficacia del proceso de enseñanza, sí nos atrevemos a compartir una serie de orientaciones que consideramos clave para promover un enfoque de aprendizaje más profundo y por tanto significativo.

- Favorecer la explicitación de las ideas previas relacionadas con el tema que se va a tratar.
- Dar oportunidades de aplicar los esquemas conceptuales que el alumno posee a diferentes situaciones y reflexionar sobre la

adecuación de las explicaciones ofrecidas y la pertinencia o no de modificar dichos esquemas, enriqueciéndolos con el nuevo conocimiento o modificándolos para generar otros, más conformes con el saber científico.

- Proponer actividades que requieran el establecimiento explícito de relaciones jerárquicas entre distintos conceptos (realización de esquemas, mapas conceptuales…)
- Estimular la lectura reflexiva y la capacidad de síntesis y extracción de conclusiones
- Involucrarlos en ejercicios que les permitan aplicar lo aprendido a diferentes contextos (preferentemente de su entorno próximo y que puedan estar conectados con sus intereses y necesidades)
- Ayudarles a utilizar el pensamiento estratégico tomando conciencia de los pasos necesarios para resolver un determinado problema. También es importante que sean capaces de analizar críticamente qué estrategias cognitivas emplean y cuáles son las más adecuadas en cada caso. Todo ello les permitirá dominar los procesos metacognitivos y les aportará instrumentos para regular su propio aprendizaje (…)

5. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, C.M., Gallego, D.J., Honey, P. (1994). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Ed. Mensajero

Casidy, S. (2004). Learning styles and overview of theories, models and measures. *Educational Psychology*, 24(4), 419-444.

Chin, C., Brown, D.E (2000). Learning in Science: a comparation of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science teaching*, 37(2), 109-138.

Felder, R. (1988). Learning and teaching styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.

Felder, R, Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education*, 94 (1), 57-72.

Keefe, J.W. (1979). Learning style: an overview. *Student learning styles: diagnosing and prescribing Programs*, Reston, Va.: NASSP.

Laing, M. (2001). Teaching learning and learning teaching: an introduction to learning styles. *New frontiers in Education*, 31(4), 463-475.

Maguire, S., Evans, S. E. y Dyas, L. (2001). Approaches to learning: a study of first-year geography undergraduates. *Journal of Geography in Higher Education*, 25(1), 95-107.

Mamo, M., Ketter, T., Husmann, D. (2005). Learning style responses to an online soil erosion lesson. *Journal Natural Resources Life Science Education*, 34, 44-48.

Prosser, M., Millar, R. (1989) The how and why of learning physics. *European Journal of Psychology of education*, 4, 513-528.

Salim, R. (2004). El cuestionario CEPEA: herramienta de evaluación de enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios. Ponencia presentada en IV Encuentro Nacional y I Latinoamericano “La universidad como Objeto Investigador”.

Zeegers, P. (2001). Approaches to learning in science: a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 115-132.

IMPORTANCIA DE LA PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS AMBIENTALES EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

Hortensia Morón Monge, Ana Mª Wamba Aguado; Santiago Aguaded Landero

RESUMEN: En este trabajo se analizan las percepciones sobre los riesgos ambientales de dos grupos de estudiantes (Maestro y Ciencias Ambientales), a los que se les ha aplicado un cuestionario para recoger información sobre sus actitudes, percepciones de los riesgos ambientales y posibles soluciones a problemas medioambientales. Se han analizado cuantitativamente los posibles factores de los que depende la percepción (sexo, estudios y actitud) y cualitativamente las preguntas abiertas. Como resultado de la investigación se formula una hipótesis de progresión sobre la percepción de los riesgos y las concepciones sobre el medio ambiente que ha sido también instrumento para el análisis cualitativo de los resultados

PALABRAS CLAVE: Percepción, concepciones medio ambiente, riesgos ambientales, hipótesis de progresión, actitud y comportamiento

SUMMARY: In this work, the perceptions about environmental risk of two groups of students (Education student and Environmental Science) are analyzed through one questionnaire where information about their attitudes is taken. The questionnaire included questions about environmental risks perception and some open questions about possible solutions to environmental problems. The possible factors which affect this perception (sex, studies and attitude) are analyzed quantitatively and the open questions are analyzed qualitatively. The main result of this research was a progression hypothesis about risk perception and conceptions of the environment, which was also an useful tool for qualitative analysis

1. INTRODUCCIÓN

En la formación inicial tanto del profesorado de educación primaria como de secundaria, es importante conocer qué percepción tienen estos estudiantes sobre aquellos aspectos en los que tendrán que incidir en su futura práctica profesional.

En este trabajo se recoge un estudio preliminar de las percepciones sobre los riesgos ambientales realizados con estudiantes de Maestro y de Ciencias Ambientales (CCAA) de la Universidad de Huelva, que sirve de base a un trabajo en curso más amplio en este campo educativo.

Consideramos que el estudio de las percepciones (como primera aproximación a sus concepciones) que estos estudiantes tienen sobre los

riesgos ambientales, sus preocupaciones, conocimientos o fuentes de información, son de gran importancia para comprender sus actitudes, sus prioridades así como la reacción ante el impacto en la salud y calidad de vida.

En este sentido, existen trabajos como los del Instituto de Salud Publica de la Comunidad de Madrid (2003) y los estudios de Aguaded y Jiménez (1999), Aguaded y Alanís (2000), Grob (1995), Oliver y col. (2005), Riechard y Peterson (1998), Sjöbert (2000) y Willians *et al.* (1999), en los que se identifican factores de los que depende la percepción de los riesgos ambientales (sexo, edad, raza, valores culturales, sociales, niveles económicos, cercanía al riesgo, etc.), se caracteriza la percepción de la población sobre los más perjudiciales para la salud y se diagnostican las percepciones y actitudes sobre el medio ambiente (MA), para medir la evolución en el tiempo de la opinión de los ciudadanos en torno a esta temática

Con estos datos consideramos de suma importancia investigar las percepciones de la población pero concretamente, de estudiantes de *de Maestro* y *de CCAA*, futuros educadores ambientales, para capacitarlos en el diseño de propuestas encaminadas a la resolución de conflictos, métodos de mediación y participación de la población en la resolución de problemas ambientales.

1.1 Concepciones y Percepciones:

Según Pujol (2003), en el cerebro humano se van combinando las impresiones aisladas en estructuras cada vez más complejas que acaban integradas en un sistema de conexión conceptual que tiene una identificación propia. Es un proceso activo que cada individuo elabora a partir de los datos de la experiencia y de las palabras que le dan significado. Esto significa que la información no permanece invariable en el cerebro, sino que va experimentando transformaciones que la van haciendo cada vez más general y esquemática; el cerebro dispone de estrategias propias capaces de procesar la información externa, organizando y elaborando conocimiento. Si la mente humana, es capaz de retener y actualizar conocimientos perceptivos, es porque de alguna manera éstos son procesado en el cerebro humano; algo que, por su complejidad de resultados, no puede responder a un simple registro, conservación y manejo de la información percibida.

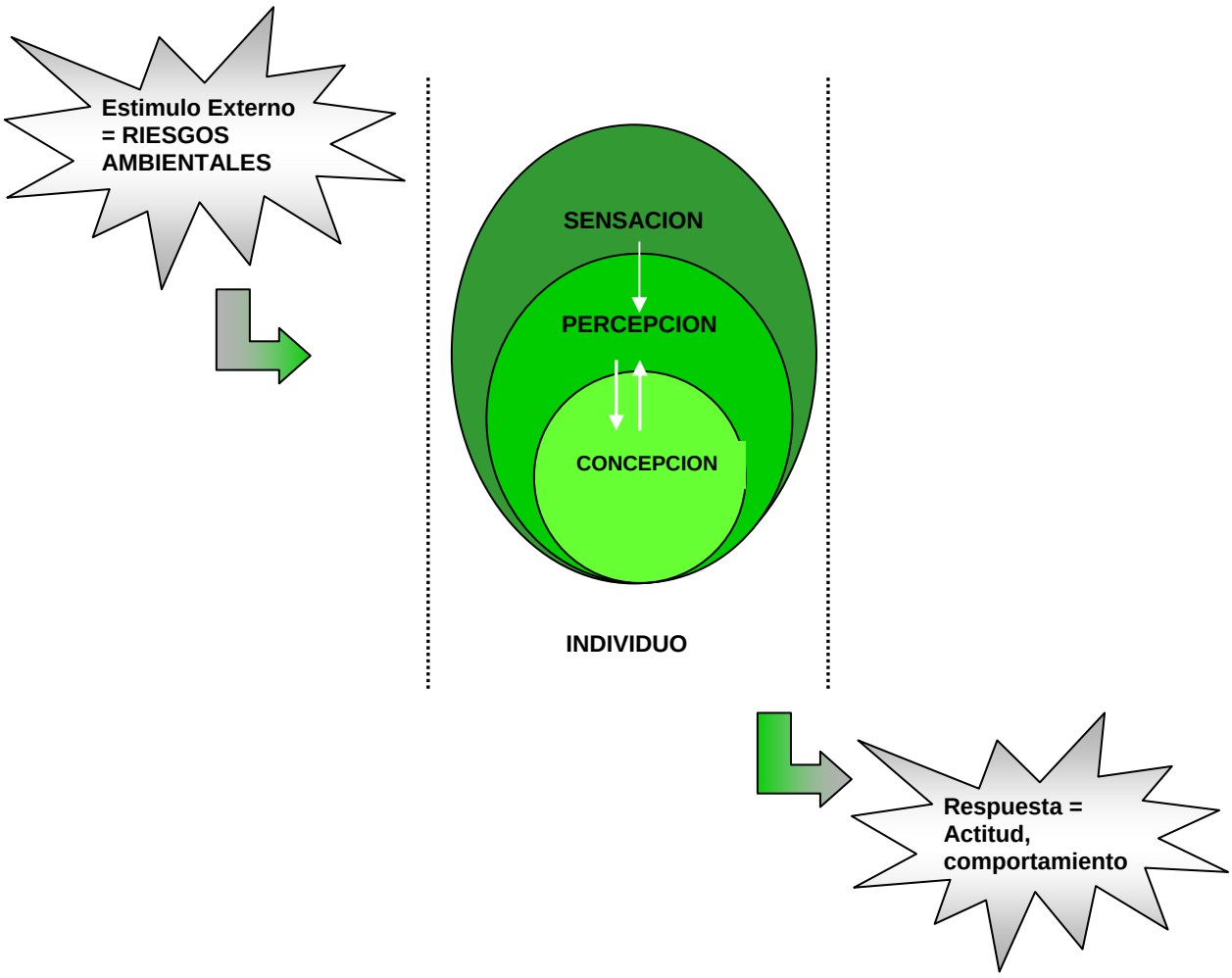


Fig. 1: Cascada de Efectos (sensación-percepción-concepción)

Las relaciones que existen entre sensación, percepción y concepción los podemos sintetizar en el esquema de la Fig.1, en la que a partir de un *estimulo externo* (producido en el medio) como el *cambio climático, s*e produce en el individuo una cascada de efectos que pretenden dar respuesta a dicho estímulo. La primera respuesta sería la *sensación*, que provoca dicho riesgo en el individuo; después la *percepción* que tiene el individuo ante el estímulo y por último, dicha percepción desembocaría en la *concepción* que el individuo posee ante ese riesgo. Por tanto, como resultado de la percepción y concepción de ese individuo ante el estímulo se produce una *respuesta*, que seria una *actitud* (intención de hacer algo) que llevaría posteriormente a un *comportamiento* (actuación) que el individuo tomara ante tal riesgo, pudiéndose traducir en desarrollar unos hábitos más sostenibles ambientalmente.

A partir de este esquema, nos referiremos a la *percepción* como el resultado de la interpretación personal de la información (estímulo externo) y por lo tanto subjetiva, es decir, que depende de diversos

factores. Por lo que podemos entender las percepciones en relación a las concepciones, como un proceso mental básico en el desarrollo y estructuración de lo que compondrán las concepciones. Como es difícil de acceder a estas concepciones, nos limitaremos a considerar las explicitadas en los cuestionarios aplicados.

1.2 Medio Ambiente y Riesgos Ambientales

El término de MA siempre aparece asociado al de *sistema,* entendido como un conjunto en el que unas partes actúan sobre otras y del que interesa considerar fundamentalmente el comportamiento global, que no suma de las partes, ya que de las interacciones entre las mismas, surgen las propiedades emergentes que están ausentes en el estudio de las partes por separado (Pascual y col 2007). Así, entendemos por MA (Fig.2), al conjunto de dos sistemas básicos, Sistema Natural y Sistema Humano o Antrópico, relacionados a través de flujos de materia y energía.

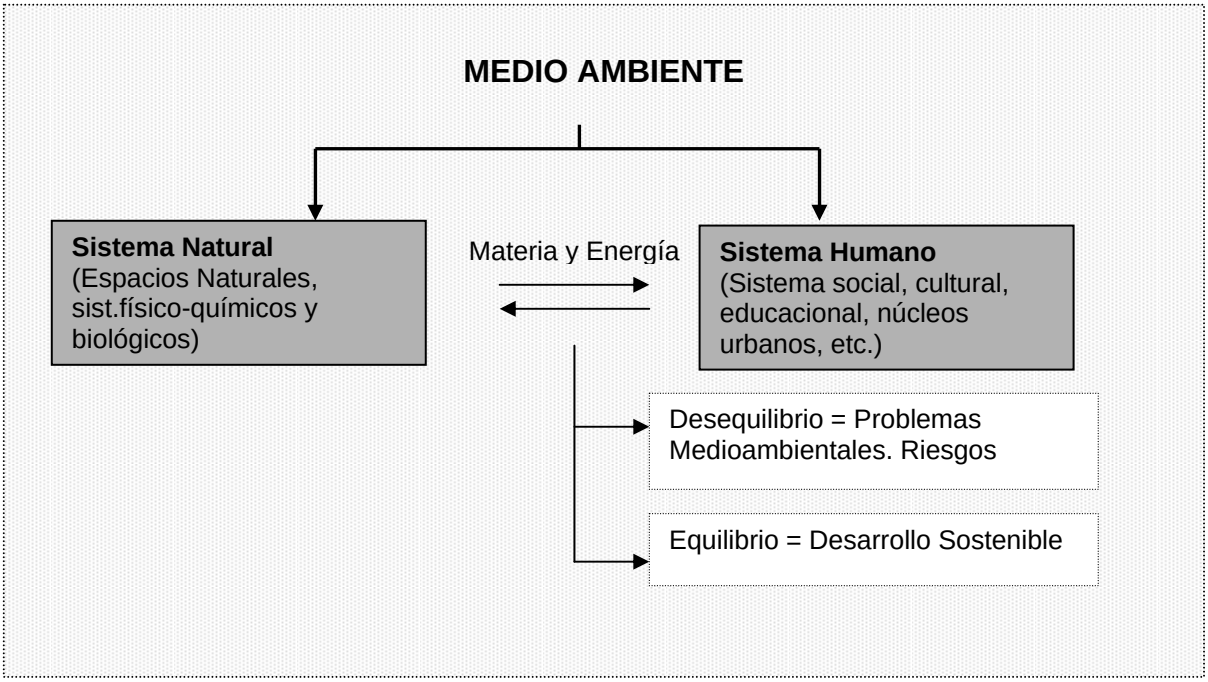


Figura 2: Componentes del medio ambiente

Los distintos riesgos para el MA se convierten en problemas ambientales cuando afectan a la salud humana y a los sistemas naturales. Recordemos que la materialización de desastres naturales o tecnológicos sólo representa un peligro para el desarrollo social y no tanto para la naturaleza ya que este concepto en sí mismo es antropocéntrico (García, 2004 y Domeisen, 1995).

En este sentido, los problemas ambientales tienen causas directas e indirectas, que generan a su vez efectos primarios y efectos secundarios o subefectos sobre el medio ambiente (Fig.3).

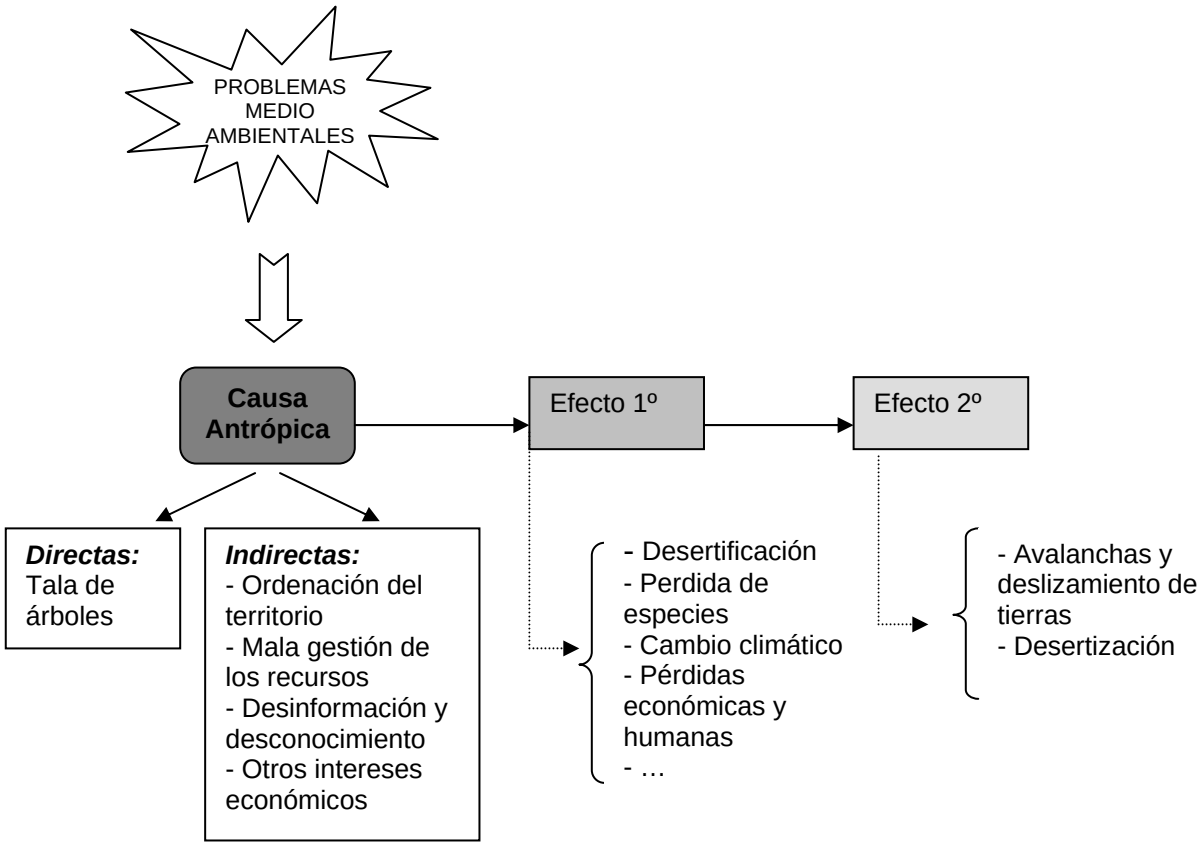


Figura 3: Causas-efectos sobre el medio ambiente

2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio que presentamos pretende una primera aproximación que responda a sí conocer la percepción de los alumnos de Maestro y CCAA sobre los riesgos ambientales y valorar determinados factores (estudios, sexo y actitudes) que intervienen en dicha percepción, facilitará el desarrollo profesional de los futuros profesores y gestores medioambientales, al identificar dificultades para diseñar estrategias didácticas adecuadas a su formación inicial.

Para alcanzar estos objetivos consideramos que es necesario:

- Elaborar y validar un instrumento de recogida de datos (en nuestro caso, un cuestionario) que permita analizar e identificar las percepciones ante los riesgos ambientales para un determinado colectivo.
- Diseñar y validar una Hipótesis de Progresión como instrumento de análisis para los datos cualitativos.

2.1 Características de la Muestra

Al ser este trabajo un estudio preliminar, se ha optado por tomar una muestra reducida de 15 estudiantes de Maestro y 15 de CCAA de los últimos años de carrera, como un tamaño muestral suficiente y significativo para alcanzar los objetivos planteados.

La distribución de la muestra por género es 77% mujeres frente a 23% de hombres, estas diferencias se acentúan entre licenciaturas (14 estudiantes de Maestro son mujeres y 9 de CCAA).

2.2 Instrumento de recogida de datos: El cuestionario

Como instrumento que nos permite recoger los datos, se ha diseñado un cuestionario que posee ítems de carácter cuantitativo y cualitativo. En la primera parte se recoge edad, sexo, lugar de nacimiento y estudios realizados, además de actividades y aficiones (senderismo, visitas museos/centros de interpretación,..) relacionadas con el MA (ítems de respuestas múltiples); está orientado a conocer las actitudes ambientales así como los intereses y sensibilidad en torno a dicho tema. La segunda parte se compone de cuatro preguntas abiertas (análisis de casos y selección de posibles soluciones a problemas medioambientales), enfocadas a diagnosticar la percepción de los riesgos ambientales y su concepción sobre el MA.

Con el objeto de justificar y plantear el contenido que integra el cuestionario, se ha optado por hacer una clasificación del mismo (CUADRO II), en el que se ha dividido en cinco grandes categorías, concretadas en subcategorías y diferenciando entre interrogantes planteados en el cuestionario y descriptores. Hay que señalar que existen preguntas que nos pueden proporcionar información a más de una categoría, como sucede con la categoría nº 2, que además de estar recogida específicamente en la pregunta 1, se complementa con la 2 y la 4.

CUADRO II: Análisis del Cuestionario

CATEGORIA	SUBCATEGORIAS	DESCRIPTORES	PREGUNTAS
1.Actitudes hacia el MA	-Sensibilidad hacia el MA -Interés por temas amb.	Tipos de aficiones relacionadas con la naturaleza y tiempo libre	1ª parte, sin numeración ***(Cualitativa)***
2.Concepto de MA	-Sistema Natural -Sistema Humano	Interacción entre los dos sistemas	Pregunta nº 1 ***(Cuantitat.)***

3.Factores que intervienen en la percepción de los riesgos amb.	-Estudios realizados -Sexo	-Estudiantes de Maestro y CCAA -Hombre/Mujer	Pregunta nº 1 ***(Cuantitat.)***
4.Tipos de riesgos ambientales	-Causa -Efecto 1 -Efecto2	Existencia y tipo de interacción entre los riesgos (Unicausal, Multicausal,…)	Preguntas nº 2 y 4 ***(Cualitativa)***
5.Soluciones a los problemas amb. y comportamiento ante tales riesgos	-Medidas Preventivas -Medidas Correctoras (mitigación y eliminación) -Medidas Compensatorias	-Nivel de responsabilidad (educativo, legislativo, político e investigación) -Jerarquización de las medidas	Pregunta nº 3 ***(Cualitativa)***

2.3 Instrumento de análisis cualitativo de los datos: Hipótesis de Progresión

El tratamiento de los datos cualitativos está basado en el análisis de las preguntas abiertas, para lo que hemos establecido una *Hipótesis de Progresión* que recoge los posibles niveles en el desarrollo de actitudes ambientales, percepción de los riesgos ambientales y construcción del concepto de MA. Este instrumento de análisis no es un instrumento cerrado sino que los resultados obtenidos inciden en la reformulación de sus contenidos, convirtiéndose en si mismo en un resultado de la investigación (Wamba y Jiménez, 2003).

La hipótesis ha sido dividida en dos grandes bloques (Anexo), uno con respecto a las actitudes hacia el MA y otro con respecto a las percepciones sobre los riesgos ambientales. Este último se divide en tres categorías: concepto de MA, tipología de los riesgos ambientales y soluciones a los problemas medio ambientales. En cada una de ellas, se han formulado tres niveles (I, II y III) de complejidad y reflexión creciente, de carácter flexible, contemplando que puedan surgir situaciones intermedias entre ellos.

2.3 Tratamiento y técnicas de análisis de datos

Los datos obtenidos se han analizado:

- ***Cuantitativamente,*** a través del programa estadístico SPSS y la hoja de calculo Excel, aplicando *Pruebas de Normalidad, para* poder decidir el tipo de análisis posterior (prueba de K-Wallis) que nos ha permitido ver si la percepción del riesgo depende de los factores sexo, estudios y concepto de M.A.

- ***Cualitativamente,*** para completar los datos obtenidos cuantitativamente y analizar el resto de las preguntas abiertas (2, 3 y 4), utilizando como referente la *Hipótesis de Progresión* formulada con este fin.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en función del tratamiento y de las técnicas de análisis usadas para las cuatro categorías descritas en la *Hipótesis de Progresión,* se recogen en las Fig.5 y6 y nos muestran una situación entre los niveles I y II para los estudiantes de Maestro y entre II y III para los de CCAA. Con respecto a los factores que intervienen en la percepción de los riesgos queremos señalar:

- ***Estudios*** (CCAA/Maestro): existen diferencias entre los dos grupos de estudiantes seleccionados, tanto en la percepción de los riesgos ambientales como en la concepción declarada del MA. Consideramos significativas las posibles soluciones aportadas: tecnológicas por los de Maestro y educativas por los de CCAA.
- ***Sexo***: las diferencias entre hombres y mujeres, únicamente se han conseguido estudiar a partir de la prueba cuantitativa K-Wallis pero no lo consideramos suficiente al no apoyarse en otro tipo de pruebas más cualitativas, principalmente debido a la composición de la muestra (triple nº de mujeres que de hombres), pudiendo suponer una distorsión de los resultados.
- ***Concepto de medio ambiente***: como la percepción es distinta para aquellos riesgos que afectan a los Sistemas Naturales y a la Salud Humana, consideramos que este factor está integrado dentro del factor “estudios”, ya que la concepción del MA está relacionada con los conocimientos.
- ***Actitud:*** No se ha podido establecer una clara relación de cómo la percepción depende de la *actitud*, ya sea debido al diseño de nuestra herramienta de análisis (cuestionario) o porque el número de datos obtenidos no fueron suficientes. En el mismo sentido, no han sido claros los resultados obtenidos del análisis cualitativo y tampoco podemos decir de qué manera la elección de las soluciones a los problemas ambientales (comportamiento), está ligada a la percepción.

ESTUDIANTES MAESTROS		NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
a) Actitudes y sensibilidad ante el MA	**Categoría I** Actitudes y sensibilidad ante el MA			
b)Percepciones y concepciones sobre los riesgos ambientales	**Categoría II** Sobre el concepto de MA			
	Categoría III Sobre la tipología e interacción de los riesgos ambiéntales			
	Categoría IV Sobre las soluciones a los problemas ambientales			

Fig. 5: Resultados del análisis cualitativo de estudiantes de Maestro

ESTUDIANTES DE CIENCIAS AMBIENTALES		NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
a) Actitudes y sensibilidad ante el MA	**Categoría I** Actitudes y sensibilidad ante el MA			
b)Percepciones y concepciones sobre los riesgos ambientales	**Categoría II** Sobre el concepto de MA			
	Categoría III Sobre la tipología e interacción de los riesgos ambiéntales			
	Categoría IV Sobre las soluciones a los problemas ambientales			

Fig. 6: Resultados del análisis cualitativo de estudiantes de CCAA

4. CONCLUSIONES

Volviendo de nuevo a la finalidad de partida de nuestro estudio, si queremos mejorar ya no sólo la práctica docente en materia ambiental sino también en la educación no formal como campañas divulgativas y de sensibilización ambiental, tendremos que tener muy en cuenta los distintos saberes de los individuos, entendiéndolos como conjunto de valores, ideas, intereses, sentimientos, percepciones, estudios, etc. que construyen el conocimiento. En esta misma línea, se manifiesta García (2005): "*el problema estriba en cómo percibe y valora cada persona el medio, es decir cada persona construye su mundo en función de su experiencia personal (…..) que es distinta a la de otras personas (…) luego habría que analizar qué creencias y concepciones sobre el medio se generan (…) a la hora de programar actividades de educación ambiental*"

Finalmente, nos han quedado pendiente interrogantes como: ¿Qué modificaciones debemos introducir para mejorar los instrumentos de obtención de información sobre la percepción de los riesgos ambientales? ¿Hasta que punto influye la actitud en la construcción del conocimiento? ¿Cuál es el origen de que las soluciones para los problemas medioambientales estén más relacionadas con las tecnologías, en el caso de los estudiantes de Maestros y con la educación para los de CCAA?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUADED, S. y ALANIS, L. (2000). El desastre ecológico de Doñana: estrategias para la enseñanza del riesgo ambiental. *Investigación en la Escuela,* 40: pp 57-68

AGUADED, S. y JIMÉNEZ PÉREZ, R. (1999). Los riesgos ambientales: aportaciones para una educación ambiental democrática y participativa". *Actas 4ª Jornadas de Educación Ambiental de la Comunidad de Madrid. Estrategias para un futuro sostenible,* pp 183-187

DOMEISEN, N. (1995). "Disasters: threat to social development", *Stop Disasters* 23, pp. 7-9

GARCÍA, J.E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y Complejidad.* Sevilla: Díada

GARCÍA, J.E. (2005). La difícil construcción de la noción de Biodiversidad. *II Encuentro sobre Educación Ambiental y Biodiversidad*. Junta de Andalucía, pp. 12-13

GROB, A. (1995). A structural model of environmental attitudes and behaviour. *Journal of Environmental Psichology 15*, pp 209-220

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA VALLECAS (Comunidad de Madrid) (2003). *Percepción Ciudadana de la Influencia de los Riesgos Ambientales Sobre la Salud.* Madrid

OLIVER M y col. (2005). *Actitudes y Percepción del Medio Ambiente en la Juventud Española.* Junta de Andalucía

PASCUAL, J. A. y col. (2007). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.* Mc Graw Hill Interamericana de España

PUJOL. R, (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Madrid: Síntesis

RIECHARD D.E and. PETERSON S.J (1998). Perception of Environmental Risk Related to Gender, Community Socioeconomic Setting Age, and Locus of Control Journal article. *Journal of Environmental Education*, Vol. 30

SJÖBERT, L. (2000). Factors in Risk Perception. *Risk Analysis*, 20(1), pp 1-11

WAMBA, A.M. y JIMÉNEZ, R. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? *Rev. Interuniv. de Formación del Profesorado, 17(1), 113-131*

WILLIAMS, B-L., BEOWN, S., GREENBERG, M. & KAHN, M.A. (1999). Risk perception in context: The Savannah River Site Stakeholder Study. *Risk Analysis*, 19 (6), pp 1019-1035

ANEXO: HIPÓTESIS DE PROGRESIÓN DE LAS CONCEPCIONES Y PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES RESPECTO A LOS RIESGOS AMBIENTALES

a) Actitudes y sensibilidad ante el MA		
CATEGORÍA I: Actitudes y sensibilidad ante el MA		
PRIMER NIVEL	**SEGUNDO NIVEL**	**TERCER NIVEL**
No pertenencia a asociaciones conservacionistas y/o ecologistas Poco interés por libros, rev. cient, documentales sobre MA Escasa afición por actividades al aire libre, espacios naturales, visitas museos, centros interpretación Las actividades recreativas y didácticas (visitas centros interpretación, museos, charlas sobre MA) no son complementarias a su formación académica y cultural	Se interesan con regularidad por libros, rev. científ., programas y documentales sobre MA Afición temporal por actividades al aire libre, espacios naturales, visitas museos, centros interpretación Las actividades recreativas y didácticas (visitas centros interpretación, museos, asistencias a congresos, charlas sobre MA) son complementarias a su formación académica y cultural	Pertenencia a asociaciones conservacionistas y/o ecologistas Interés libros, rev. científ. programas y documentales sobre MA Gran afición por las actividades al aire libre, espacios naturales, visitas museos, centros interpretación Las actividades recreativas y didácticas (visitas centros de interpretación, museos, asistencias congresos, charlas sobre MA) son fuente de información para su formación académica y cultural

b) Percepciones y concepciones sobre los riesgos ambientales		
CATEGORIA II: Sobre el concepto de medioambiente		
PRIMER NIVEL	**SEGUNDO NIVEL**	**TERCER NIVEL**
Conjunto de dos subsistemas (Sist. Naturales y Sist. Humanos) sin interacción Concepción estática y sumativa Sinónimo de naturaleza, excluyendo la actividad humana	Conjunto de dos subsistemas (Sist. Naturales y Sist. Humanos) con interacción unidireccional Concepción dinámica simple	Sistema dinámico, configurado por los subsistemas Naturales y Humanos, con interacción multidireccional Concepción sistémica

b) Percepciones y concepciones sobre los riesgos ambientales		
CATEGORÍA III: Sobre la tipología e interacción de los riesgos amb.		
PRIMER NIVEL	**SEGUNDO NIVEL**	**TERCER NIVEL**
Los perciben todos de igual importancia, sin clasificación o jerarquía No existe interacción entre los distintos tipos o solo unidireccional Un mismo riesgo produce distinto efecto a la Salud Humana y a los Sist. Naturales Los naturales (efecto 2º) son los más peligrosos No distinguen los que son causa de los que son efecto 1º ó 2º Percepción estática	Perciben diferencias entre los distintos tipos Existe interacción entre los distintos tipos Un mismo riesgo produce efecto parecido a la Salud Humana y a Sist. Naturales Distinguen entre distintos tipos pero no sus interacciones Perciben como los más peligrosos, los clasificados como efecto 1º Percepción dinámica	Perciben diferencias entre los distintos tipos y los clasifican (causa, efecto 1º ó 2º) Existe interacción multidireccional entre los distintos tipos Un mismo riesgo produce mismo efecto a Salud Humana y a los sist. naturales Distinguen claramente qué riesgos son causas Perciben los clasificados como causas, como los más peligrosos Percepción sistémica Los consideran global e integrados

b) Percepciones y concepciones sobre los riesgos ambientales		
CATEGORÍA IV: Sobre las soluciones a los problemas ambientales		
PRIMER NIVEL	**SEGUNDO NIVEL**	**TERCER NIVEL**
Se solucionan con medidas compensatorias y correctoras Percepción *unicausal* Soluciones generalistas y poco profundizadas	Se solucionan con medidas correctoras. Percepción *multicausal* Soluciones tecnológicas	Se solucionan a través de medidas preventivas Percepción *multicausal* Soluciones sociales y educativas Percepción sistémica y global en el planteamiento de soluciones.

Determinación videométrica del coeficiente de restitución

Cristina Trillo, Félix Quintero, Fernando Lusquiños

Departamento de Física Aplicada, Universidade de Vigo. E.T.S.I. Industriales, Campus Universitario. 36310 Vigo.

RESUMEN: Los experimentos con cámaras de vídeo pueden considerarse ya una herramienta clásica en la enseñanza de la física por su utilidad a la hora de clarificar conceptos, especialmente en el campo de la mecánica. Nosotros proponemos aquí una sencilla práctica de medida del coeficiente de restitución, pensada para complementar el temario de impacto mecánico y colisiones en dos asignaturas (Física aplicada a la biomecánica y Física aplicada al deporte) impartidas en una titulación de Ciencias de la actividad física y del deporte.

ABSTRACT: Experiments with video cameras can already be considered a classic tool in Physics teaching, due their usefulness when it comes to clarifying concepts, particularly in Mechanics. Herein we present a straightforward and inexpensive laboratory activity for the measurement of the coefficient of restitution. It is regarded as a complement to lectures on mechanical impact and collisions in two subjects (Physics applied to Biomechanics and Physics applied to Sports) taught in a degree in Sciences of physical activity and sports.

PALABRAS CLAVE: Videometría, coeficiente de restitución, deportes.

KEYWORDS: Videometry, coefficient of restitution, sports.

1. INTRODUCCIÓN

La medida de la elasticidad de un choque entre dos cuerpos A y B suele expresarse mediante el coeficiente de restitución *e*. Los textos de física universitaria ((GIANCOLI, 2002), (LEA, 2001)) introducen el concepto al tratar las colisiones unidimensionales, y lo definen en función del cociente entre las velocidades relativas final e inicial de los cuerpos que entran en contacto

$$e = \frac{\left| v_{Bfinal} - v_{Afinal} \right|}{\left| v_{Binicial} - v_{Ainicial} \right|} \qquad (1)$$

El rango de valores que toma *e* está comprendido entre 0, en el caso de un choque totalmente inelástico, y 1 para una colisión perfectamente elástica.

En los experimentos que se proponen habitualmente, el objeto cuyo coeficiente de restitución se desea calcular suele ser una bola de acero, plástico, etc., que se deja caer sobre una superficie plana desde una

altura determinada. De este modo, los cuerpos A y B de la expresión (1) son, en este caso, el suelo y la bola, respectivamente. Para obtener *e* experimentalmente, es necesario expresarlo en función de magnitudes fácilmente medibles. Para ello, se aplican a la bola las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado. En algunos casos se escoge como magnitud a medir el tiempo de vuelo total, es decir, el tiempo que transcurre desde que el objeto parte de su posición inicial hasta que, después de varias colisiones, se detiene. La medida del tiempo se puede realizar con un simple cronómetro y la de la altura inicial con un metro (FARKAS, 2006). Otros autores miden el intervalo que transcurre entre los sucesivos impactos del objeto contra el suelo, que "escuchan" con un micrófono. Al principio, el registro se llevaba a cabo de manera analógica con un oscilógrafo (BERNSTEIN, 1977); actualmente, se hace de forma digital mediante el hardware de adquisición y el software proporcionados por el fabricante del sensor (MAYNES, 2005).

Creemos que el enfoque más intuitivo y didáctico para una titulación que no posee un marcado carácter científico ni tecnológico es el de expresar *e* en función de la altura inicial y la alcanzada por el objeto tras la primera colisión (h_0 y h_1 respectivamente), y que éstas sean las únicas magnitudes a medir durante la práctica. Además, teniendo en cuenta el contexto en el que se imparten estas asignaturas, parece adecuado sustituir la bola metálica o plástica por balones que los propios alumnos usen en diferentes disciplinas deportivas. La deducción de la expresión de *e* en función de la altura puede proponerse al alumno como parte de su trabajo personal, pues es una buena oportunidad para que aplique los conocimientos de cinemática que se deben haber tratado en temas anteriores. De hecho, la derivación de *e* en función de *h* se propone como ejercicio en muchos textos de física (GIANCOLI, 2002), (LEA, 2001), (SEARS, 2004). Para ello, el balón que se deja caer desde una altura h_0 se considera un punto material al que se pueden aplicar las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado. Antes del choque contra el suelo, el balón tiene una velocidad que hemos denominado $v_{B\ inicial}$, que se puede expresar en función de h_0 si se elimina el tiempo entre las dos ecuaciones que se pueden plantear. Así, se obtiene que

$$\left|v_{Binicial}\right| = \sqrt{2gh_0} \qquad (2)$$

El balón, que tras la colisión tiene la velocidad $v_{B\ final}$, se eleva hasta una altura h_1, de modo que, procediendo como antes, resulta que

$$\left|v_{B\ final}\right| = \sqrt{2gh_1} \qquad (3)$$

y, sustituyendo (2) y (3) en (1), se llega a la bien conocida relación

$$e = \sqrt{\frac{h_1}{h_0}} \qquad (4)$$

Para realizar la medida de estas alturas, la videometría, que podríamos definir como el conjunto de técnicas que permite realizar medidas precisas y fiables a partir de secuencias de vídeo, es una alternativa interesante.

2. El sistema videométrico

En un experimento videométrico, una videocámara adquiere una secuencia de imágenes del proceso a estudiar. En los fotogramas se registra también la posición y/o el tamaño de uno o varios puntos de referencia, de posición y/o longitud conocidas, que sirven para calibrar las medidas realizadas sobre las imágenes.

Desde hace algún tiempo se pueden encontrar videocámaras a un precio reducido y con excelentes prestaciones, por lo que proponemos realizar las medidas con un sistema videométrico elemental con los siguientes materiales:

- Una videocámara convencional, que permita adquirir secuencias de imágenes, de varios segundos de duración, a razón de 25 fotogramas por segundo como mínimo. Si la videocámara es analógica, se deberá disponer también de una tarjeta digitalizadora.
- Un trípode.
- Un balón de reglamento de algún deporte (por ejemplo, baloncesto).
- Una regla rígida de aproximadamente 1 m. Debe estar siempre en el campo de visión para ser la referencia de calibración.
- Un computador personal.
- Un programa de edición de vídeo y otro de edición de imágenes instalados en el computador. Si la videocámara no proporciona un vídeo de salida en uno de los formatos habituales (*avi*, *mpg*, *divx*, etc.) ha de disponerse también de algún programa conversor de formato. En la actualidad es posible encontrar en Internet multitud de programas gratuitos y que sirven con creces para nuestros propósitos.

Con estas herramientas se mide sobre las imágenes tanto la altura inicial del balón como la del primer rebote y, a partir de estos datos, se calcula el coeficiente de restitución. Este enfoque nos parece particularmente apropiado para las asignaturas antes mencionadas, pues permite relacionar de un modo directo la actividad en el laboratorio con la práctica real de un deporte. En efecto, la normativa de la Federación Internacional de Baloncesto (FIBA) en lo que se refiere al equipamiento determina que

"El balón se inflará a una presión de aire tal que, cuando se deje caer sobre la superficie del terreno de juego desde una altura aproximada de 1,80 m, medida desde la parte inferior del balón, rebote hasta una altura aproximada, medida hasta la parte superior del balón, de entre 1,20 m y 1,40 m" (FIBA, 2004). Esto es muy semejante a especificar el rango de valores del coeficiente de restitución que puede tener un balón apto para ser usado en competición. Un método similar se emplea también para especificar cuál debe ser la rigidez del tablero.

Los resultados que se muestran en este trabajo fueron obtenidos con una videocámara JVC Everio GZ-MG135, con una frecuencia de adquisición de 25 fotogramas por segundo. La cámara graba la secuencia de fotogramas en formato *.mod*, que se convierte a un fichero en formato *.avi* con el programa *TotalVideo Converter*, gratuito en su versión de prueba. Para abrir el vídeo en formato *avi* se utiliza el programa *VirtualDUB*, versión 1.7.8. Esta aplicación permite reproducir el vídeo paso a paso y copiar los fotogramas deseados, que posteriormente se guardan en formato TIFF. Para medir la altura de los rebotes se emplea el programa de edición de imágenes *GIMP* (acrónimo de *GNU Image Manipulation Program*), que dispone de una herramienta de medida automática de ángulos y distancias muy útil para nuestros propósitos. Ambos programas son de código abierto y se distribuyen bajo la licencia *GNU General Public License* (GPL).

3. Metodología

La videocámara se sujeta al trípode y se coloca aproximadamente a 1 m del suelo. La regla, que se utiliza para calcular los valores en metros de las alturas inicial y final, se coloca dentro del campo de visión de la cámara, a una distancia aproximada de 10 m enfrente de la cámara. Al lado de la regla, y a la misma distancia de la cámara, se deja caer el balón desde una altura de ~1,5 m, procurando no imprimirle rotación alguna. Se intenta así que la dirección del rebote tenga casi exclusivamente una componente vertical. La adquisición de fotogramas se inicia cuando el balón se halla en reposo a la altura h_0 y termina después de que éste haya detenido. Con el programa de edición de vídeo se abre la secuencia resultante; se identifica el fotograma en el que el balón se halla a la altura inicial h_0, el fotograma en el que alcanza la altura máxima h_1 tras el primer rebote, y ambas imágenes se guardan en uno de los formatos habituales (JPG, TIFF, etc.).

Con el programa de edición de imágenes se miden h_0 y h_1 en píxeles, y aplicando la ecuación (4) se obtiene el coeficiente de restitución. Para conocer el valor en metros de ambas distancias, se debe conocer la equivalencia entre píxeles y metros. Para ello, se mide el tamaño de la regla en píxeles y, como se conoce su tamaño real en metros, se puede

calcular el factor de conversión entre estas dos unidades. Por supuesto, si se calcula el coeficiente de restitución con las alturas h_0 y h_1 expresadas en metros se obtiene el mismo valor que antes.

Una vez hechas las medidas, se puede pedir a los alumnos que determinen si el balón que han utilizado cumple la normativa de la FIBA sobre equipamiento que se indica en la introducción.

4. Resultados y discusión

El objeto seleccionado es un balón de baloncesto de reglamento, que se deja caer desde la altura de un brazo extendido horizontalmente sobre un suelo sintético para interiores. La misma persona que deja caer el balón sostiene una regla de madera de 1 m, apoyada verticalmente en el suelo. El experimento se repite dos veces. De ambos vídeos se extraen cuatro fotogramas para medir la altura inicial del balón (h_0), la altura inicial tras la primera colisión (h_1) y, con el objeto de obtener varios valores del coeficiente de restitución, las alturas alcanzadas tras las siguientes dos colisiones (h_2 y h_3). Para ello, con el programa de edición de imágenes se trazan líneas horizontales tangentes a los bordes superior e inferior de la regla y al borde superior del balón, como se indica en la figura 1. La medida de la longitud de la regla se hace sólo una vez, en el mismo fotograma en el que se mide h_0, y el factor de conversión obtenido se utiliza para realizar medidas en cualquier otro fotograma del mismo vídeo. Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 1.

Aunque sería necesario hacer una serie más larga de experimentos para poder afirmarlo con rotundidad, la repetibilidad obtenida sugiere que las imprecisiones cometidas tanto en la ejecución del experimento como en la realización de las medidas sobre las imágenes tienen un efecto reducido en la precisión de los resultados. Entre los errores experimentales podemos mencionar el hecho de que la regla puede estar ligeramente inclinada; o que el punto de impacto de la pelota puede hallarse delante o detrás del plano de la imagen que contiene a la regla, con lo que la altura medida es, respectivamente, mayor o menor que la real por efecto de la perspectiva. Algunos de estos errores se pueden minimizar perfeccionando el procedimiento de ejecución del experimento. Las imprecisiones cometidas en las medidas se deben fundamentalmente a que el contorno de la pelota no está perfectamente definido (ya que usamos una videocámara convencional y no una de alta velocidad), lo que lleva a errores en el trazado de las rectas de referencia. A pesar de todo, creemos que es factible utilizar este sencillo montaje experimental para obtener una medida del coeficiente de restitución con un nivel de precisión aceptable, en todo caso adecuado al propósito didáctico de la práctica. Los resultados muestran que el valor del coeficiente de restitución no es constante, sino que aumenta a medida que la altura inicial desde la que

cae el objeto disminuye. Este comportamiento concuerda con los resultados obtenidos por otros autores (BERNSTEIN, 1977).

Vídeo 1 Vídeo 2

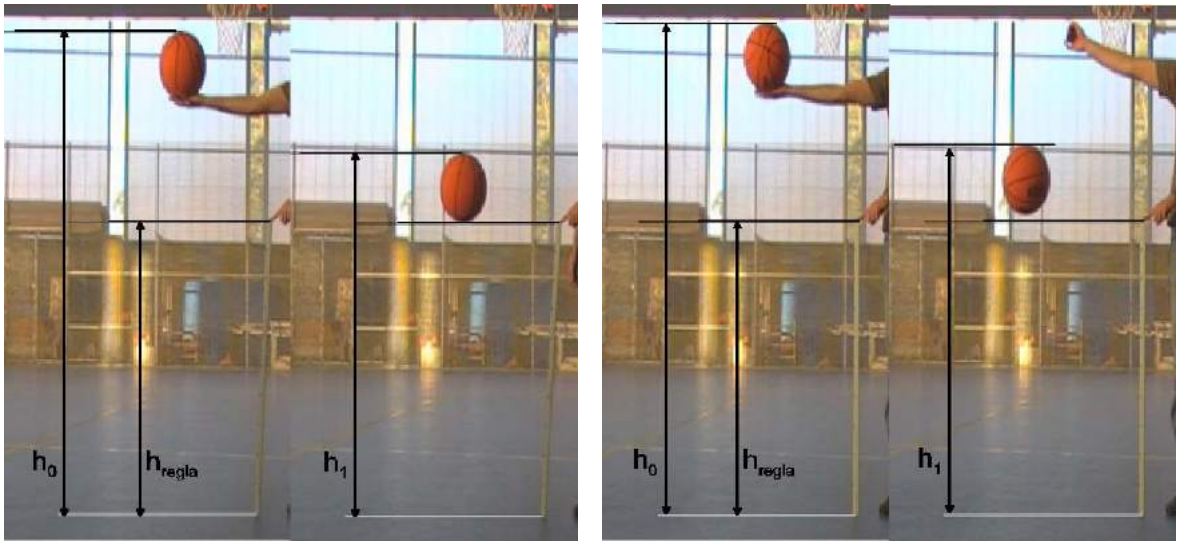


Figura 1. Algunas de las imágenes usadas para la medida de *e*. Los experimentos fueron realizados en las mismas condiciones y con el mismo objeto. h_0 y h_1 se refieren respectivamente a la altura inicial del balón y a la alcanzada tras el primer rebote. h_{regla} se mide sólo en el primer fotograma de cada vídeo.

Este sistema videométrico tiene la ventaja adicional de que podría utilizarse, sin apenas cambios, en el estudio de otros casos de interés como, por ejemplo, el movimiento de proyectiles (BENENSON, 1993), (CHOW, 2000).

	Vídeo 1				Vídeo 2			
	h_0	h_1	h_2	h_3	h_0	h_1	h_2	h_3
Altura (píxeles)	518	389	304	248	528	398	318	254
Altura (m)	1,65	1,24	0,97	0,79	1,68	1,26	1,01	0,81
Altura regla (píx.)	314				315			
e (h_0- h_1)	0,87				0,87			
e (h_1- h_2)	0,88				0,89			
e (h_2- h_3)	0,90				0,89			

Tabla 1. Resultados obtenidos en los experimentos 1 y 2.

5. Conclusión

Proponemos una sencilla práctica que permite que los estudiantes de física de una titulación de Ciencias de la actividad física y del deporte puedan verificar experimentalmente conceptos relacionados con el impacto mecánico y las colisiones elásticas e inelásticas. Por otra parte, la actividad puede servir para aumentar las destrezas en informática del alumnado no familiarizado con los computadores. Creemos además que se potencia el interés de los alumnos, al haber convertido una práctica clásica de laboratorio (que suele percibirse, en nuestra experiencia, como algo que no guarda apenas relación con el mundo real) en una actividad que tiene una aplicación directa a un deporte. Un montaje igual o muy similar puede emplearse en cursos básicos de física de otras titulaciones para ilustrar los mismos u otros conceptos de la mecánica.

Bibliografía

BENENSON, W. y BAUER, W. (1993) *Frame grabbing techniques in undergraduate physics education, American Journal of Physics* 61 (9), pp. 848-851.

BERNSTEIN, A. D. (1977) *Listening to the coefficient of restitution*, *American Journal of Physics* 45 (1), pp. 41-44.

CHOW, J. W., CARLTON, L. G., EKKEKAKIS, P y HAY, J. G. (2000) *A web-based video digitizing system for the study of projectile motion*, *The Physics Teacher* 38, pp. 37-40.

FARKAS, N. y RAMSIER, R. D. (2006) *Measurement of coefficient of restitution made easy, Physics education* 41 (1), pp. 73-75.

FIBA Central Board, *Official basketball rules 2004, basketball equipment*, p. 12. Paris, 12 junio 2004. Aplicables desde el 1 de septiembre de 2004.

GIANCOLI, D.C. (2002). *Física para universitarios*. México: Pearson educación.

LEA, S. M y BURKE, J. R (2001) *Física 1, la naturaleza de las cosas*, Paraninfo.

MAYNES, K. C., COMPTON, M. G. y BAKER, B. (2005) *Coefficient of restitution measurements for sport balls: an investigative approach*, *The Physics Teacher* 43, pp. 352-354.

SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W., YOUNG, H. D y FREEDMAN, R. A. (2004) *Física Universitaria,volumen 1.* México: Pearson educación.

Sitio web de *VirtualDUB* http://www.virtualdub.org/

Sitio web de *GIMP* http://www.gimp.org/

Método para la determinación experimental del centro de gravedad de un cuerpo humano

Fernando Lusquiños Rodríguez, Félix Quintero Martínez, Mª Cristina Trillo Yáñez.

PALABRAS CLAVE: Centro de gravedad, antropometría, centre of gravity, anthropometry.

RESUMEN: Habitualmente el concepto de centro de gravedad se introduce de una forma teórica en las clases de física básica y se demuestran diversas relaciones matemáticas para determinar el centro de gravedad de sistemas o cuerpos con formas geométricas sencillas. Sin embargo, en una clase de física aplicada a la biomecánica será muy instructivo relacionar este concepto con el cuerpo humano, en cuyo caso los cálculos teóricos son demasiado complejos para un curso básico. Describimos aquí una sencilla práctica de laboratorio para calcular el centro de gravedad de un cuerpo humano y relacionar este concepto con la praxis de la biomecánica.

ABSTRACT: Usually the concept of centre of gravity is introduced from a theoretical basis in lessons of basic physics and several mathematical formulas are demonstrated to calculate the centre of gravity of systems or bodies with simple geometry. However, in the context of a class of physics applied to biomechanics, it would be more didactic to relate this concept to the human body; although, in this case, theoretical calculus are quite complex for an elementary course. Here we describe a simple laboratory lesson to calculate the centre of gravity of a human body and to relate this concept to praxis of biomechanics.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto del centro de gravedad de un cuerpo (CG_c) o sistema de partículas es esencial en el estudio de la estática y la dinámica. Por ello bien merece detenerse en su estudio mediante actividades manipulativas que refuercen su total integración a las competencias del alumno. Con esta finalidad proponemos un método experimental simple para la determinación del centro de gravedad de un cuerpo de formas complejas y densidad no uniforme, como es el cuerpo humano, mediante una realización poco costosa y que requiere conocimientos teóricos básicos. De hecho, el cálculo respecto al eje longitudinal aparece planteado como ejercicio teórico en los capítulos de estática de diversos textos de física fundamental (Tipler, 2001), (Serway, 2005), (Giancoli, 2002). Nuestra experiencia práctica con esta actividad experimental se desenvuelve en la docencia de la

materia de Biomecánica de la titulación de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

La definición del centro de gravedad más adecuada para introducir los conceptos teóricos necesarios en esta práctica es la que lo relaciona con los momentos producidos por el peso del cuerpo. De acuerdo con esta definición el CG_c es el punto en el que al aplicar su peso, este genera un momento respecto a cualquier punto equivalente a la suma de los momentos generados por los pesos de todas las partículas que constituyen dicho cuerpo (Tipler, 2001). Esta definición se puede expresar matemáticamente mediante la sencilla fórmula:

$$r_{cg}\, P = \sum_i r_i\, p_i$$

donde r_{cg} y r_i son los vectores de posición del centro de gravedad y de la partícula i-ésima respecto al punto al que se consideran los momentos y P y p_i son el peso total y el peso de cada partícula que compone el cuerpo.

Para complementar esta definición merece la pena explicar algunas propiedades del centro de gravedad que refuerzan los conceptos manejados en esta práctica. Así, una formulación equivalente a la definición anterior es la que considera el centro de gravedad de un cuerpo como el punto respecto al cual los pesos de las partículas que lo constituyen producen un momento resultante nulo. Por otro lado, el centro de gravedad coincide con el centro de masas cuando la acción de la gravedad es igual en todos los puntos del cuerpo considerado, como sucede en todos los casos que se pueden estudiar en el laboratorio. Además, puede ser muy ilustrativo destacar que en los cuerpos homogéneos con una densidad uniforme el centro de masas coincide con el centro geométrico o centroide. Propiedad que permite relacionar mucho más fácilmente el concepto estricto de centro de gravedad con la idea intuitiva que de él se tiene. Paralelamente, conviene resaltar que no sucede así en los cuerpos heterogéneos con densidad no uniforme, como es el caso del cuerpo humano. Por último, la propiedad segmentaria, según la cual el centro de gravedad de un cuerpo que puede ser dividido en un grupo de elementos sencillos puede obtenerse como el baricentro de los centros de gravedad de dichos elementos, permite explicar diversos métodos de cálculo y el efecto del cambio de la posición relativa de cualquier segmento corporal sobre la posición del CG_c.

2. Métodos de cálculo del centro de gravedad

Antes de llegar al sencillo método propuesto en esta práctica para determinar la posición del centro de gravedad de un cuerpo humano

se pueden describir otros métodos más complejos que aportarán un mayor conocimiento de la materia al alumno.

Para el cálculo del CG de cuerpos con geometrías sencillas los métodos que requieren la parametrización del volumen o la superficie del sólido no implican una complejidad de cálculo excesiva y su aplicación reforzada con herramientas de cálculo como el teorema de Pappus-Guldin (Beer, 2004) se convierte en una tarea viable.

Sin embargo, para el caso de cuerpos que no son fácilmente parametrizables o con densidad no uniforme, como es el caso del cuerpo humano, se hacen más recomendables otro tipo de métodos semiempíricos. Dentro de esta categoría podemos distinguir básicamente tres grupos de métodos: el basado en estudios antropométricos sobre cadáveres que debemos a Chandler et al. (1975) el basado en el barrido de masas propuesto por Zatsiorsky y Seluyanov (1983) y el basado en modelos geométricos simples asimilables a los segmentos corporales que se fundamenta en los trabajos de Hanavan (1964) y Yeadon (1990). Estos métodos permiten determinar la masa y la posición del centro de gravedad de cada segmento corporal para finalmente, mediante la aplicación de la propiedad segmentaria del centro de gravedad determinar la posición del CG_c. Dichos métodos constituyen una aproximación semiempírica a la determinación del CG_c; es decir, el sujeto de estudio debe estar caracterizado mediante ciertos parámetros antropométricos. Según el tipo de método, éstos pueden variar desde la talla y la masa total del individuo hasta diferentes perímetros corporales correspondientes a cada segmento corporal. Tal caracterización es necesaria como paso previo a la utilización de los cálculos propuestos por dichos métodos para la caracterización inercial de cada segmento corporal.

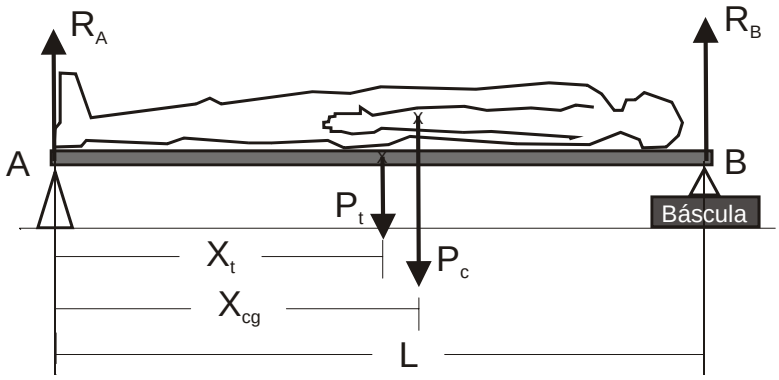
3. Método empírico

El método que describimos aquí es un método puramente empírico que utiliza un montaje experimental muy sencillo que ha sido denominado balanza antropométrica (Prat, 1999). Este método, además de su sencillez conceptual, presenta las ventajas de que requiere un montaje muy simple compuesto de material fácilmente disponible y asequible, consiguiendo un nivel de precisión aceptable.

Los materiales necesarios son: una tabla rígida, que denominaremos tabla de momentos, con unas dimensiones suficientemente grandes para que una persona se pueda tumbar sobre ella; una báscula con capacidad suficiente para pesar a un individuo; unos soportes en forma de cuña para apoyar la tabla y una cinta métrica.

3.1. EJE LONGITUDINAL

El desarrollo de la práctica requiere en primer lugar medir con la báscula la masa de la tabla de momentos, M_t, y del sujeto objeto del experimento, M_c. Debe medirse también la longitud de la tabla de momentos, L, con la cinta métrica. A continuación se procede al sencillo montaje experimental que se muestra en la figura 1 para la determinación de la posición del CG_c respecto al eje longitudinal. La tabla de momentos se posiciona horizontalmente con un extremo apoyado en uno de los soportes y el otro sobre la báscula. Entonces el sujeto experimental se tumbará sobre la tabla con los pies a la altura del fulcro, A, y se toma la medida en la báscula, M_b. De manera que será posible calcular la posición, X_{cg}, del CG_c al resolver la ecuación del equilibrio de momentos sobre la tabla respecto al punto de apoyo en A.



a)

b)

Figura 1. a) Esquema del montaje experimental para la determinación de la posición longitudinal del CG_c mostrando las fuerzas que intervienen en el sistema. b) Ejemplo de ejecución de la práctica con el sujeto en posición supina y brazos pegados al cuerpo.

Una vez realizadas todas las medidas, se pedirá a los alumnos resolver el sencillo problema de estática planteado, dibujando en primer lugar el diagrama de sólido libre de la tabla de momentos y que plateen y resuelvan las ecuaciones de equilibrio. Así, de la

ecuación del equilibrio de momentos respecto del apoyo en A se obtiene fácilmente la expresión para la posición del CG_c:

$$M_b g L - M_t g X_t - M_c g X_{cg} = 0 \quad \Rightarrow \quad X_{cg} = \frac{M_b g L - M_t g X_t}{M_c g}$$

Donde X_t es la posición del centro de gravedad de la tabla de momentos que, en el caso de que sea homogénea, se puede considerar situada en su centro geométrico. En caso contrario podrá determinarse previamente utilizando el mismo procedimiento. Mientras que M_b es el valor de la medida realizada con la báscula y por tanto tiene magnitud de masa y la reacción en el apoyo B equivale a:

$$R_b = M_b g$$

3.2. EJE ANTERO-POSTERIOR

Para la determinación de la posición del CG_c respecto al eje antero-posterior se procederá de forma análoga al apartado anterior, según un sencillo método que fue propuesto por primera vez por Reynolds y Lovett (1909) y se puede considerar el precedente directo de ambas configuraciones. Con el mismo montaje, en esta ocasión el sujeto se situará de pie con los pies juntos sobre la tabla en posición erecta con los brazos pegados al cuerpo, tal como se muestra en la figura 2. Entonces se medirá la posición de la puntera de su pie o del talón respecto del fulcro de manera que la posición del CG_c antero-posterior, X_{ap}, se pueda expresar respecto a estas referencias. Del mismo modo que en el caso anterior los alumnos resolverán la ecuación de equilibrios de momentos para calcular la coordenada del CG_c.

$$M_b g L - M_t g X_t - M_c g X_{cg} = 0 \quad \Rightarrow \quad X_{cg} = \frac{M_b g L - M_t g X_t}{M_c g}$$

$$X_{ap} = X_{cg} - X_1$$

3.3 VARIACIÓN DE LA POSICIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD

Para finalizar esta práctica y afianzar mejor los conceptos estudiados se pueden repetir las dos experiencias anteriores modificando la posición de los brazos respecto al cuerpo para analizar como cambia la posición del CG_c. Se puede determinar, por ejemplo, la situación del CG_c respecto al eje longitudinal en posición supina con los brazos estirados horizontalmente por encima de la cabeza. Así como su posición respecto al eje antero-posterior en posición erecta con los brazos estirados horizontalmente hacia el frente. Estas variaciones serán muy ilustrativas de la propiedad segmentaria del CG al

relacionarlas con la modificación del centro de gravedad de los brazos respecto del resto del cuerpo.

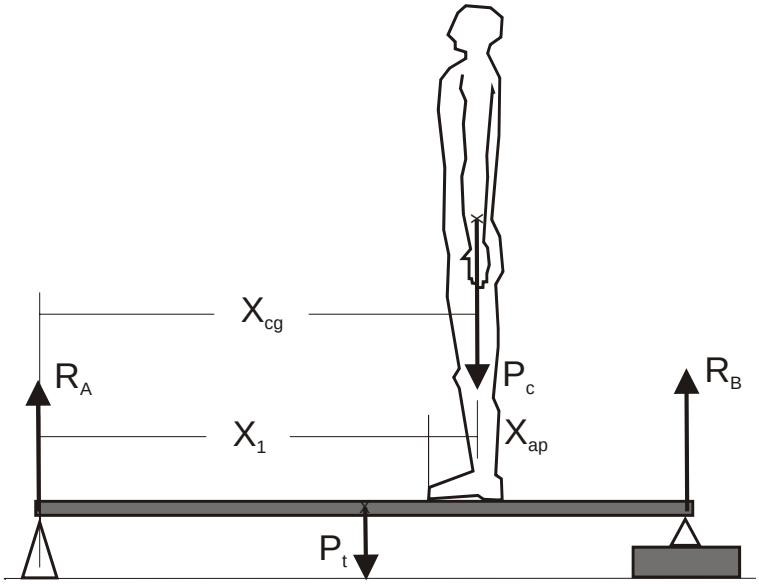


Figura 2. Montaje experimental para determinar la posición antero-posterior del CG_c con el sujeto en posición erecta y con los brazos pegados al cuerpo.

4. Conclusiones

La sencilla actividad experimental que proponemos servirá para afianzar los conceptos asociados al centro de gravedad y tiene especial interés en cursos básicos de física o biomecánica de titulaciones relacionadas con la educación física o la actividad deportiva.

Durante los ocho cursos de realización de esta práctica encontramos una respuesta muy favorable de los alumnos en la medida en que esta experiencia estimula su curiosidad y fomenta su participación en el experimento debido a la implicación y exploración de su propio cuerpo. La evaluación del trabajo de los alumnos se realiza mediante la corrección de un informe que cada estudiante debe confeccionar durante la sesión de laboratorio incluyendo las medidas tomadas, el diagrama de sólido libre del montaje experimental y los cálculos realizados.

Esta actividad experimental puede generalizarse fácilmente a un caso bidimensional no mucho más complicado en el cálculo sin más que añadir una báscula más y utilizar una tabla de momentos con un apoyo fijo y dos apoyos sobre sendas básculas. De esta forma la determinación del centro de gravedad permite el análisis de posturas del cuerpo ya que se puede involucrar en los cálculos el eje transversal al cuerpo del sujeto experimental.

5. BIBLIOGRAFÍA

BEER, F. P., JOHNSTON, E. R. y EISENBERG, E. R. (2004). *Mecánica vectorial para ingenieros. Estática*, México: McGraw-Hill.

CHANDLER, R.F., CLAUSER, C.E., MCCONVILLE, J.T. REYNOLDS, H.M. y YOUNG, J.W. (1975). *Investigation of inertial properties of the human body*, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratories.

GIANCOLI, D.C. (2002). *Física para universitarios*. México: Pearson educación.

HANAVAN, E.P. (1964). *A mathematical model of the human body*, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratories.

PRAT, J. et al. (1999). *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*, Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.

REYNOLDS, E. y LOVETT, R.W. (1909) *A method of determining the position of the centre of gravity in its relation to certain bony landmarks in the erect position. American Journal of Physiology*, 24, pp. 286-293.

SERWAY, R.A. y JEWETT, J.W. (2005) *Física para ciencias e ingenierías*. México: Thomson.

TIPLER, P. A. (2001). *Física para la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Reverté.

YEADON, M.R. (1990). *The simulation of aerial movement-II. A mathematical inertia model of the human body. Journal of Biomechanics*, 23, pp. 67-74.

ZATSIORSKY, V.M. y SELUYANOV, V.N. (1983). *The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. Biomechanics VIII-B* (Ed. por Matsui, H. y Kobayashi, K.), pp. 1152-1159. Champaign, IL: Human Kinetics.

Método para la determinación experimental de los momentos principales del cuerpo humano

Fernando Lusquiño y Félix Quintero

RESUMEN: Cualquier texto universitario de Física General introduce el concepto de momento de inercia cuando aborda el estudio de la rotación de un sólido rígido. El estudio del movimiento del sólido rígido en dos dimensiones permite establecer un paralelismo entre la dinámica de rotación y la de traslación del centro de masas confiriendo al momento de inercia un papel en la dinámica de rotación análogo al que juega la masa en la dinámica de traslación. Dicho parámetro inercial puede determinarse de modo sencillo para cuerpos geométricamente regulares mediante el cálculo integral cuando la forma y la distribución de la masa del cuerpo rígido son conocidas con precisión y haciendo uso de ciertas propiedades; sin embargo, cuando nos enfrentamos a cuerpos geométricamente irregulares, se imponen otros métodos de naturaleza empírica o semiempírica. Proponemos un método empírico sencillo y de bajo coste para la determinación de los momentos principales de inercia del cuerpo humano.

ABSTRACT: Any textbook about Physics deals with the moment of inertia concept when the rotation dynamics of a rigid body is introduced. The study of two dimensional motion of the rigid body allows establishing a parallelism between rotational dynamics and translation of mass centre, giving to the moment of inertia an analogous role in rotational dynamics to that of mass in the translational one. This inertial parameter can be easily obtained from the integral calculus when the shape and the mass distribution of the rigid body are precisely known. Otherwise, for irregular geometric objects it is difficult to compute it through integration and other empirical or semiempirical methods should be used. Rather, the moment of inertia must be measured directly from the object. In this work, a simple empirical method is proposed to obtain the main moments of inertia of the human body.

PALABRAS CLAVE: Momento de inercia, cuerpo humano

KEYWORDS: Moment of inertia, human body

1. INTRODUCCIÓN

La medida de la inercia de un cuerpo en movimiento de traslación queda caracterizada por la masa del mismo siendo su correspondiente en el movimiento de rotación el momento de inercia. Este parámetro inercial del cuerpo no sólo depende de la masa sino también de su distribución espacial. Un sólido rígido es un sistema de partículas (puntos materiales) en el que las posiciones relativas de las mismas no cambian con el tiempo.

El momento de inercia para una de las partículas constituyentes puede expresarse como:

$$I = r^2 m \quad [1]$$

Siendo *m* la masa de la partícula y *r* la distancia de la partícula al eje de rotación. Se refiere al momento de inercia como el momento de masa de segundo orden, en comparación con el producto m*r que se denomina momento de masa de primer orden que se usa para determinar el centro de masas de un sólido rígido. Si expandimos la expresión anterior para un sistema de partículas obtenemos la expresión:

$$I = \sum_i r_i^2 m \quad [2]$$

donde r_i es la distancia de la partícula i-ésima respecto al eje de giro y m_i su masa. El significado de las fórmulas [1] y [2] queda claro al profundizar en el concepto de momento angular para una partícula y para un sistema de partículas en movimiento plano respectivamente. Si el sistema de partículas constituye una distribución de masa continua, desde el punto de vista macroscópico, obtenemos:

$$I = \int_M r^2 dm \quad [3]$$

El cálculo de dicha integral se extiende a la masa completa, M (volumen) del cuerpo y admite un desarrollo sencillo si dicho cuerpo presenta una geometría regular fácilmente parametrizable. Ejemplos de ello los encontramos en cualquier libro de texto de Física General, donde se resuelve el momento de inercia de una varilla, cilindro, esfera, paralelepípedo, cono, o cuerpos compuestos a partir de los mencionados. Además disponemos de propiedades del momento de inercia (teorema de los ejes paralelos o de Steiner y teorema de los ejes perpendiculares) que permiten extender de forma natural el método basado en el cálculo integral a problemas más complejos.

Se define además el radio de giro (K) con respecto a un eje, como aquella distancia en la que podría estar concentrada toda la masa, en forma de punto material, de modo que su momento de inercia respecto al mencionado eje coincidiera con el del cuerpo extenso, es decir:

$$I = \int_M r^2 dm = M \times K^2 \quad [4]$$

Si el cuerpo tiene forma irregular, caso del cuerpo humano, esta aproximación no resulta útil y debemos disponer de otras técnicas; entre ellas, algunas puramente experimentales, basadas en principios físicos elementales, que suelen ser propuestas como ejercicios en los textos

introductorios a la Física; entre estas técnicas destacamos las basadas en el péndulo físico, péndulo de torsión, péndulo bifilar y péndulo trifilar. Un ejemplo de la aplicación de estas técnicas está recogida en el manual publicado por Espinosa (1995).

El sistema experimental basado en el péndulo de torsión que se emplea en muchos laboratorios de Física General para la determinación experimental del momento de inercia de cuerpos regulares, nos ha servido como punto de partida para su adaptación a un montaje que permite la determinación de los momentos principales de inercia del cuerpo humano. El desarrollo de esta práctica de laboratorio permite al alumno participar activamente e integrarse en el propio experimento ya que es su propio cuerpo el objeto de estudio.

La aplicación de este método ha sido llevada a cabo en el primer curso de la asignatura Biomecánica de la Licenciatura de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte impartida en la Universidad de Vigo.

2. MÉTODOS DE CÁLCULO DEL MOMENTO DE INERCIA

Hoy en día disponemos de varios métodos para la determinación experimental del momento de inercia de un cuerpo. Algunos de ellos tienen difícil adaptación a la determinación experimental de momentos de inercia del cuerpo humano, al no presentar éste la rigidez suficiente durante el experimento; éste es el caso del péndulo compuesto, péndulo bifilar y péndulo trifilar, si bien se podría disponer de una plataforma rígida ligera que permitiría mantener el cuerpo rígido durante el experimento. Quizá la adaptación más sencilla y menos costosa es la que hemos propuesto con el montaje de una plataforma de torsión, que ya Hochmuth (1973) bosquejaba en sus “principios biomecánicos”.

Existen otros métodos semiempíricos que no precisan de un sistema experimental específico en el laboratorio. Dentro de esta categoría podemos distinguir básicamente tres grupos de métodos: el basado en estudios antropométricos sobre cadáveres que debemos a Chandler et al. (1975) el basado en el barrido de masas propuesto por Zatsiorsky y Seluyanov (1983) y el basado en modelos geométricos simples asimilables a los segmentos corporales que se fundamenta en los trabajos de Hanavan (1964) y Yeadon (1990). Estos métodos permiten determinar el radio de giro de cada segmento corporal con respecto a su centro de gravedad y con respecto a los puntos extremos (proximal y distal) del segmento, además de la masa de cada segmento corporal y la posición correspondiente del centro de gravedad. Dichos métodos constituyen una aproximación semiempírica a la determinación del radio de giro; puesto que para la caracterización inercial del sujeto, éste debe estar parametrizado por ciertas variables antropométricas, masa y talla, y

disponer de otros parámetros recopilados a partir de amplios estudios antropométricos que hemos referenciado que han sido completados en las últimas décadas. El empleo de alguno de estos métodos, puesto que no requieren un equipamiento específico, puede servir como complemento para corroborar los resultados experimentales obtenidos mediante el montaje experimental propuesto en este trabajo.

3. MÉTODO EXPERIMENTAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS MOMENTOS PRINCIPALES DE INERCIA

El método que describimos tiene carácter puramente empírico. Utiliza un montaje experimental muy sencillo basado en un péndulo de torsión. El origen de nuestra propuesta la debemos a una de las prácticas más extendidas en cursos universitarios de Física General, y que podemos encontrarnos en un catálogo de material didáctico como el de Phywe (2008). Estos precedentes nos han movido a construir una plataforma oscilatoria para la determinación de los momentos principales de inercia del cuerpo humano.

3. 1 DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

En la figura 1 se aprecia la plataforma oscilatoria construida para tal fin.

FOTOS ELIMINADAS PARA HACER MÁS MANEJABLE EL ARCHIVO

b)

a)

Figura 1. a) Plataforma oscilatoria compuesta por una superficie plana rígida cuyo centro de simetría debe estar contenido en el eje respecto del cual se determina el momento de inercia del cuerpo. Además, el eje seleccionado ha de ser perpendicular a dicha superficie. Dicha superficie se acopla a un disco, cuyo eje descansa sobre un cojinete con bajo rozamiento, mediante un muelle helicoidal b) Detalle del acoplamiento del muelle. Un extremo se fija a los soportes del disco que permanecen fijos sobre el suelo y el otro extremo se fija al conjunto disco-superficie plana.

En la figura 2 se muestra la disposición de un alumno sobre la plataforma para la determinación de su momento de inercia respecto al eje antero-posterior (a) y con respecto a su eje longitudinal (b). Es conveniente disponer de una superficie rígida lo más ligera posible o bien “telescópica”, para poder reducir su contribución al momento de inercia total para el caso (b). Este criterio de diseño garantiza que la incertidumbre de la medida del momento de inercia no sea comparable al propio valor del mismo. Además de la correcta situación del individuo sobre la plataforma, es preciso que el individuo permanezca inmóvil respecto de la plataforma durante el experimento. Para ello conviene seleccionar adecuadamente la rigidez del muelle helicoidal dispuesto en el sistema experimental.

FOTOS ELIMINADAS PARA HACER MÁS MANEJABLE EL ARCHIVO

b)

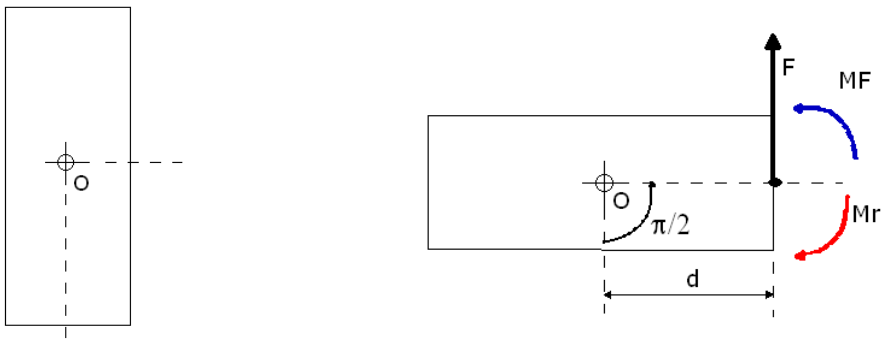
a)

Figura 2. a) Configuración de la plataforma oscilatoria-individuo para la determinación de su momento de inercia respecto al eje antero-posterior. B) Configuración de la plataforma oscilatoria-individuo para la determinación de su momento de inercia respecto al eje longitudinal.

3. 2 MARCO TEÓRICO DEL EXPERIMENTO

En primer lugar, el alumno debe conocer la rigidez del muelle, cuyo comportamiento para ángulos de deformación moderados es lineal, esto es, se cumple la ley de Hooke que relaciona el par (momento) recuperador (Mr) del muelle con el ángulo de deformación (θ) mediante la expresión lineal: $Mr=-k.\theta$, siendo k la rigidez del muelle. Para la determinación de k, se plantea al alumno un problema de equilibrio estático. En la figura 3 a) se muestra la planta de la plataforma oscilatoria en posición de equilibrio. Si separamos la plataforma de dicha posición, el alumno percibe que necesita realizar una fuerza, tanto mayor cuanto mayor sea el ángulo de desplazamiento. Si mantiene una nueva posición de equilibrio (figura 3 b), en la que el ángulo de deformación es $\pi/2$, necesita realizar una fuerza F, medible con un dinamómetro, que contrarresta el par recuperador del muelle que trata de devolver la plataforma a la posición de equilibrio original. El planteamiento de la ecuación de estática $\sum M=0$, permite al alumno determinar la rigidez:

$$k = \frac{F \times d}{\pi/2} \text{ (N.m) [4]}$$



a) b)

Figura 3. a) posición de equilibrio de la plataforma b) Nueva posición de equilibrio, únicamente alcanzable si el alumno realiza un momento MF que contrarresta el momento recuperador del muelle Mr

Caracterizado el muelle, el alumno puede comprobar que al cesar el momento MF, la plataforma sufre únicamente el par recuperador Mr, que genera una oscilación con respecto a la posición de equilibrio con un tiempo característico que se incrementa cuando el individuo yace sobre la plataforma.

Si planteamos para esta situación dinámica, la ecuación de la dinámica de rotación para el movimiento del sólido rígido (plataforma) en rotación con un punto fijo: O, obtenemos:

$$-k \times \theta = Ip \times \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad [5]$$

siendo Ip el momento de inercia de la plataforma con respecto al eje perpendicular a la misma que pasa por O.

La solución de esta ecuación diferencial se corresponde con un movimiento armónico simple cuyo período de oscilación es:

$$T_p = 2\pi\sqrt{I_p / K} \quad [6]$$

Medido el período de una oscilación (Tp), podemos determinar el momento de inercia de la plataforma Ip.

En realidad, el alumno observa que la oscilación cesa después de varios ciclos; esto es, la ecuación que describe la dinámica de rotación no es la indicada, sino que tendríamos que incluir el par de rozamiento (M_f) en el eje de la plataforma:

$$-M_f - k \times \theta = Ip \times \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad [7]$$

La solución de esta ecuación diferencial difiere de la anterior en la amplitud del movimiento, que se atenúa linealmente con el tiempo hasta alcanzar un ángulo de equilibrio no nulo. No obstante, el período de oscilación del movimiento no depende del par de rozamiento M_f como demuestra Seidel (1979), es decir, es igual al calculado mediante la ecuación [6].

¿Qué sucede cuando el alumno yace sobre la plataforma, haciendo coincidir su centro de gravedad con el centro geométrico de la misma y siguiendo el procedimiento anteriormente explicado?

El alumno inmediatamente comprueba que la oscilación se ralentiza debido al incremento del momento de inercia del cuerpo que oscila. En este caso, el período de una oscilación será:

$$T_{p+i} = 2\pi\sqrt{(I_p + I_i)/K} \quad [8]$$

Donde T_{p+i} representa el período de oscilación del conjunto plataforma+individuo, Ip el momento de inercia de la plataforma e Ii el momento de inercia del individuo respecto al eje de rotación.

Teniendo en cuenta [6] y [8], obtenemos el momento de inercia del individuo respecto al eje de rotación en función de los períodos de oscilación de la plataforma y de la plataforma+individuo:

$$I_i = \frac{k}{4\pi^2}(T_{p+i}^2 - T_p^2) \quad [9]$$

Con esta práctica permite podemos comprobar que el momento de inercia del cuerpo con respecto al eje antero-posterior (figura 2a) es similar al momento de inercia con respecto al eje lateral (eje que atraviesa el individuo de derecha a izquierda por su centro de gravedad), siendo un orden de magnitud inferior el correspondiente al eje longitudinal (figura 2b). Este resultado es lógico si analizamos la distribución de la masa corporal con respecto a los tres ejes.

El orden de magnitud obtenido puede confirmarse además si aproximamos la geometría del individuo por un cilindro de altura igual a la talla del individuo y radio igual a un valor medio del radio circunferencial del cuerpo y aplicamos las tablas de momento de inercia de un cilindro con respecto a su eje longitudinal y transversal.

Además podemos comprobar experimentalmente cómo la extensión de las extremidades superiores, que representa un 10% de la masa corporal, modifican el momento de inercia del cuerpo con respecto al eje longitudinal en una cantidad aproximada del 40%. Este hecho está íntimamente ligado a la propia definición de momento de inercia cuya dependencia de la distancia de la masa al eje de giro es cuadrática frente a su dependencia lineal con respecto a la masa.

Los valores obtenidos pueden compararse con los tabulados por los estudios antropométricos reseñados.

4. Conclusiones

La actividad experimental que proponemos permite afianzar el concepto de momento de inercia para alumnos de cursos básicos de física o biomecánica de titulaciones relacionadas con la educación física, medicina o fisioterapia.

Nuestra experiencia con la actividad experimental propuesta se remonta al año 2000 y hemos constatado una respuesta favorable de los alumnos en la medida en que esta experiencia fomenta la participación activa de los mismos y permite que experimenten mediante sus propios sentidos el concepto físico abordado. Este hecho diferencial frente a otro tipo de prácticas de laboratorio permite a nuestro juicio su exportación a laboratorios de carreras de carácter técnico.

5. Bibliografía

CHANDLER, R.F., CLAUSER, C.E., MCCONVILLE, J.T. REYNOLDS, H.M. y YOUNG, J.W. (1975). *Investigation of inertial properties of the human body*, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratories.

ESPINOSA,M. (1995). Manual de prácticas de laboratorio de Física General (ETU. Ingeniería Técnica Industrial, Universidad de Vigo)

HANAVAN, E.P. (1964). *A mathematical model of the human body*, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio: Aerospace Medical Research Laboratories.

HOCHMUTH, G. (1973). Biomecánica de los movimientos deportivos. Madrid: Doncel (Ciencia y deporte).

Moments of inertia of different bodies (referencia: 1.3.28-01)/ Steiner's theorem with Cobra3. Consultado en la página web del distribuidor de material de de laboratorio PHYWE "Sidilab": www.sidilab.com

STEIDEL, R.F. (1979). Introducción al estudio de las vibraciones mecánicas. México: John Willey and Sons.

YEADON, M.R. (1990). *The simulation of aerial movement-II. A mathematical inertia model of the human body. Journal of Biomechanics*, 23, pp. 67-74.

ZATSIORSKY, V.M. y SELUYANOV, V.N. (1983). *The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. Biomechanics VIII-B* (Ed. por Matsui, H. y Kobayashi, K.), pp. 1152-1159. Champaign, IL: Human Kinetics.

ESTUDIO COMPARATIVO ACERCA DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS DE LA DIPLOMATURA EN MAESTRO EN FUNCIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE UTILIZADA (MÉTODO TRADICIONAL *VS* ECTS)

Ocaña Moral, María Teresa (mocana@ujaen.es)

Quijano López, Rocío (rquijano@ujaen.es)

Quesada Armenteros, Antonio (antquesa@ujaen.es)

Romero Ariza, Marta (mromero@ujaen.es)

Universidad de Jaén. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias

RESUMEN:

El análisis del rendimiento escolar constituye un elemento clave en el diagnóstico de cualquier sistema y nivel educativo, poseyendo en sí mismo, un doble interés, ya que, por un lado, nos indica hasta qué punto consiguen los alumnos los aprendizajes pretendidos y, por otro, proporciona al investigador datos acerca de la eficacia de la escolarización.

Numerosas investigaciones demuestran que, además de las aptitudes intelectuales intrínsecas a cada alumno, existen un gran número de factores, tanto psicológicos, como sociológicos y/o pedagógicos que influyen en el rendimiento escolar. De entre todos ellos, el presente trabajo trata de establecer la relación existente entre el rendimiento escolar y la metodología docente empleada, para lo cual se ha realizado un estudio comparativo del rendimiento de los alumnos de la asignatura "El medio natural y su didáctica" impartida en 2º curso de la Diplomatura de Maestro en la Universidad de Jaén, para dos especialidades distintas: Lengua Extranjera, que sigue un método tradicional de enseñanza en la universidad, basado en clases magistrales y prácticas; y Educación Musical, que se halla inmerso en un Plan Piloto, que desarrolla una metodología ECTS basada en el trabajo dirigido del alumno, la evaluación continua y una relación profesor-alumno más cercana.

PALABRAS CLAVE: Rendimiento escolar, metodología tradicional, metodología ECTS

SUMMARY:

The analysis of the school performance constitutes a key element in the diagnosis of any system and educational level, possessing in itself, a double interest, since, on the one hand, it indicates us up to what point the pupils obtain the claimed learnings and, on other one, provides information to the researcher brings over of the efficiency of the education.

Numerous researches demonstrate that, besides the intellectual intrinsic aptitudes to every pupil, a great number of factors exist, so much psychological, since sociological and/or pedagogic that influence in school performance. Among all of them, the present work tries to establish the relation that exist between the school performance and the educational methodology used, for which has realized a comparative study of the performance of the pupils of the subject "The natural Way and its Didactics" given in the second course of the Teacher's Studies in the University of Jaen, for two different specialities: "Foreign Language", which follows a traditional method of education in the university, based on magisterial and practical classes; and, "Musical Education", which is immersed in a Pilot Plan, which develops a methodology ECTS based on the work directed of the pupil, continuous evaluation and a relation teacher-pupil more nearby.

KEY WORDS: School performance, traditional methodology, ECTS methodology.

MARCO TEÓRICO

El proceso educativo es el resultado de la interacción de multitud de factores tales como las habilidades innatas de los alumnos, las características del propio alumno, de la familia, de los profesores, de la comunidad, etc, los recursos, la metodología, …, lo que plantea un problema a la hora de definir qué es y cómo se mide la calidad del producto resultante de dicho proceso. La práctica más común consiste en medir la calidad de la educación en función de indicadores de actitud, de abandono o permanencia y/o en los resultados de pruebas de rendimiento escolar aplicadas a los alumnos.

Por lo tanto, el rendimiento escolar es uno de los elementos fundamentales a analizar cuando se pretende emitir un juicio acerca la eficacia de un sistema educativo, teniendo este estudio un doble interés: por un lado, indica hasta qué punto consiguen los alumnos aquellos aprendizajes a los que dirigen su principal esfuerzo; por otro, proporciona conocimientos sobre la eficacia de la escolarización.

Así, el rendimiento escolar se convierte en la variable fundamental de la actividad docente ya que, sus resultados van a ser, en última instancia, los responsables de la programación de los objetivos, los contenidos y las actividades a realizar durante cada período escolar.

Pero nuestro primer reto es delimitar el concepto de "rendimiento escolar" y los factores que influyen en él ya que, tal y como indica Rodríguez Espinar (1982), es difícil de delimitar, debido a que es el resultado de interacciones sociales y políticas, y se utiliza como sinónimo de la

"calidad" y la "eficacia" del Sistema Educativo considerándose habitualmente como un índice para valorar la calidad global del sistema.

Según el Diccionario de las Ciencias de la Educación el **rendimiento escolar** se define como *"el nivel de conocimiento de un alumno medido en una prueba de evaluación"*.

No obstante, el estudio y análisis del rendimiento escolar no puede realizarse de una forma simplista, asimilándolo al lado negativo del "fracaso escolar" basándose en una concepción tradicionalista que lo considera satisfactorio cuando va unido a "buenas calificaciones" y un alto nivel de conocimientos asimilados, e insatisfactorio cuando los alumnos tienen calificaciones negativas, cuando repiten curso o alcanzan unos bajos niveles de conocimientos (CEAPA, 1994).

Por lo tanto, no podemos olvidar que el rendimiento escolar es un concepto de carácter complejo y multidimensional en el que intervienen muchos factores, tanto intrínsecos, por ejemplo, el nivel intelectual del alumno, variables de personalidad (extroversión, introversión, ansiedad, etc.) y motivacionales; como extrínsecos, a saber, el entorno social, económico y familiar del alumno, las relaciones con el grupo de amigos, los profesores, …, cuya relación con el rendimiento académico, aunque clara, no siempre es medible de una manera objetiva.

Es decir, el rendimiento escolar es el resultado de la interacción de la gran cantidad de factores que definen la realidad económica, social y cultural del entorno cercano al alumno que envuelve al alumno que, unida a sus propias cualidades individuales (aptitudes, capacidades, personalidad, etc.), configuran una realidad muy compleja y difícil de analizar.

Estos factores pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Los factores psicológicos: se refieren, fundamentalmente, a los rasgos diferenciadores que distinguen a las personas. Son factores psicológicos la inteligencia, las aptitudes, la personalidad, el autoconcepto, la motivación, las ganas de aprender,…
- Los factores sociológicos: son aquellos referidos a las influencias ambientales, sociales, económicas y culturales que recibe el alumno.
- Los factores pedagógicos: se refieren a los aspectos relacionados con el funcionamiento escolar.

Las investigaciones realizadas, inciden en la gran importancia que factores como, los métodos de enseñanza, los medios y recursos utilizados, las condiciones materiales del centro, la ratio profesor/alumnos, las relaciones profesor/alumno y/o alumno/alumno, el clima institucional, etc. tienen en el rendimiento escolar de los alumnos.

Por otro lado, en el momento actual, en el que la docencia universitaria se ve envuelta en un proceso de cambio y renovación que pretende abarcar todo el ámbito europeo como se desprende de las distintas reuniones que para este fin han tenido las administraciones educativas de los países europeos, las universidades europeas, en general, y las españolas, en particular, han de enfrentarse al reto que supone adaptar un sistema de enseñanza arraigado en los comienzos de la institución universitaria a la definición del Espacio Europeo de Educación Superior realizada por los ministros europeos de educación en la denominada "Declaración de Bolonia" en 1999, en el que -a grandes rasgos- se pretende en primer lugar, establecer de un sistema de créditos europeo (ECTS) para promover la movilidad y, en segundo lugar, adoptar una estructura común de los títulos que sea comprensible y comparable.

Este nuevo sistema de crédito europeo pretende, de manera general, conseguir los siguientes objetivos:

- Reconocimiento del trabajo del alumno.
- Reconocimiento de las cualificaciones profesionales.
- Transparencia entre los distintos sistemas educativos.
- Colaboración entre Universidades y los sistemas de aprendizaje a lo largo de la vida (LLL).

Estos objetivos, suponen un importante cambio conceptual sobre los métodos docentes y de aprendizaje e implican una revisión de las actuales titulaciones desde la nueva perspectiva del trabajo/esfuerzo del estudiante, como se puede observar fácilmente desde la misma definición que de "crédito" se da en la legislación implicada:

- En el Real Decreto 779/1998, se definía el crédito académico como: "*Unidad de valoración de las enseñanzas. Corresponderá a diez horas de enseñanza teórica, práctica o de sus equivalencias, entre las que podrán incluirse actividades académicas dirigidas, que habrán de preverse en el correspondiente plan docente junto con los mecanismos y medios objetivos de comprobación de los resultados académicos de las mismas. En ningún caso el porcentaje del crédito correspondiente a las actividades académicas dirigidas será superior al 30%".*
- En cambio, en el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, la definición de crédito es la siguiente: "*La unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios Integra las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de*

estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios".

Por lo tanto, tal y como se observa en la tabla 1, existen grandes diferencias en la concepción de "crédito" que conllevan, irremediablemente, un cambio en la metodología de enseñanza-aprendizaje.

CRÉDITOS R. D. 779/1998,	CRÉDITOS R. D. 1125/2003
Sólo presenciales	No exclusivamente presenciales
Se definen en función del trabajo del profesor, es decir, la duración de las clases lectivas (teóricas y prácticas)	Se definen en función del volumen de trabajo total del estudiante para su formación
Se basan en la enseñanza del profesor.	Se basan en el aprendizaje del estudiante

Tabla 1

Créditos Real Decreto 779/1998 vs créditos Real Decreto 1125/2003

Esto implica un cambio de paradigma que influye de manera taxativa en:

1. Los objetivos y la metodología docente:
   - La enseñanza debe girar alrededor del trabajo del alumno.
   - La enseñanza debe potenciar el trabajo dirigido y autorizado.
   - Debe existir una mayor precisión en los contenidos de las asignaturas.
   - Se deben definir las habilidades que se esperan obtener.
   - Se debe fomentar la vertiente aplicada de las asignaturas.
2. Los sistemas de evaluación:
   - Deben tender a reducir la importancia del examen final como única fuente de evaluación.
   - Deben tender a la valoración del trabajo continuo del alumno.
3. Se pretende un mayor control de participación y asistencia del alumno en las actividades programadas.

La pregunta que surge frente a lo anteriormente expuesto es, si los objetivos pretendidos con este cambio metodológico y de manera de entender la enseñanza universitaria, influyen realmente en los resultados académicos de los alumnos, mejorando su proceso de aprendizaje.

Para intentar contestar de una forma tentativa a esta cuestión, es que se ha realizado esta investigación que compara los resultados académicos obtenidos para la misma asignatura "El Medio Natural y su Didáctica" en el 2º curso de la Diplomatura de Maestro, para dos especialidades distintas: una de ellas, Lengua Extranjera, con metodología tradicional y la otra, Musical, inmersa en un Plan Piloto.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo esta investigación se ha elaborado un cuestionario abierto relativo a cuestiones como la edad, sexo y horas de estudio, que se ha pasado a los alumnos de las dos especialidades de la Diplomatura de Maestro antes citadas, constituyéndose una muestra final, cuyas características se reflejan en la tabla 2. Estos datos se han cotejado con la nota final del examen de los contenidos teórico-prácticos que han realizado los alumnos.

		LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
Nº DE ALUMNOS		50	27
SEXO	HOMBRE	16	14
	MUJER	34	13

Tabla 2

Características de la muestra

Los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos respecto a la edad de los alumnos, se halla reflejado en la tabla 3, en donde se puede observar que los alumnos de ambas especialidades tiene aproximadamente la misma edad, teniendo ambos un valor de la moda=20; si bien en Lengua Extranjera la desviación típica de esta variable es mucho mayor (6,318) que para Musical (2,470), lo que es debido al hecho de que, aunque en ambas la edad mínima es de 19 años, para Lengua Extranjera el valor máximo de edad es de 55, mientras que para Musical es de 31 años.

EDAD	LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
Media	23,62	21,22
Mediana	22,00	21,00
Moda	20	20
Desv. típica	6,318	2,470
Varianza	39,914	6,103
Mínimo	19	19
Máximo	55	31

Tabla 3

Estadísticos para la edad: Lengua Extranjera vs Musical

El análisis de los datos de la tabla 4, nos permite comprobar cómo en Lengua Extranjera hay matriculadas más mujeres (el 68%) que hombres (el 32%), mientras que en Musical los porcentajes de hombres (51,85%) y mujeres (48,15%) son prácticamente iguales.

SEXO	LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
Media	1,68	1,48
Mediana	2,00	1,00
Moda	2	1
Porcentaje 1 (hombre)	32	51,85
Porcentaje 2 (mujer)	68	48,15
Frecuencia 1 (hombre)	16	14
Frecuencia 2 (mujer)	34	13

Tabla 4

Estadísticos para el sexo: Lengua Extranjera vs Musical

Del estudio de los datos reflejados en la tabla 5, obtenemos que existen diferencias significativas en los hábitos de estudio de los estudiantes de la especialidad de Lengua Extranjera frente a los de Musical como se observa, por ejemplo, del valor de la moda, que nos dice que el valor con mayor frecuencia es 40 horas para Lengua Extranjera y 20 horas para Musical; datos corroborados por los valores de la media, la mediana, mínimos y máximos de esta variable en ambas especialidades, que nos permiten extraer la conclusión de que los estudiantes de la especialidad

de Musical han dedicado menos horas a preparar el examen final de la asignatura que los de Lengua Extranjera, en casi la mitad de la dedicación.

HORAS DE ESTUDIO	LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
Media	41,84	23,93
Mediana	40,00	20,00
Moda	40	20
Desv. típica	28,564	13,556
Varianza	815,892	183,764
Mínimo	7	5
Máximo	160	65

Tabla 5

Estadísticos para las horas de estudio: Lengua Extranjera vs Musical

Por otro lado, los estadísticos reflejados en la tabla 6, nos indican que el rendimiento académico en ambas especialidades es muy similar, tal y como se desprende del valor de la media: 5,1750 para Lengua Extranjera y 5,4074 para Musical, con valores muy próximos (aunque elevados) en ambos casos de la desviación típica. Cabe destacar el hecho de que en ambos casos la nota máxima es casi la misma (8,5 en Musical y 8,6 en Lengua Extranjera), aunque el valor mínimo si que es sustancialmente menor en Lengua Extranjera (0,9) frente a Musical (2,1).

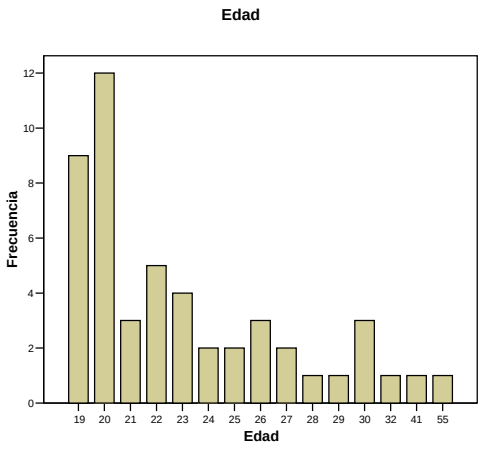
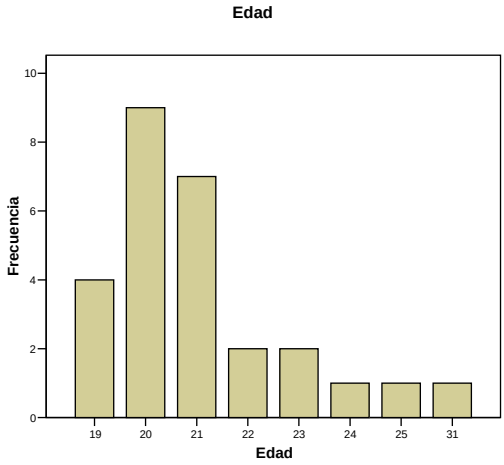
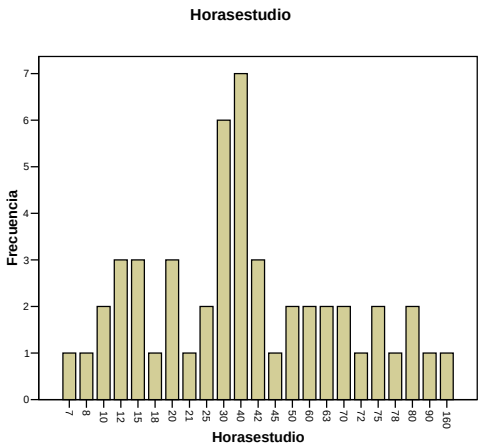
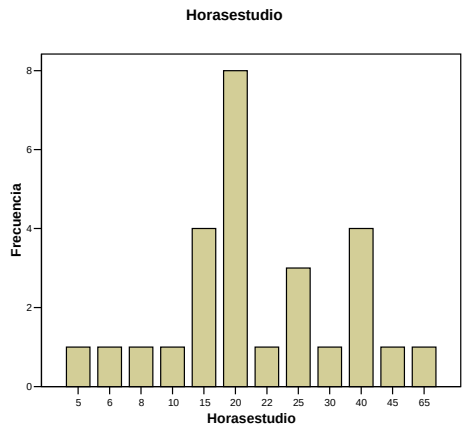
CALIFICACIÓN	LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
Media	5,1750	5,4074
Mediana	5,0500	5,5000
Moda	5,00	2,10
Desv. típica	1,71459	1,89309
Varianza	2,940	3,584
Mínimo	0,90	2,10
Máximo	8,60	8,5

Tabla 6

Estadísticos para la calificación: Lengua Extranjera vs Musical

Por último, en la figura 1, se recogen los gráficos de frecuencias de edad, sexo, horas de estudio y calificaciones para ambas especialidades y de manera comparativa, observándose las tendencias indicadas en el análisis anterior:

- Edad: En ambas especialidades prevalecen edades entre los 19 y los 21 años; observándose un mayor número de alumnos de mayor edad en Lengua Extranjera.
- Sexo: Existe una diferencia significativa en esta variable para ambas especialidades, de manera que en Lengua Extranjera existe un claro predominio de mujeres frente a hombres, mientras que en Musical están prácticamente igualados; Siendo en Lengua Extranjera el porcentaje de aprobados mayor para las mujeres (64,7% ≥ 5,0), que para los hombres (43,75% ≥ 5,0), y al contrario en Musical: el porcentaje de aprobados es mayor para los hombres (76,9% ≥ 5,0), que para las mujeres (50% ≥ 5,0).
- Horas de estudio: En ambos casos el gráfico nos muestra una tendencia tipo Campana de Gauss mucho más marcada en el caso de Lengua Extranjera que en Musical; pero mientras que en la primera los valores más elegidos son 30-40 horas dedicadas al estudio del examen de la materia, en la segunda, los alumnos dicen dedicar mayoritariamente una media de 20 horas al mismo. Cabe destacar el pico de 40 horas que aparece también en el caso de Musical.
- Calificaciones: Se observa en el gráfico como la frecuencia de calificaciones en Lengua Extranjera está mucho más dispersa que en Musical, aunque en ambos casos existe una gran variabilidad en los resultados como también se desprende de los valores de la desviación típica estudiados en la tabla 6, y el rango de calificaciones es prácticamente el mismo: de 0 a 8,5 (sobre 10). Destacar el hecho de que en Lengua Extranjera los valores más frecuentes sean 5,0 y 5,7, mientras que en Musical son 6,7 y 6,9; lo que nos indica un mayor rendimiento académico de los alumnos de Musical.

LENGUA EXTRANJERA	MUSICAL
	
	

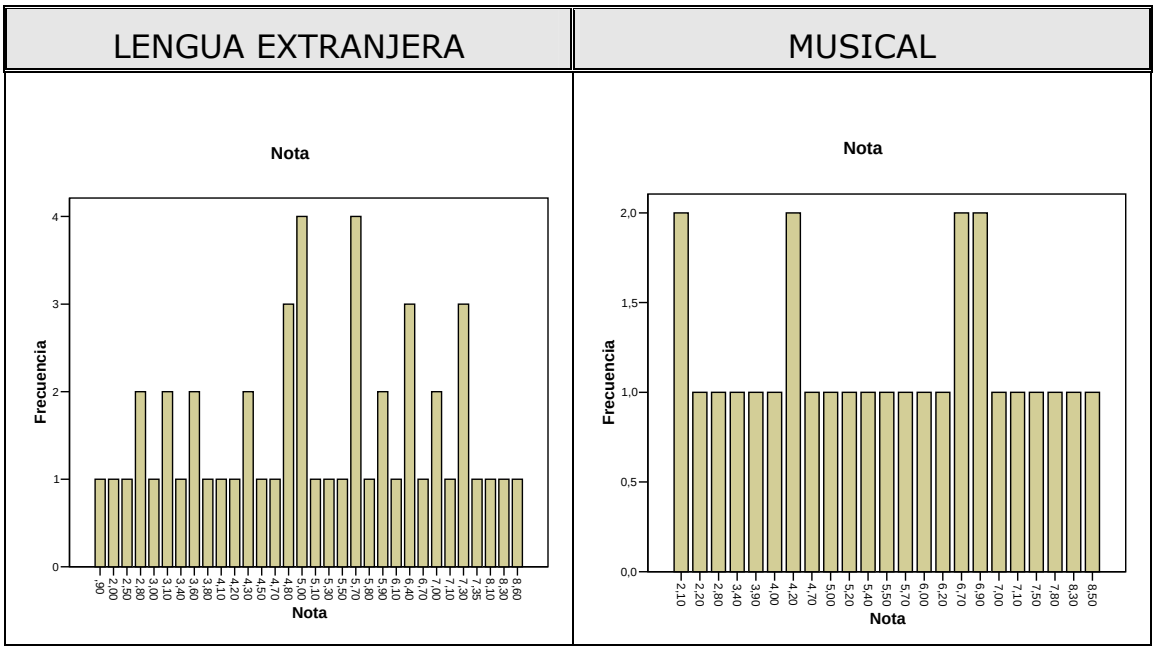


Figura 1

Gráficos de frecuencia de resultados Lengua Extranjera vs Musical

CONCLUSIONES

El trabajo realizado, nos permite afirmar que existe un rendimiento académico diferenciado en los alumnos de la signatura de "El Medio Natural y su Didáctica" de la Diplomatura de Maestro de la Universidad de Jaén, entre las especialidades de Lengua extranjera y Educación Musical, observándose un puntaje mayor en las calificaciones obtenidas por los alumnos que cursan las segunda de ellas que es, precisamente, en la que se está desarrollando la experiencia Piloto de adaptación de la titulación al crédito europeo.

Si a esta mayor puntuación numérica en el examen de los alumnos de la especialidad de Educación Musical, unimos los datos que, acerca de las horas que dicen haber dedicado los alumnos a la preparación del examen, y que son casi la mitad en la asignatura del Plan Piloto respecto a la impartida con metodología tradicional, podemos concluir que la metodología ECTS contribuye a un mayor rendimiento académico de los alumnos universitarios en las asignaturas estudiadas ya que, con menos horas de dedicación a la preparación del examen escrito de la materia, obtienen una mayor puntuación en el mismo (más de un punto sobre diez) respecto a los alumnos que cursan la misma materia impartida con metodología tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

BISQUERRA, R. (1989). *Métodos de investigación educativa. Guía práctica*. Barcelona: CEAC

COLAS, M.P. y BUENDÍA, L. (1993). *Investigación Educativa*. Sevilla: Alfar

CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA. (1978)

DECLARACIÓN DE BOLONIA. (1999)

FOX, D. (1987). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona: EUNSA.

LEY ORGÁNICA DE UNIVERSIDADES, Título XIII: Espacio Europeo de la Educación Superior

PÉREZ SERRANO, 0. (1989). *La investigación sobre el rendimiento académico y la calidad de la educación. Bordon*, nº 138, pp. 97-104

REAL DECRETO 1044/2003, de 1 de agosto (BOE de 11 de septiembre): Suplemento Europeo al Título

REAL DECRETO 1125/2003, de 5 de septiembre (BOE de 18 de septiembre): Sistema europeo de créditos y nuevo sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional

REAL DECRETO 55/2005, de 21 de enero (BOE de 25 de enero), por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios de grado

REAL DECRETO 56/2005, de 21 de enero (BOE de 25 de enero) por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de posgrado.

RODRÍGUEZ ESPINAR, S. (1982). *Factores de Rendimiento Escolar*. Barcelona: Oikos - Tau

VALLE, A., y otros (1997). *Atribuciones causales y enfoque de aprendizaje en estudiantes universitarios. Revista de Orientación y Psicopedagogía*, 8, (14), 287-298.

ALGUNAS PREGUNTAS BÁSICAS SOBRE LOS MODOS DE 'HACER CIENCIA' EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y UN EJEMPLO DE ANÁLISIS CRÍTICO EN UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE METODOLOGÍA CUANTITATIVA

Vicente Sanjosé. Didáctica de las Ciencias. ERI-Polibienestar. Universitat de València.

Seminario II: Metodologías de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ANTES DE EMPEZAR[1]:

Los comentarios críticos que se pueden encontrar en este documento no nacen de una sabiduría especial, sino de la reflexión sobre cómo superar las limitaciones que encuentro en mi trabajo y en el de otras personas. Muchos de los problemas que se tratan a continuación no tienen una solución única y por tanto, no pretendo 'tener razón' siempre. Se trata más bien, de compartir reflexiones sobre algunas posibles vías de mejora de la investigación en didáctica de las ciencias.

Desde luego, las metodologías cualitativas parecen necesarias para investigar ciertos fenómenos en ciertas situaciones. La atención se debería centrar en el modo en que los investigadores empleamos tanto la metodología cualitativa como la cuantitativa.

ALGUNAS PREGUNTAS

(I). Se ha criticado que, a pesar del enorme volumen de trabajo en Educación, no existe una auténtica ciencia de la educación2,3,4. ¿Hay un acuerdo razonable sobre qué es "hacer ciencia"? Jorge Wagensberg5 diferencia el 'conocimiento científico' del que llama 'conocimiento artístico'. El conocimiento científico se basa en estos principios: 1.-Inteligibilidad del Mundo; 2.-Objetivación del Mundo; 3.-Dialéctica entre el

[1] Estas reflexiones son parte de un trabajo en colaboración con José Otero, de la Universidad de Alcalá.

[2] Elkind, D. (1999). Educational Research and the Science of Education. Educational Psychology Review, 11, 271-280. En la página 271 afirma que "*Es extraordinario que tengamos una vigorosa disciplina de investigación educativa y sin embargo falte algo que pueda ser llamado ciencia de la educación*".

[3] Levin, J., O'Donnell, A. (1999). What to do about educational research credibility gaps?. Issues in Education, 5, 177-229. En la página 183 se puede leer: "*La investigación educativa tiene un déficit de credibilidad en parte por desacuerdos en el campo sobre lo que constituye "investigación", y por el rechazo a la investigación educativa que parece crecer...*"

[4] Richard P. Feynman, (2000). Entrevista radiofónica sin fechar auspiciada por la *American Association for the Advance of Science* (AAAS). Publicado en *El placer de descubrir*. Barcelona: Crítica, pp. 191-193. Afirma: (…) *Pero la ciencia de la educación, por ejemplo, no es ciencia en absoluto. Es un montón de trabajo.*

[5] Wagensberg, J.(1999). *Ideas para la imaginación impura. 53 reflexiones en su propia sustancia.* Barcelona: Tusquets eds., colección Metatemas, nº 54, pp. 83-95.

Mundo y la Mente. El primero asume que nuestra mente puede comprender cómo es el Universo (a pesar de ser sólo una parte de él); el segundo dice que el Mundo existe con independencia de la mente (al fin y al cabo aceptamos que la mente surge por evolución y adaptación al Mundo preexistente); el tercero afirma que, pese a que la mente funciona con representaciones de la realidad, y no con la realidad misma, ambas pueden interaccionar en la experimentación. Son principios discutibles, pero su negación conduce a la exaltación de la ignorancia y sumisión a 'Quien Sabe' (o a quien transmite ese saber), a la elevación de la subjetividad de unos pocos por encima del resto y a la negación de la evidencia de los hechos.

Según Wagensberg, el conocimiento artístico está basado en un solo principio: la Comunicabilidad de las mentes mediante complejidades ininteligibles. Es decir, una obra de arte (o, digamos, una emoción) es un ente complejo y no tiene como finalidad ser 'comprendida', ni su esencia consiste en la suma de algunas partes simples (análisis-síntesis); tampoco se pretende que el mensaje que se produce en el receptor sea unívoco: exactamente el mismo que motivó al artista en todos los receptores.

A partir de esto, se pueden plantear las siguientes preguntas:

1.-Dado que la filosofía contemporánea de la ciencia muestra las limitaciones en la objetividad científica, ¿se debe negar el principio de objetivación y glorificar la subjetividad? ¿Ya no debe haber preocupación por que la subjetividad de los investigadores distorsione los fenómenos que presentan? Si se exige un esfuerzo por minimizar la subjetividad y controlar los sesgos, ¿se está practicando un "monismo metodológico" pernicioso?

2.-Puesto que el comportamiento humano es sumamente complejo, ¿se debe renunciar a la posibilidad de hacerlo comprensible? ¿Se quiere resolver los problemas de la didáctica de las ciencias abordando situaciones complejas e inmanejables, en donde cualquier observación es fruto de causas incontroladas? ¿Acaso enseña la Historia que la ciencia se construyó abordando la complejidad desde el principio, o enseña, por el contrario, que ha habido siempre simplificaciones, aproximaciones e idealizaciones fructíferas? El uso de conceptos teóricos complejos, de definición ambigua, ¿no nos acerca a un tipo de conocimiento "artístico" en el que tratamos de comunicarnos a través de "complejidades ininteligibles"? Ejemplos de conceptos cuya esencia parece demasiado compleja como para conocer exactamente su referente y que necesitan muchas elaboración para ser usados con provecho son: "motivación", "actitudes hacia-", "grado de 'apertura' de un problema", "'significación' de un aprendizaje (significativo)", "concepción epistemológica", "grado en el cambio conceptual", "representación mental", etc.

3.- Ya que se ha abandonado a Popper y se piensa que los experimentos cruciales ya no prueban nada, ¿se renuncia también a la posibilidad de falsar cualquier idea, por muy "plausible" que resulte, por medio de

experimentos controlados? La Historia recoge maravillosas ideas 'científicas' que resultaron falsas (por ejemplo, las de Lamarck). Algunos experimentos 'cruciales' han servido para hacer avanzar el conocimiento científico de una forma impresionante: el experimento de Millikan, el de Marconi, los de Madame Curie, el de Michelson y Morley, Curvatura del espacio por gravedad, la Fuga de las galaxias (Hubble), el descubrimiento de la radiación de fondo del Big-Bang, etc. ¿Vale la pena continuar con el esfuerzo de proponer en el área de DCCEE teorías y modelos 'falsables' a través de contrastes bien ejecutados con la realidad?

4.-Cualquier científico sabe que el comportamiento humano no puede ser reducido a un conjunto de números. Pero esas limitaciones, ¿deben hacer que renunciemos a la posibilidad de cuantificar? ¿Han perdido los números su utilidad en la vida de las personas para precisar afirmaciones vagas y evitar verdades a medias? Como razona Sagan6 , una predicción numérica aumenta mucho la posibilidad de que la comunidad pueda detectar "camelos". Salvando las distancias, los sacerdotes, los pintores, los astrólogos y los adivinos no necesitan predicciones numéricas porque sus contribuciones no están destinadas a pasar por el filtro de la razón. (Por ejemplo, un astrólogo puede 'acertar' si no se le exige precisión cuantitativa; tarde o temprano le pasan muchas cosas a casi todo el mundo).

(II). El proceso sociológico por el que una idea nueva, desarrollada por un equipo, es aceptada por la Comunidad Científica ha sido descrito por Latour7 como una lucha contra esa comunidad por ganar crédito (confianza). La mayor parte de los miembros de la comunidad no van a reproducir fielmente esos experimentos para "comprobar" y, por tanto, debe haber mecanismos sustitutivos para poder conceder crédito a esa propuesta (o no hacerlo). Muchas veces el crédito se concede por mecanismos no racionales (por ejemplo, a través del culto a la personalidad ó prestigio de algún investigador), pero en la mayoría de las ocasiones, esos mecanismos están basados en algo que antes se llamaba 'el método científico'. Feyerabend propuso que no existe UN método científico bien definido, pero no dijo que cualquier método de trabajo es válido. Por eso existen los conceptos de validez (interna y externa) y fiabilidad de una investigación, sea de naturaleza cuantitativa o cualitativa. No hay revista importante ni asociación profesional de prestigio que no tenga unas normas para juzgar los métodos de trabajo y aceptar/ rechazar una contribución. Pueden consultarse, por ejemplo, los Standards de AERA8 que contemplan tanto los trabajos cuantitativos como los cualitativos. Entonces, ¿se aceptan las normas que otras

[6] Sagan, C. (1997). *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Madrid: Planeta, pp 229-242.
[7] Latour, B. (1991). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza editorial.
[8] American Educational Research Association. *Standards for Reporting on Empirical Social Science Research* , in AERA Publications. Educational Researcher, 35 (6), pp. 33–40.

comunidades científicas educativas ya utilizan para trabajar con rigor, se re-definen con ideas propias ó se renuncia al rigor permitiendo que todos los modos de trabajar sean válidos con tal de ser laboriosos?

(III). La DCCEE debe dedicarse al desarrollo de la educación científica para llegar a producir su parte de conocimiento profesional eficaz ¿Es absolutamente necesario que ese desarrollo se haga dentro de las aulas (antes de producir ese conocimiento profesional)? ¿Debe el profesor enrolarse necesariamente en la actividad científica para ser un buen profesional? Pensemos en otros campos de saber, por ejemplo, ¿cómo se produce el saber profesional de los médicos clínicos? ¿Necesitan los médicos clínicos ser ellos mismos "médicos-investigadores" para ser excelentes profesionales? ¿No se cuestionaría su ética si investigaran directamente con sus propios pacientes cuando acuden a ser curados? ¿No se deberían establecer procedimientos y protocolos más cuidadosos antes de trasladar los resultados de la investigación a las aulas (como se hace en Medicina por ejemplo)? La DCCEE, ¿ha alcanzado ya suficiente precisión en las predicciones como para mejorar sustancialmente el conocimiento profesional?

Sería deseable que las respuestas a estas preguntas concretaran maneras de trabajar cada vez más eficientes. A fin de concretar esas dudas, se expone a continuación un (pseudo-)trabajo de investigación desarrollado según una metodología cuantitativa al que se han añadido comentarios (a la derecha) para señalar aspectos metodológicos importantes, tanto positivos (en verde) como negativos o mejorables (en amarillo). Se ha suprimido la información que no suscitaba comentarios, procurando que se pueda seguir el desarrollo de la investigación.

UN EJEMPLO DE ANÁLISIS CRÍTICO EN UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE METODOLOGÍA CUANTITATIVA

EFECTOS DE UNA INSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL (...) SOBRE EL ÉXITO EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CIENCIAS EN SECUNDARIA

Autores:

INTRODUCCIÓN

TEXTO DEL TRABAJO	COMENTARIOS
En la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas, la resolución de problemas es la tarea por excelencia para probar el aprendizaje de los	Los trabajos citados deben ser relevantes para el asunto concreto mencionado. Hay citas que

estudiantes (…) (Polya, 1957; Newel y Simon, 1972, Larkin y Reif, 1979). El procedimiento didáctico habitual para enseñar a resolver problemas y evaluar el aprendizaje se basa en la transferencia ('transfer'): (…) los estudiantes abstraen 'esquemas de problema' que son las representaciones mentales comunes a varios problemas. Por eso el aprendizaje inicial de ejemplos relevantes (…). En un problema se diferencian dos componentes básicas (Holyoak y Koh, 1987; Holyoak, 1984): 1) su *superficie*, historia o contexto; y 2) su *estructura*. La superficie alude a la temática concreta o ámbito del Mundo a la que pertenecen los objetos y eventos que se describen en el enunciado, que normalmente forman parte del conocimiento general de las personas. La estructura en los problemas algebraicos está determinado básicamente por "*cómo las cantidades se relacionan unas con otras, más que por cómo son las cantidades*" (Novick, 1988, pp 511). (…)	parecen "de obligada mención" en los trabajos, sean o no antecedentes importantes del tema. Un concepto delicado, de difícil contestación empírica. Con frecuencia utilizamos terminología variada con significados diferentes o, en ocasiones, poco precisos, para identificar los conceptos de interés. Conceptos importantes en la investigación, basados en antecedentes sólidos (publicados en revistas de alto impacto, incluyendo las de áreas diferentes a la Didáctica de las Ciencias, y muy citados).

ELEMENTOS TEÓRICOS E HIPÓTESIS

Resolver un auténtico problema (Gil y Martínez-Torregrosa, 1983) requiere comprensión. Comprender un problema significa construir una representación mental de la situación descrita en el enunciado. Kintsch y van Dijk (1978; van Dijk y Kintsch, 1983; Kintsch, 1998;) proponen una teoría de la comprensión con 3 niveles de representación mental: a) Nivel Léxico, o reconocimiento de las palabras; b) Base del Texto, o nivel semántico constituido por el significado de las proposiciones del texto con independencia de su forma gramatical; c) Modelo de la Situación formado por la conexión de las proposiciones del texto con los esquemas de conocimiento previo que se amplían y matizan con la nueva información. Kintsch y Greeno (1985) postularon un cuarto nivel de representación mental, específico para problemas: d) Modelo del Problema o nivel	Un concepto importante y central en nuestro área que hay que definir. Con frecuencia hablamos de "aprendizaje significativo" citando a Ausubel (un trabajo de hace 40 años). El conocimiento sobre el aprendizaje y la comprensión ha avanzado mucho en 4 décadas. El término 'comprensión', dotado frecuentemente de significado borroso, se intenta definir con precisión en el estudio mediante un modelo de amplia aceptación internacional y muy contrastado. De nuevo, conceptos potentes tomados de teorías bien fundamentadas sobre los temas que se estudian. Aún con ello, no se dispone de un instrumento de amplia aceptación para explicitar (medir) el Modelo de la Situación y el Modelo del Problema construido por los sujetos. Si se dispusiera de ello, las propias entidades quedarían unívocamente definidas. Esto muestra la dificultad de medir bien en nuestro área. Pero la medida es necesaria

abstracto. Más allá de la representación de los objetos y eventos en el mundo ordinario, los problemas en ciencias y matemáticas requieren representaciones de cantidades, magnitudes, operaciones y ecuaciones. Para un experto el Modelo del Problema coincide con la estructura del problema.	y hay que dedicar trabajo a ello, en lugar de dejar de hacerlo.
(...)	
En el caso de problemas que involucran ... Por tanto, los obstáculos deben aparecer al tratar de construir un Modelo del Problema adecuado a partir de la Base del Texto, tal como sucede en problemas aritméticos (Orrantia et al., 2005, Valentín y Chap-Sam, 2005; Christou y Philippou, 1998; Nesher y Hershkovitz, 1994; Carpenter, Hiebert y Moser, 1981).	Se citan los antecedentes del trabajo: la relación causal que se quiere estudiar ya ha sido constrastada en situaciones similares, pero no idénticas.
(...)	Es característico de nuestro área que los diseños instruccionales sean variables independientes en las investigaciones. Sin embargo, las metodologías instruccionales encierran demasiadas variables puestas en juego a la vez, sin factorizar. Guzzetti et al (1993)[9] ya apuntaron esta característica diferencial de nuestra comunidad, a diferencia de lo que es práctica habitual en otros campos cercanos, como la psicología de la educación, ó los estudios sobre lectura .
En la metodología experimental que proponemos, ...	Cuando combinamos más variables de las que podemos controlar y algo falla, ¿a qué es debido concretamente? Si todo va bien, ¿qué es lo que realmente está influyendo en el resultado?
(...)	Si a esta complejidad en la variable independiente (manipulada) sumamos la complejidad de las situaciones de aula, con sus muchas variables importantes sin controlar, la validez de las conclusiones de muchos estudios está francamente en entredicho.
Podemos ahora plantear nuestras hipótesis:	
Hipótesis Principal: "La metodología experimental, basada en explicitar el proceso de traducción algebraica de los enunciados, mejorará significativamente el éxito de los estudiantes a la hora de plantear problemas de temas nuevos, en comparación con la de control".	Una hipótesis importante para la didáctica de las ciencias, pero muy difícil de contrastar con rigor. En una situación "real" de aula, la cantidad de variables no controladas disminuye la validez interna del estudio.
(...)	

[9] Guzzetti, B.J., Zinder, T.E., Glass, G.V. & Gamas, W.W. (1993). Promoting conceptual change in science: a comparative meta-analysis of interventions from reading education and science education. Reading Reseach Quarterly, 28, pp. 116-159.

MÉTODO

Muestra

TRABAJO	COMENTARIOS
Participaron en este experimento un total de 92 sujetos de ambos sexos pertenecientes a dos centros educativos de Secundaria en poblaciones de más de 10.000 habitantes. Los sujetos pertenecen a grupos naturales… La distribución en los grupos de tratamiento es la que sigue (Tabla 1):	No hay aleatorización en la asignación de los estudiantes a las condiciones experimentales → la validez interna no es alta porque puede haber sesgos sistemáticos (variables contaminantes) cuya contribución no puede ser eliminada.
Los Centros educativos se hayan en una zona industrializada y el nivel sociocultural de las familias es típicamente medio.	¿Acaso el nivel socio-cultural es relevante en esta investigación?
La muestra fue elegida por su disponibilidad sin muestreo aleatorio. (…)	Sin muestreo→ la muestra no es representativa de la población → la validez externa no está garantizada→ No se pueden extraer conclusiones generales para la población.

Diseño y variables

TRABAJO	COMENTARIOS
El experimento se desarrolló en 3 fases: pre-test, tratamiento y transfer (post-test).	Pretest + Post-test. Necesario para no entrar en un nivel bajo de validez interna.
El diseño experimental es factorial '2x2x3', siendo los factores: i) la metodología instruccional (control/ experimental); ii) el nivel académico (4ºESO / 1ºBachillerato); iii) el nivel de habilidades algebraicas de cada sujeto en Secundaria (Bajo/ Medio/ Alto).	Los 2 valores del factor "nivel académico" (curso) son demasiado cercanos (los temas y los problemas obligan). ¿Se esperan diferencias entre ellos?
	No se controlan otras variables que pueden ser importantes: estilo cognitivo, control de la comprensión, nivel de comprensión lectora, variables del profesor, interacciones entre los estudiantes mismos y entre ellos y el profesor, etc.
El nivel algebraico se estableció a partir de los resultados en el North Carolina Test of Algebra II (ERIC Report ·#304 474, 1988). Este test se ajusta a los contenidos de los últmos cursos de ESO, ha sido extensamente validado y es suficientemente fiable (coeficiente de fiabilidad= 0,90). El nivel Bajo corresponde a puntuaciones entre 0 y 31 (percentil 33 o inferior), y el Alto a puntuaciones de 43 o superiores (percentil 67 o superior).	Es muy importante utilizar instrumentos válidos y fiables. Tenemos escasa tradición en este sentido: cada investigador diseña sus propios instrumentos, cuya validación es insuficiente y cuya fiabilidad casi nunca se calcula. ¿Podemos hacer ciencia sin buenos instrumentos de toma de datos, sea cual sea la orientación metodológica que
La muestra está distribuida de modo homogéneo según estos factores…	

La distribución de los estudiantes en los niveles de habilidades algebraicas Bajo, Medio y Alto es, respectivamente, (…) y es similar en los dos niveles académicos considerados (X^2= 1,771; g.l.=2; p= 0,412) y en los dos grupos de tratamiento instruccional (X^2= 2,139; g.l.=2; p= 0,343).	adoptemos?
Las metodologías instruccionales se diferencian en dos aspectos: (…)	Control de sesgos entre grupos. Variables independientes no asociadas entre sí.
(…)	Utilización de indicadores estandarizados para inferir conclusiones. En este caso, estadísticos apropiados a los datos y a la muestra disponible.
Para no introducir más variabilidad, el profesor fue el mismo en los grupos, experimental y control.	Como ya se señaló, son constructos demasiado complejos para ser bien controlados. Por tanto resulta a veces difusa la caracterización de las metodologías de control o "tradicionales": todo el mundo sobreentiende en qué consisten, pero pocos explicitan bien sus atributos.
Las variables dependientes consideradas se relacionan con el éxito en la construcción de la representación Modelo del Problema. (…).	Pero no hay evidencia de que su comportamiento en las dos condiciones del experimento mantuviera constantes las variables que NO diferencian entre metodologías (interés, esfuerzo, estrategias, interacción con los estudiantes, motivación e implicación de los estudiantes, etc.).
(…)Para inferir el criterio que cada sujeto utiliza para la categorización de los problemas atenderemos a las características comunes más frecuentes en cada grupo.	Si profesor = experimentador → sesgo importante difícil de evitar (No se puede ser "juez y parte"). ¿Podemos realizar experimentos "a doble ciego", como se hace en medicina, por ejemplo? La calidad de los estudios aumentaría tremendamente.
Como los estudiantes no muestran grandes dificultades para resolver las ecuaciones una vez están planteadas (Sanjosé et al., 2007), nuestro interés se centra en el planteamiento (fase de comprensión) de los problemas. En la fase final los dos problemas a resolver pertenecen a un tema todavía no estudiado por los estudiantes (transfer inter-dominios).	Los criterios deben determinarse del modo más objetivo posible para no violar la fiabilidad de los datos ni la reproducibilidad del método.
(…)	Aunque hay precedentes, la conclusión no fue validada para toda la población. Por tanto habría que comprobar que esto es también así en esta muestra concreta.

Criterios de Puntuación

TRABAJO	COMENTARIOS
Consideramos como 'planteamiento erróneo' aquel en el que (…). La ausencia de planteamiento y los planteamientos erróneos fueron calificados con 0,0 puntos; los planteamientos parcialmente correctos se puntuaron con 0,5 puntos; y los planteamientos totalmente correctos (sin errores) fueron calificados con 1,0 puntos. El criterio se aplicó por parte de 2 jueces externos a la investigación (2 profesores de secundaria) a una muestra aleatoria de 20 problemas del total de la muestra. El acuerdo fue muy alto (*kappa*= 0,90). (…).	Hay que intentar introducir rigor en los procesos de medida. Muchos trabajos en didáctica presentan mediciones cuya fiabilidad (y por supuesto validez) es muy dudosa. Si se dispone de un instrumento estandarizado, su aplicación está protocolizada y la evaluación de cada sujeto tiene un error acotado y determinado (que depende de la fiabilidad del instrumento). Si se trata de la aplicación de criterios de corrección ó, igualmente, de categorización, entonces hay que evitar criterios difíciles de objetivar ó que estén demasiado vinculados a cada ejercicio, o cada pregunta concreta, que los hacen difíciles de aplicar en una réplica. A veces es necesario pasar un proceso de validación y objetivación de un criterio a base de triangulación y/o acuerdo inter-jueces. En este caso, calcular índices de acuerdo como *Kappa* son importantes. Una vez logrado un valor alto, hay que aplicar los criterios a una muestra de prueba por parte de jueces externos a la investigación. De nuevo Kappa debe ser alto si hay más de un juez externo.

Materiales

TEXTO DEL TRABAJO	COMENTARIOS
(…) Se preparó una colección de 12 problemas diferentes (ver ejemplos en Anexo 1) que fueron diseñados según 6 contextos temáticos o 'superficies' diferentes, y 2 estructuras como muestra la Tabla 3. (…)	Dado que los problemas se han seleccionado de entre muchos posibles, es necesario replicar el experimento con otras colecciones. Solo así se puede probar que el efecto encontrado aquí es independiente de los problemas concretos trabajados.

Procedimiento

(…)

RESULTADOS

(...)

Fase inicial

TRABAJO	COMENTARIOS
En la tarea de agrupación de problemas (...)	Pretest.
No hay diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento en el número de grupos del problemas formados (X^2= 1,111; g.l.= 2; p= 0,574)...	Si no se hacen estos contrastes (control del efecto del estado inicial sobre el final), no se puede concluir que los efectos observados se deben a las variables independientes consideradas.
En la resolución de los problemas (...) De nuevo encontramos equivalencia entre ambos grupos de tratamiento (X^2< 1) y entre los niveles de habilidades algebraicas (X^2= 2,826; g.l.= 2; p= 0,243)...	
Por tanto, antes de comenzar el tratamiento ambos grupos de tratamiento son equivalentes en las variables dependientes consideradas.	Una medida crucial para que el estudio se considere experimental o, al menos, cuasi experimental..

Fase de Tratamiento

(...)

Fase de transfer

TRABAJO	COMENTARIOS
(...) Hay asociación significativa entre el tratamiento instruccional y la aplicación correcta del criterio de igual estructura de los problemas (X^2= 30,359; g.l.=1; p< 0,001)...	Constrastes estadísticos para valorar el efecto de las variables independientes sobre la dependiente. ¿Se puede rechazar la hipótesis nula?
(...)	
En el planteamiento del problema P11 el grupo control alcanza un promedio de (...). El análisis de varianza muestra efectos significativos sobre la puntuación (F= 14,644; g.l.= 5; p< 0,001). El tipo de instrucción es significativa (F= 58,914; g.l.=1; p< 0,001) pero el efecto del nivel algebraico queda fuera del límite de significación (F= 2,937; g.l.=2; p= 0,060). No hay interacción (F< 1).	Es necesario dar la Potencia del estudio y, si es posible, el Tamaño del Efecto. La ausencia de la potencia y del tamaño del efecto son carencias muy abundantes en los estudios cuantitativos. Nos acordamos de controlar el nivel de significación (rechazar o no la hipótesis nula) pero no de dar la probabilidad de acertar al aceptar la hipótesis alternativa.
(...)	
En el problema P11 cada uno de los pasos de la regla para poner un problema en ecuaciones es explicitado correctamente por un mínimo del 67,6% de los	Importante asegurar que los estudiantes han utilizado la propuesta antes de sacar conclusiones sobre sus bondades.

estudiantes, (…). La aplicación de los pasos de la regla es muy consistente (coeficiente de consistencia Alfa de Cronbach= 0,857). En particular, el vínculo entre el tercer paso (‘analizar las relaciones entre las cantidades’) y el quinto (‘escritura de las cantidades y sus relaciones a partir del símbolo algebraico otorgado a la incógnita identificada’) es muy fuerte, (- Spearman= 0,988) y cualquiera de ellos es un excelente predictor de la puntuación en el planteamiento de este problema (R^2 corregida= 0,940). En el problema P12 (…).	El cuadrado del coeficiente de correlación es la varianza de la variable dependiente que es explicada por las independientes. Da idea de la potencia del ajuste lineal.

CONCLUSIONES

TRABAJO	COMENTARIOS
El objetivo fundamental de este trabajo fue (…) Los factores independientes fueron (…). Se plantearon las siguientes hipótesis: (…) Los estudiantes del grupo experimental mostraron un nivel de apropiación aceptable de la regla instruccional (…). El paso de la regla que resulta más difícil es el ‘análisis de las relaciones entre cantidades’ a un nivel no-algebraico. Es decir, el obstáculo fundamental parece concentrarse en el inicio del proceso de traducción, cuando el sujeto debe convertir la semántica de las frases del texto en relaciones elementales entre cantidades. (…) Por tanto, la investigación futura debería centrarse precisamente en esta fase inicial del proceso de traducción de los problemas. En los límites de este experimento la hipótesis principal se confirma. (…). Ello apoya el trabajo de Bassok y Holyoak (1989): se requieren diseños de instrucción basados en reglas generalizadas para el transfer inter-dominios. (…). En la resolución de problemas de un tema nuevo, (…). Esto prueba que el reconocimiento de la estructura subyacente en los problemas a partir de su enunciado es una tarea difícil para los estudiantes y que las similitudes	Las conclusiones deben ajustarse a los objetivos planteados. No se pueden extraer conclusiones de aspectos no considerados y/o no medidos ni controlados apropiadamente, por muy “obvias” que le resulten al investigador “in situ”. Es verdad, pero no se ha tratado este dato en los resultados. La investigación presente concreta nuevos problemas o consigue acotar más un problema ya abordado. Recordamos que no podemos generalizar los resultados por falta de validez externa. Se replican o refuerzan o amplian resultados de otros trabajos anteriores.

superficiales (igualdad temática) de los problemas ejemplo no ayudan a ello, de acuerdo con Reeves y Weisberg (1994)…	
(…)	
Respecto de la hipótesis secundaria, no hemos podido rechazar la hipótesis nula: (…)	A veces las hipótesis no pueden ser contrastadas (no se puede rechazar la hipótesis nula)…
Tampoco el nivel de habilidades algebraicas de los estudiantes produjo diferencias en las medidas dependientes. Las medidas obtenidas para esta variable se consideran fiables por lo que la hipótesis secundaria se refuta en lo que respecta a ella.	…y a veces incluso se refutan.
Aunque los resultados obtenidos no son generalizables, la metodología instruccional utilizada podría tener algunas ventajas en las aulas: a) (…). b) Es muy útil, ya que (…). c) Resuelve, en un porcentaje grande, las dificultades que muchos estudiantes tienen para (…) (…)	Se muestran las “ventajas en el aula” de la metodología ensayada cuando el nivel de validez no es aún el adecuado para poder hacerlo. Utilización de términos valorativos no totalmente justificados. Optimismo en las virtudes del enfoque yendo mas allá de la situación considerada Es frecuente encontrar en nuestros trabajos un apartado de “Consecuencias Didácticas” cuando las muestras son de conveniencia, y/o se trata de unos cuantos casos analizados y, además, suele haber más amenazas a la validez interna (falta de asignación aleatoria de la muestra a las condiciones, es muy habitual).
Es necesario replicar estos resultados y realizar un experimento con muestreo representativo para poder extraer conclusiones de alta validez externa..	Nota apropiada de cautela.

Etc.

CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE MAPAS COGNITIVOS EN EL ANÁLISIS DE CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Vicente Mellado Jiménez <vmellado@unex.es>

Dto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura.

Agradecimiento: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto de Investigación SEJ2006-04175 del Ministerio de Educación y Ciencia.

1.- INTRODUCCIÓN

Los mapas cognitivos están basados en los numerosos trabajos de Novak y colaboradores con mapas conceptuales (Cañas, Novak y González, 2004; Novak, 1998). Los mapas cognitivos relacionan, de una forma parcialmente jerarquizada, unidades de información con un sentido más amplio que los conceptos utilizados en los mapas conceptuales. En la investigación con el profesorado, la representación por medio de mapas cognitivos permite una visión global y no fragmentada de las concepciones de cada profesor sobre distintos aspectos.

El cuestionario se ha asociado habitualmente a métodos cuantitativos y a procedimientos estadísticos de investigación, en cambio la entrevista es un procedimiento de recogida de datos habitualmente asociado a metodologías de análisis cualitativas. Hoy tanto uno como otro procedimiento se utilizan cuantitativa o cualitativamente, según la naturaleza del problema investigado, y a ambos puede aplicarse el análisis por medio de mapas cognitivos.

En el seminario expondremos a) la construcción de mapas cognitivos genéricos a partir de un cuestionario sobre concepciones del profesorado; b) la aplicación de los mapas al caso de una profesora para determinar su evolución en el tiempo y, complementados con entrevistas, para estimular la reflexión; y c) La construcción de mapas a partir de entrevistas. Haremos una síntesis de cada aspecto y remitiremos a otros trabajos en los que hemos desarrollado más extensamente cada apartado.

2.- CONSTRUCCIÓN DE MAPAS COGNITIVOS A PARTIR DE CUESTIONARIOS.

Cualquier cuestionario cuyas diferentes categorías se correspondan con modelos definidos y contrapuestos pueden analizarse por medio de mapas cognitivos. En particular los cuestionarios tipo Likert, en los que los sujetos muestran su acuerdo o desacuerdo con las declaraciones de los ítems, pueden adaptarse a esta técnica de análisis. Sin embargo los resultados son mucho mejores cuando el cuestionario se ha elaborado en función de su posterior análisis por mapas cognitivos. Nosotros hemos aplicado los mapas cognitivos al cuestionario ICDE (Mellado et al, 2002), diseñado y validado por Peme-Aranega et al. (1999), y al INPECIP, diseñado por Porlán (1989) para determinar las concepciones didácticas y

epistemológicas del profesorado, y al que vamos a referirnos a continuación (Ruiz et al., 2005).

El INPECIP consta de 56 ítems, distribuidos inicialmente en cuatro categorías. Para el análisis por mapas cognitivos realizamos algunas modificaciones. En primer lugar no se analizaron los ítems 3, 12, 18, 29 y 53 que tratan de conceptos generales sobre la didáctica, menos relevantes para el profesorado de primaria y secundaria. El resto de los ítems se agruparon en tres categorías: "imagen de la ciencia", "aprendizaje de las ciencias" y "enseñanza de las ciencias". Las proposiciones de los ítems se corresponden en cada categoría con dos modelos contrapuestos, el primero más tradicional y el segundo más en sintonía con las actuales concepciones didácticas y epistemológicas, que de forma simplificada denominamos constructivista.

Para la construcción de los mapas cognitivos genéricos de cada categoría se comienza seleccionado todas las proposiciones del modelo tradicional y las opuestas del modelo constructivista. Posteriormente se enlazan las proposiciones de los ítems de las más generales e inclusoras a las más particulares, formando el mapa cognitivo del modelo tradicional de la categoría, realizado con una técnica análoga a la que utiliza Novak para los conceptos. En cada mapa es necesario mantener la independencia de las declaraciones, aunque tengan el mismo significado, aún a costa de hacer el mapa repetitivo, pues puede ocurrir que las respuestas de los sujetos sean diferentes y contradictorias, hecho que hay que reflejar. Para la construcción del mapa constructivista de cada categoría el proceso es análogo; se seleccionan las proposiciones del modelo constructivista y las opuestas del modelo tradicional.

Como el cuestionario INPECIP no ha sido expresamente diseñado para este tipo de análisis, en el mapa cognitivo realizamos simplificaciones en la redacción de las proposiciones para que el mapa cognitivo sea más sencillo. Cuando una de las proposiciones del cuestionario expresa simultáneamente más de un concepto podemos dividirla en dos en el mapa, aunque esto dificulta su aplicación. La construcción de los mapas supone una evaluación del cuestionario, pues fácilmente se detectan las contradicciones del mismo, o si un ítem no está adecuadamente adscrito.

En el INPECIP en la categoría “imagen de la ciencia” se asignan al modelo tradicional los ítems 4, 21, 22, 40, 42, 44 y 47 y al modelo más acorde con las orientaciones defendidas por la nueva filosofía de la ciencia, o constructivista, los ítems 11, 23, 28, 38, 39, 51 y 55:

4. Las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso, son un reflejo cierto de la realidad.

11. En la observación de la realidad es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador.

21. El observador científico no debe actuar bajo la influencia de teorías previas sobre el programa investigado.

22. Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.

28. El pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales.

38. El investigador siempre está condicionado, en su actividad, por la hipótesis que intuye acerca del

problema investigado.

39. El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantearnos problemas e imaginar posibles soluciones a los mismos.

40. La eficacia y la objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías.

42. La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la realidad.

44. A través del experimento, el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es verdadera o falsa.

47. La Ciencia ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas.

51. Las hipótesis dirigen el proceso de investigación científica.

55. La experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica, mientras que en otros no.

El mapa tradicional genérico del cuestionario sobre la imagen de la ciencia (figura 1), incluye las proposiciones del modelo tradicional (4, 21, 22, 40, 42, 44 y 47) y las opuestas del modelo constructivista (no 11, no 23, no 28, no 38, no 39, no 51 y no 55).

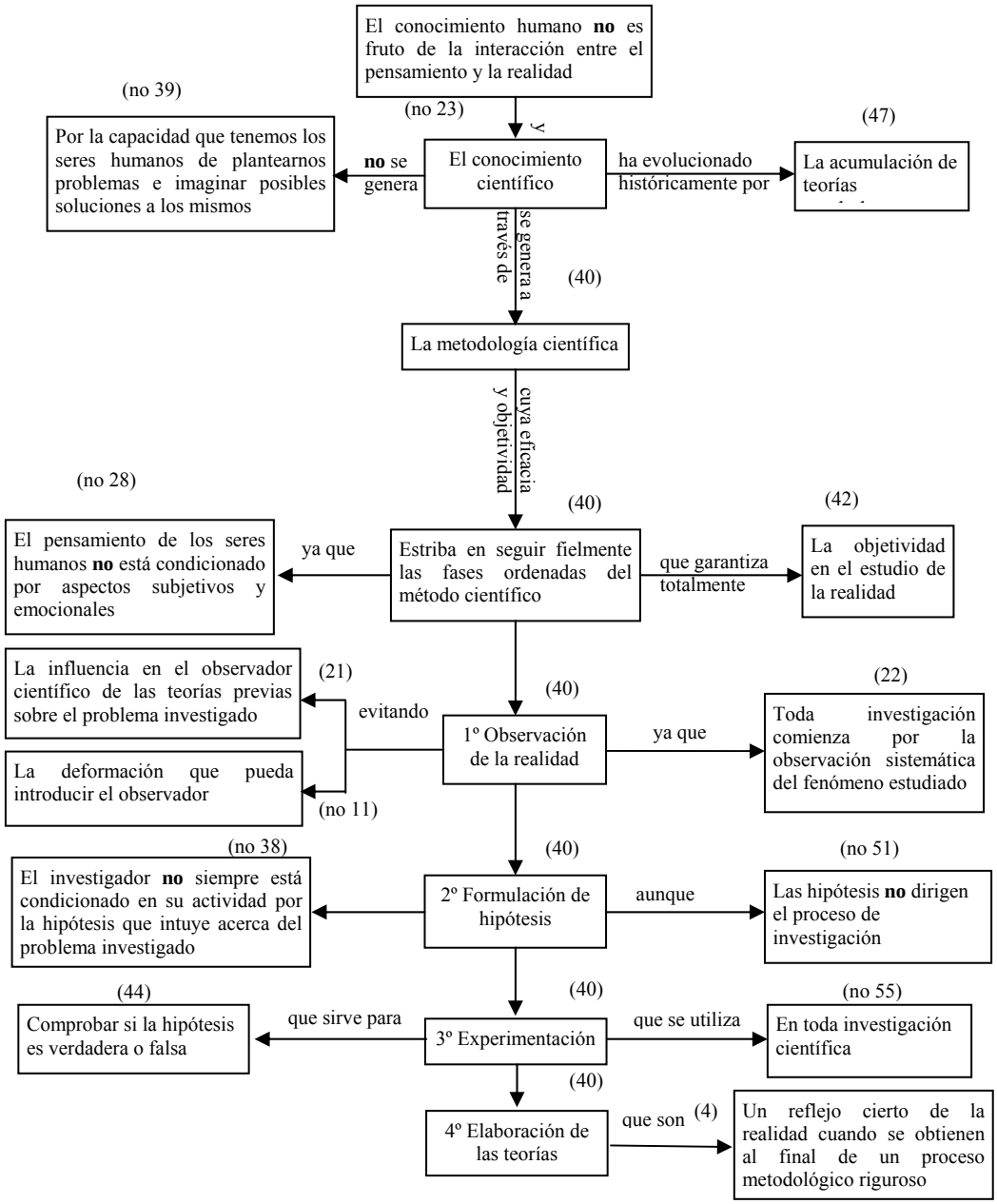


Figura 1. Mapa general del cuestionario INPECIP con la imagen tradicional de la ciencia.

En la construcción del mapa constructivista genérico del cuestionario sobre la imagen de la ciencia (figura 2) incluiríamos las proposiciones del modelo constructivista (11, 23, 28, 38, 39, 51 y 55) y las opuestas del modelo tradicional (no 4, no 21, no 22, no 40, no 42, no 44 y no 47).

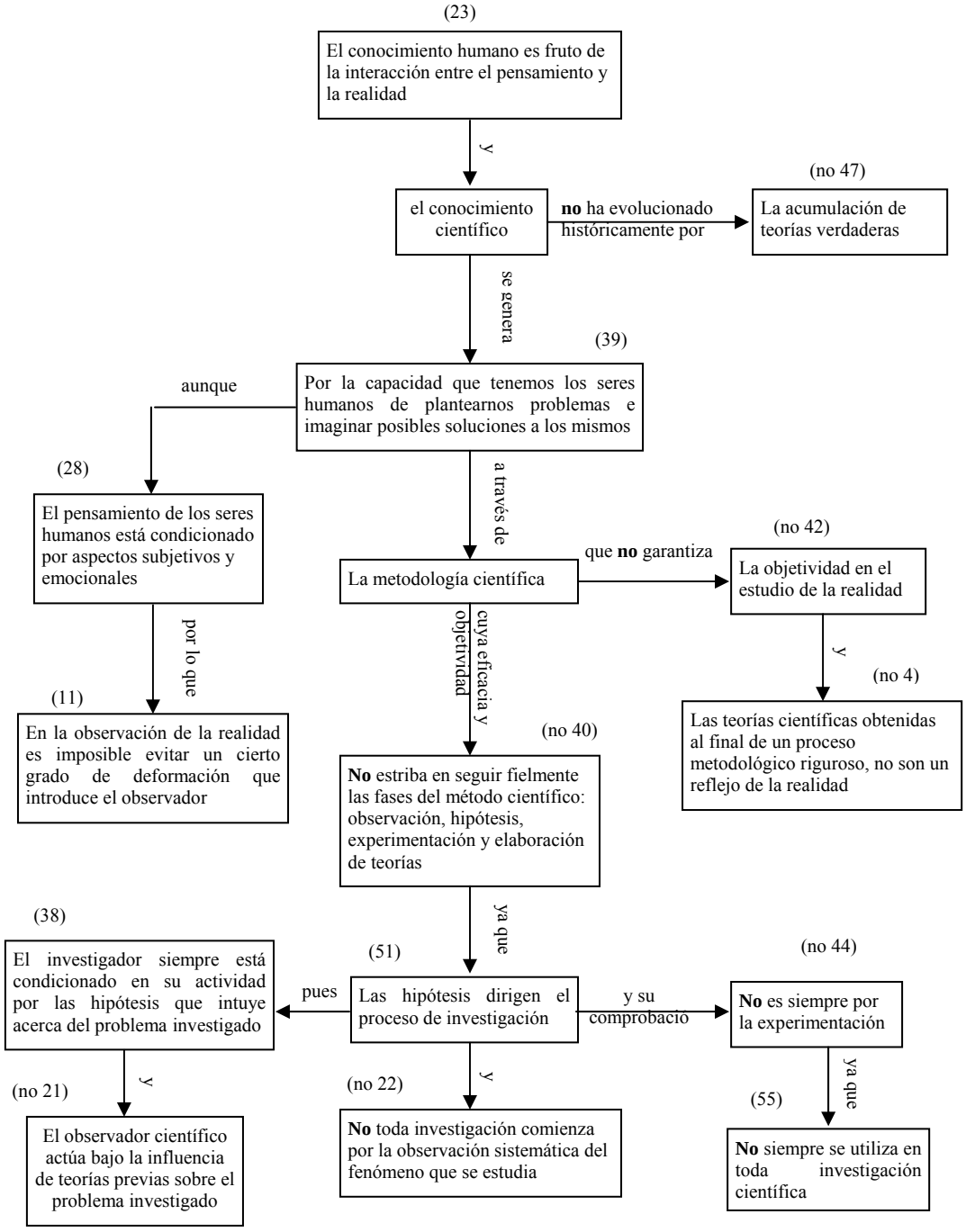


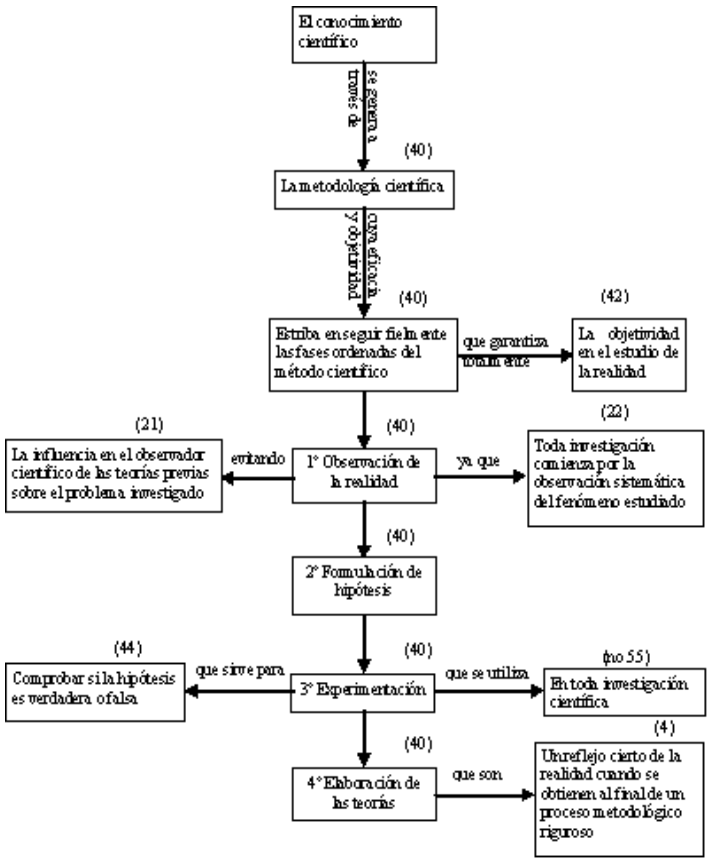
Figura 2. Mapa general del cuestionario INPECIP sobre la imagen constructivista de la ciencia.

Del mismo modo procederíamos para la construcción de los mapas correspondientes a las categorías "aprendizaje de las ciencias" y “enseñanza de las ciencias” (Ruiz et al., 2005). Estos mapas genéricos son los que nos van a servir de referencia para construir los mapas cognitivos específicos de cada profesor, como veremos a continuación.

3.- APLICACIÓN DE LOS MAPAS COGNITIVOS ELABORADOS A PARTIR DEL CUESTIONARIO INPECIP PARA DETERMINAR LA EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO DE LAS CONCEPCIONES DE UNA PROFESORA DE BIOLOGÍA DE SECUNDARIA Y, COMPLEMENTADOS CON ENTREVISTAS, PARA ESTIMULAR LA REFLEXIÓN

Como ejemplo aplicamos los mapas cognitivos al caso de una profesora de biología de secundaria, actualmente con 17 años de experiencia en la enseñanza en esa misma materia y nivel educativo. Para construir los mapas personales de esta profesora, se adscriben sus respuestas al cuestionario al mapa correspondiente, en cada una de las tres categorías, eliminando las declaraciones no contestadas. Para el dibujo final de los mapas cognitivos personales se eliminan los huecos de modo que haya un enlace entre las declaraciones resultantes. A continuación describimos el proceso de construcción de los mapas cognitivos de esta profesora que contestó al cuestionario INPECIP en los años 1993 y 2002 (Ruiz et al., 2005).

En 1993 en la categoría imagen de la ciencia mostró su acuerdo con los ítems 4, 11, 21, 22, 28, 39, 40, 42, 44 y 51 y su desacuerdo con los ítems 47 y 55. El mapa que representa la tendencia tradicional de la profesora se elabora con los ítems 4, 21, 22, 40, 42, 44 y no 55 (mapa de la izquierda de la figura 3). El mapa que representa su tendencia constructivista se elabora con los ítem 11, 28, 39, 51 y no 47 (mapa de la derecha de la figura 3).



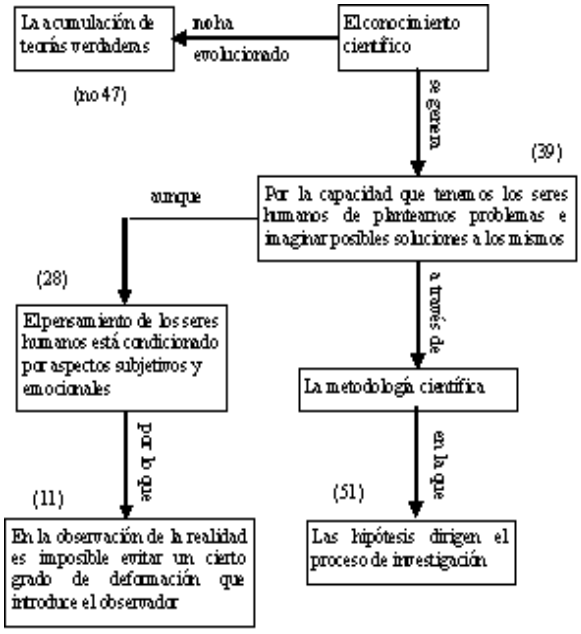


Figura 3. Mapas Cognitivos que representan la concepción de la profesora sobre la imagen de la ciencia en 1993.

Al visualizar ambos mapas, se puede obtener una imagen gráfica global de su concepción sobre la naturaleza del conocimiento científico. En el año 1993 su concepción sobre la naturaleza de la ciencia tiene rasgos de ambos modelos, aunque con una marcada tendencia positivista.

En el año 2002 la profesora mostró su acuerdo con los ítems 11, 28, 38, 39, 51 y 55 y su desacuerdo con los ítems 4, 21, 42 y 47. Estas respuestas están todas asociadas al modelo constructivista y determinan el mapa de la figura 4. En este año ninguna de las respuestas de la profesora estuvieron adscritas al modelo tradicional, por lo que no existe mapa cognitivo de esta tendencia.

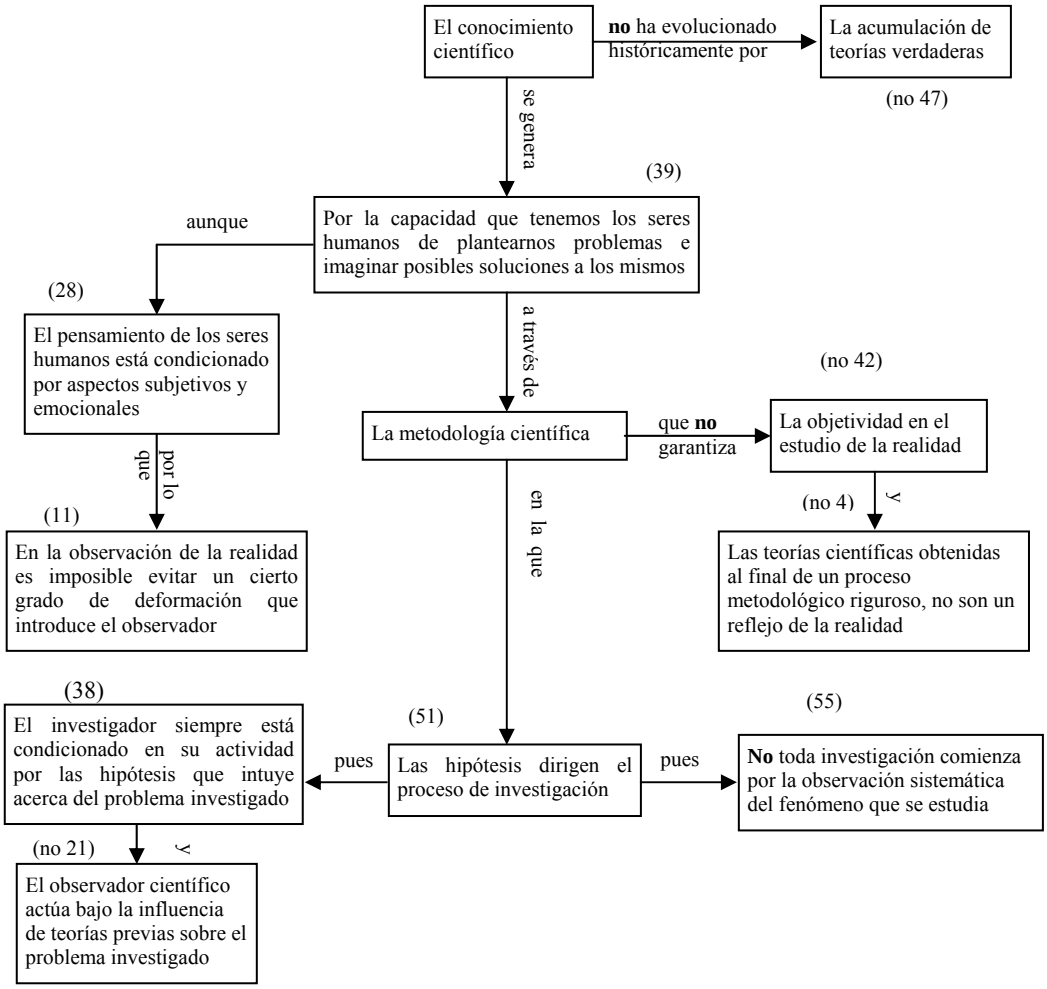


Figura 4. Mapa Cognitivo que representa la tendencia constructivista de la profesora sobre la imagen de la ciencia en 2002.

En los nueve años transcurridos se observa una notable evolución de las concepciones de esta profesora sobre la naturaleza de la ciencia, del modelo positivista hacia otro más acorde con la nueva filosofía de la ciencia.

El mismo procedimiento seguiríamos para la elaboración de sus mapas sobre el aprendizaje de las ciencias y la enseñanza de las ciencias (Ruiz et al., 2005).

Consideramos que la entrevista es un método complementario que ayuda a estimular la reflexión, por ello a esta profesora se le realizó una entrevista semiestructurada sobre sus propios mapas cognitivos, en la que se indagaba sobre sus respuestas, los cambios en las mismas entre 1993 y 2002 y las causas que podían haber provocado los cambios (Da Silva et al., 2007).

En la entrevista, la profesora va explicando en cada ítem sus cambios sobre la imagen de la ciencia, tal como que reflejan los mapas de 1993 a 2002. Considera que se ha producido un considerable cambio en los aspectos que condicionan el pensamiento humano. Confirma que en 1993 no creía que el pensamiento científico estuviera condicionado por aspectos subjetivos y emocionales; mientras en 2002 existen muchos condicionantes. A continuación incluimos como muestra algunas de sus respuestas a la entrevista, y de su reflexión final sobre sus

resultados.

Actualmente considero que el desarrollo del trabajo científico y el cambio de teorías está enormemente condicionado por aspectos sociales (38.1), religiosos (38.2), tecnológicos (38.3), los relacionados con la propia formación (38.4) e, igualmente, el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Creo que el científico no afronta su trabajo libre de cualquier tipo de prejuicio, opinión o emoción sino que, a la vez que múltiples aspectos más o menos subjetivos lo individualizan como investigador, debe buscar información que contextualice el trabajo que va a emprender (20.1).

Del mismo modo, en 1993 consideraba que el método científico debía de ser aséptico y objetivo, seguir determinados pasos y no estar influenciado por nada, ni tener en cuenta teorías anteriores que pudieran afectar el desarrollo del proceso.

Me ha resultado extraño admitir que tenía determinadas concepciones sobre el método científico en el 93. Por ejemplo, que las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológicamente riguroso son un reflejo cierto de la realidad (31.1) o que la ciencia sólo avanza a partir de teorías verdaderas (32.1).

Mi pensamiento sobre el método científico ha cambiado. Ahora, equivocada o no, considero que el trabajo científico debe ser disciplinado, pero no necesariamente ordenado en los pasos tradicionalmente considerados por el empirismo (21.1). La antigua e incuestionable necesidad de experimentar que, bajo mi punto de vista, permitía dar veracidad a una hipótesis se ha transformado en un recurso necesario en determinados proyectos científicos e imposible de realizar en otros sin que ello menoscabe su validez (30.1).

Inicialmente no era consciente de que su pensamiento sobre la ciencia era fuertemente positivista, porque no se había parado a reflexionar sobre el mismo y porque estaba impregnada de la idea implícita de la ciencia, fuertemente empirista, transmitida durante su formación inicial. Esta concepción se va transformando como consecuencia de su enseñanza.

Cuando terminas la carrera y hasta llegar a ese momento e incluso en los primeros años de trabajo no te paras a pensar en las cuestiones anteriormente comentadas (23.2) y sólo después, con la reflexión sobre tu propia práctica docente, empiezas a tomar conciencia de la evolución que, en ocasiones, sin darte cuenta has experimentado (23.1; 23.4; 33.1).

En mi opinión, tras los estudios de Bachillerato y la enseñanza obligatoria quedamos impregnados, al menos yo, de una idea sistematizada e inflexible sobre el método científico que no se aclara durante los estudios universitarios y que, en mi caso, se ha ido modificando a lo largo de los últimos catorce años de práctica en el aula (21.1).

A medida que la profesora llevaba a cabo el análisis de la entrevista iba señalando notables paralelismos entre la evolución de sus concepciones sobre la ciencia y los cambios en su pensamiento sobre el desarrollo de la práctica educativa y muy especialmente sobre la existencia de ideas alternativas en los alumnos.

Quizás, la mayor analogía hace referencia a los aspectos subjetivos que condicionan tanto el inicio de una investigación científica como el inicio de cualquier tipo de aprendizaje. Progresivamente la idea del alumno como "página en blanco" en la que escribir o el investigador rigurosamente objetivo, libres de cualquier tipo de prejuicio, ha dado paso a otra más realista: personas que se enfrentan a sus respectivos retos con experiencias anteriores determinadas por aspectos sociales, religiosos, educacionales… Es posible que de aquí parta la conciencia de la existencia de las ideas previas en los alumnos (Reflexión final).

En 1993 mi cuestionario revelaba un pensamiento relacionado con el avance científico cimentado a partir de teorías verdaderas, con una marcada tendencia positivista sobre la imagen de la ciencia, probablemente ligado al aprendizaje escolar basado en los triunfos del alumno. En la actualidad creo tanto en el valor de teorías equivocadas o incompletas para el desarrollo del conocimiento científico como en la importancia de utilizar los errores de los alumnos en la construcción de sus conocimientos (Reflexión final).

Al analizar las causas y obstáculos a los cambios en la concepción sobre la naturaleza de la ciencia, hace referencia sobre todo a su formación inicial. También considera un obstáculo la imagen de la ciencia que transmiten los libros de texto y no haber recibido formación didáctica durante su formación inicial

Mis reflexiones en relación con los cambios experimentados en mi pensamiento sobre la ciencia en los últimos diez años se refieren a los siguientes aspectos: en primer lugar me parece negativo el hecho de que, en este caso, un biólogo no pueda estudiar durante la carrera ninguna asignatura relacionada con la didáctica de las ciencias aunque fuera con carácter de optatividad (34.5; 34.6; 34.7).

En segundo lugar, tengo la idea de que durante la carrera no se favorece el cambio de algunas concepciones sobre la ciencia como, por ejemplo, el método científico (15.1, 26.1). Quizás porque el estereotipo que se desarrolla durante los estudios de bachillerato (15.2) y en la facultad ya se da por hecho este conocimiento (28.2).

Por otra parte, entiendo que los libros de texto no contribuyen gran cosa a aclarar estas concepciones (25.1) y durante la carrera y cuando inicias la etapa profesional no te haces estos planteamientos sobre los libros de texto (23.3), realmente "no te paras a pensar" (33.2). En cualquier caso, en los primeros años de universidad el debate se hace complicado por el número de alumnos sobre todo (28.1).

Por último, añadir la influencia que atribuyo a la formación permanente en el proceso de cambio que entiendo que debe ser más flexible (34.2) y que debe reunir a profesionales cualificados e interesados para que se desarrollen más cursos de especialización y se impulsen algunos ya existentes (34.4).

4.- ELABORACIÓN DE MAPAS COGNITIVOS A PARTIR DE ENTREVISTAS.

Para la construcción de los mapas cognitivos de un profesor a través de la entrevista, se codifica cada frase que suponga una unidad de información, posteriormente se clasifican en categorías y se relacionan gráficamente en forma de mapa cognitivo (Mellado, 1996; 1997; 1998; Mellado et al., 2008).

Por ejemplo en el caso de un profesor principiante de Física, al que denominamos David, la pregunta 58 de la entrevista se clasifica en cinco unidades de información:

(antes se le había preguntado si existen criterios racionales para decidir si una teoría puede considerarse científica):

Pregunta David-58: ¿Los criterios son universales y objetivos o dependen de otros factores?

Respuesta David-58: [Hay factores extracientíficos que hacen que se acepte una teoría y no se acepte otra.]58.1 [Por ejemplo la teoría heliocéntrica tardó tanto tiempo en aceptarse por factores ajenos a la ciencia.]58.2 [Aunque al final se acaba aceptando si verdaderamente es buena.]58.3 [Por ejemplo lo que decíamos antes de la teoría de la relatividad que tardó bastante en aceptarse por un asunto un poco de tradición. Porque suponía cargarse lo que había antes y eso es muy duro.]58.4 [No es un criterio estrictamente científico]58.5

En nuestro caso los mapas cognitivos son construidos inicialmente por los investigadores, y posteriormente son evaluados y corregidos por el propio profesor. A continuación mostramos algunos de los mapas de David sobre la naturaleza de la ciencia.

Este profesor considera que las teorías científicas reflejan sólo nuestro conocimiento de la realidad, no la realidad misma. Aunque lo fundamental es la prueba experimental, cree que el progreso del conocimiento científico es un proceso complejo al que se llega por una interacción entre pensamiento y realidad y en el que también intervienen factores extracientíficos:

“Hay factores extracientíficos que hacen que se acepte una teoría y no se acepte otra” (D-58)

Considera que las teorías cambian cuando se encuentra un experimento crucial que falla, es decir las teorías no se prueban por verificación sino por falsación, tal como defendía Popper:

“Una teoría es verdadera hasta que nos demuestran que es mentira. Hasta que hay un hecho experimental que no cuadra con lo tuyo.” (D-66.2).

“Algunos experimentos son cruciales, siempre ha habido experimentos que han destronado una teoría” (D-68.1).

David tiene también rasgos de la metodología de Lakatos cuando defiende que las teorías se reformulan por confrontación entre sí; y, por último piensa que las teorías cambian por otras que resuelven más problemas, tal como indicaba Laudan. Considera básica la prueba experimental, y se quedaría con las teorías que resuelvan más problemas, y que sean más elegantes y más globales. En todo

caso se decide por el criterio de parsimonia, que ya expresara Guillermo de Occan en el siglo XIV, de elegir las teorías más sencillas entre las que cumplan las condiciones requeridas.

"Cuando se tienen dos teorías enfrentadas me quedaría con la que resuelve más problemas" (D-62)

"Ante dos teorías que tengan validez experimental se escoge la más sencilla de argumentos" (D-57.1)

"Una teoría lo más global posible" (D-93.1)

En la figura 5 se muestra la secuencia del mapa cognitivo de David sobre el cambio científico, elaborado a partir de la entrevista. Los números corresponden a los códigos simplificados asignados a cada respuesta en la entrevista.

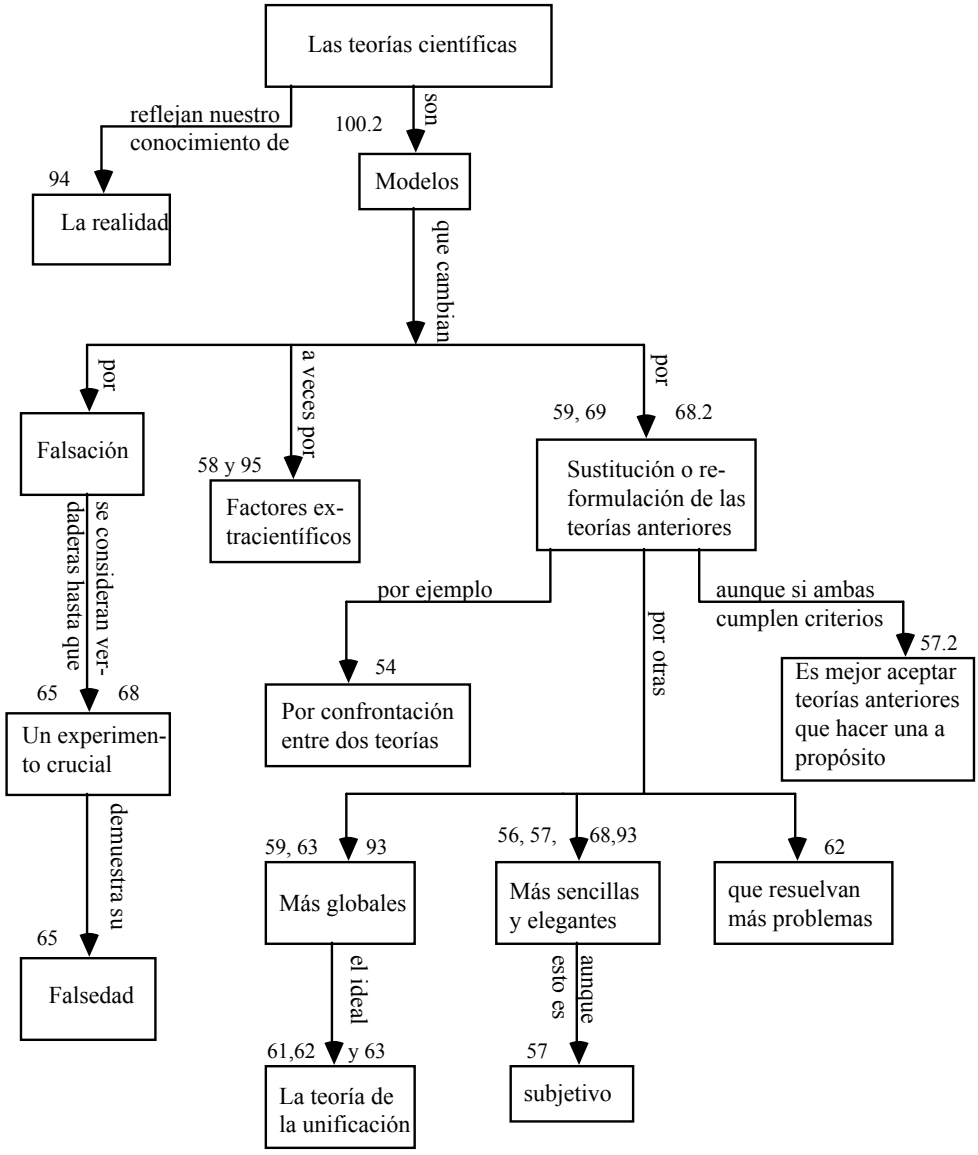


Figura 5: Mapa cognitivo de David sobre el cambio científico, elaborado a partir de la entrevista.

Los mapas cognitivos elaborados a partir de cuestionarios y/o de entrevistas los hemos aplicado también para la comparación de las concepciones y la práctica de aula del profesorado de ciencias experimentales (Mellado, 1996, 1997, 1998).

5.- CONCLUSIONES

De las numerosas reflexiones que hemos realizado sobre la utilización práctica del análisis de datos por medio de los mapas cognitivos en las investigaciones con el profesorado de ciencias experimentales, destacamos las siguientes:

Los mapas cognitivos elaborados a partir de los datos obtenidos de los cuestionarios dicotómicos son un procedimiento gráfico sencillo de análisis. La representación gráfica da una visión global y no fragmentada de las concepciones de cada profesor, considerado individualmente, sobre los distintos aspectos analizados.

Sin embargo los cuestionarios dan resultados simplificados que es necesario completar con otros métodos, bien combinándolos con entrevistas posteriores sobre los mapas, o realizando entrevistas semiestructuradas sobre las que posteriormente se construyen nuevos mapas.

Los mapas elaborados de las entrevistas son más complejos de elaborar, pero también dan una visión más compleja y exacta de las concepciones de los profesores.

Los mapas pueden ser utilizados en la investigación como un instrumento metodológico para distintos propósitos: para comparar y debatir concepciones de distintos profesores, para mostrar la evolución en el tiempo de las concepciones de un profesor, para comparar las concepciones y la práctica, etc.

El análisis de los mapas cognitivos propios, por parte de los propios profesores participantes en las investigaciones, favorecen la reflexión y la metacognición, con lo que esta metodología es reconocida por ellos mismos como una herramienta de intervención en su desarrollo profesional.

6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cañas, A. J., Novak, J. D. y González, F. M. (2004). *Concept maps: Theory, Methodology, Technology*. Pamplona: Dirección de Publicaciones de la Universidad Pública de Navarra.

Da Silva, C., Mellado, V., Ruiz, C. y Porlán, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), 461-491.

Mellado, 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.

Mellado, V. (1997). Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. *Science & Education*, 6(4), 331-354.

Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82(2), 197-214.

Mellado, V., Bermejo, M. L., Blanco, L. J. y Ruiz, C. (2008). The classroom Practice of a Prospective Secondary Biology Teacher and his Conceptions of the Nature of Science and of Teaching and Learning Science. *Internacional Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 37-62.

Mellado, V., Peme-Aranega, C., Redondo, C. y Bermejo, M. L. (2002). Los mapas cognitivos en el análisis gráfico de las concepciones del profesorado. *Campo Abierto*, 22, 37-58.

Novak, J.D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid: Alianza Ed.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis Doctoral inédita. Sevilla.

Peme-Aranega, C., Gerbaudo, S., Ferreyra de Rubio, A. y Echevarría, E. (1999). El proceso de elaboración de un Inventario de creencias didácticas y epistemológicas (ICDE). *Interdisciplinaria*, 15 (2 y 3), 1-37.

Ruiz, C., Porlán, R., da Silva, C. y Mellado, V. (2005). Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1). En http:/www.saum.uvigo.es/reec.

METODOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA UTILIZACIÓN DEL VIDEO EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Jaume Ametller <j.ametller@education.leeds.ac.uk>

Centre for Studies in Science and Maths Education (CSSME), School of Education, University of Leeds

PALABRAS CLAVE: Metodologías visuales, análisis del discurso, multimodalidad,

RESUMEN: El uso del video como herramienta de investigación, pese a tener una historia relativamente breve, se ha convertido un elemento presente en un número importante de los trabajos en didáctica de las ciencias. Las razones de la irrupción de este medio de investigación cabe buscarlos en el conjunto de cambios sociales de mayor calado que se ha dado en llamar sociedad de la información o de la comunicación. Estos cambios han transformado la educación en su conjunto, las escuelas como cultura y la investigación como actividad. Sin embargo, la velocidad en su generalización como herramienta ha precedido, o se ha desarrollado al margen, en muchos casos, de su formalización teórica como metodología.

En esta aportación discutiré algunos de los aspectos relacionados con la utilización de las grabaciones de video en el área de didáctica de las ciencias. Mostraré aspectos generales de la aplicación de estas metodologías, presentaré problemas y propondré algunas reflexiones sobre las consecuencias que estas metodologías tienes sobre nuestra actividad de investigación.

El uso de grabaciones de video como método de recogida de datos no ha dejado de crecer en los últimos años (Erickson, 2006). El video no es en si mismo una metodología sino una herramienta que puede usarse con diversas metodologías, mayoritariamente cualitativas. Debido a que su uso generalizado es bastante reciente existen relativamente pocos manuales sobre su uso en la investigación (Prosser, 1998; Jewitt y van Leeuwen, 2001). Sin embargo ya ocupa un papel central entre las herramientas metodológicas utilizadas en la investigación en didáctica de las ciencias, en especial, aunque no de manera única, en el área del análisis del discurso y la comunicación multimodal (Kress et al., 2001) en el aula.

1. UNA HERRAMIENTA PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

El auge del video como metodología se debe, en buena medida, a cambios sociales relacionados con el creciente uso – consumo y diseño- de material audiovisual en la sociedad en su conjunto. La escuela, y por extensión su investigación, reflejan en su actividad estos cambios. En

parte por ser la escuela un ámbito de innovación social, en parte porqué los participantes de la actividad escolar traen consigo estos cambios.

La comunicación audiovisual ha ido ganando espacios e influencia en la conformación de comportamientos sociales. Estos cambios han ido de la mano de cambios tecnológicos que han permitido socializar las innovaciones tecnológicas en cambios de comportamiento y relaciones sociales (Carbonell, 2008). Podemos empezar con el cine como primera manifestación audiovisual de substrato tecnológico con efectos sociales extensos. La televisión ha generalizado los contenidos audiovisuales todavía más entrando en la cotidianeidad de las personas y propiciando cambios más profundos. Los ordenadores, en particular como puerta de entrada de Internet han abierto la puerta a la personalización de los contenidos posibilitando a través de una mayor posibilidad de selección de contenidos y, más esencialmente, generalizando la posibilidad de creación de mensajes audiovisuales. Esta capacidad creativa socializa el lenguaje audiovisual cómo vehículo de creación comunicativa.

Todos estos cambios tiene su repercusión en el aula donde llegan por dos vías que se interrelacionan. Por una parte las tecnologías que hemos mencionado han sido aplicadas a fines pedagógicos prácticamente desde su aparición como medios de comunicación de masas. De la misma manera que cada nueva ola tecnológica ha conllevado cambios sociales más profundos, su introducción en la escuela ha tenido una influencia creciente en la estructuración de la actividad de enseñanza-aprendizaje.

Por otra parte, los cambios sociales en el uso del lenguaje propiciados por la socialización de estas tecnologías entran en el aula de la mano de las prácticas comunicativas de profesores y, en mayor medida todavía, de los alumnos. Evidentemente ambas vías se refuerzan e influyen en la definición de unas prácticas comunicativas distintas que redefinen el diseño y uso de conocimiento y su encarnación en materiales diversos.

Estos cambios afectan dos dimensiones de la investigación educativa. En primer lugar afectan a la actividad investigadora por extensión de los cambios sociales. En segundo lugar, los cambios que sufre la escuela representan cambios en el propio objeto de estudio de la didáctica o, al menos, en una parte relevante de las perspectivas sobre este objeto. En este sentido el hecho de que la comunicación en el aula tenga componentes multimodales más acentuados sugiere la adopción de metodologías que permitan estudiar las características de este lenguaje. Así mismo, el hecho de que la comunicación en el aula cambie, y lo haga en el marco de cambios sociales amplios, aumentan el interés por su estudio, lo que a su vez contribuye a la difusión de las nuevas metodologías.

En segundo lugar el investigador, en tanto que participante de los cambios sociales, también adopta nuevas prácticas comunicativas. Prácticas que realiza a través de tecnologías que permitan articular narraciones audiovisuales. Por todo esto, el incremento del uso del video como herramienta metodológica no se debe únicamente al hecho que la tecnología de grabación, edición y análisis de datos audiovisuales sea cada vez más asequible a todos los niveles; la inclusión del video en un mayor número de campos de interés en didáctica se debe en gran medida a la socialización de la tecnologías relacionadas y a los cambios profundos en las prácticas comunicativas y narrativas que esta socialización está comportando.

2. EL VIDEO EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ASPECTOS PRÁCTICOS

En este apartado repaso brevemente los aspectos esenciales de la utilización del video en investigación en didáctica de las ciencias siguiendo el esquema utilizado en diversos proyectos en los cuales he participado como investigador, con especial hincapié en el proyecto *Dialogic Teaching* (Mercer et al., 2006). Este proyecto analiza la relación entre el concepto de Dialogic Teaching y aspectos concretos de la comunicación en el aula, estudiando clases de ciencias en escuelas de primaria y secundaria en Inglaterra. El proyecto utiliza una diversidad de datos incluyendo cuestionarios y entrevistas con alumnos y profesores y grabaciones exhaustivas de audio y video.

Los cuatro apartados siguientes hacen hincapié en la recogida, la edición, el análisis de las grabaciones de video y finalmente su relación con otros datos.

2.1. NO ES SÓLO ENFOCAR: RECOGIDA DE DATOS

La grabación de clases en video se considera a menudo una manera de recoger fidedignamente lo que ocurre en el aula para poder visionar más tarde lo que en el aula ha ocurrido como si pudiéramos asistir a la clase en el momento que nos apetezca y sin tener que salir del despacho. Esta idea se traduce a veces en la idea de que los datos recogidos en video son utilizables de manera casi universal. Cualquier investigador podrá utilizarlos para su investigación con posterioridad. Este no es únicamente el punto de vista de investigadores noveles en el uso del video, el propio ESRC (el consejo para la investigación social y económica), el órgano más importante de apoyo a la investigación en nuestro campo en Inglaterra, pide a los receptores de sus ayudas que pongan a disposición de otros investigadores los datos recogidos, especialmente las grabaciones de video. Pese a lo extendido de este punto de vista las grabaciones de video distan mucho de ser una herramienta objetiva. Presenta un grado

de subjetividad similar al de otras herramientas metodológicas. Subjetividad que empieza con la recogida de datos o grabación.

La cámara no es nunca objetiva. Su propio emplazamiento ya representa la subjetividad del investigador. Sin embargo la memoria de la cámara si es más objetiva que la del investigador puesto que una vez decidido que recoger en su campo visual la información disponible en el futuro para el análisis no dependerá de otros factores personales como es el caso de los investigadores.

Posicionar la cámara

La única información referida a la clase que podremos recuperar viendo la grabación de video es aquella que la cámara pueda recoger a través de su lente y de su micrófono. Lo que pude parecer una obviedad limita enormemente los datos que podemos recoger. En primer lugar las dimensiones del aula y el angular de las cámaras de video de tipo doméstico que utilizamos comúnmente en nuestras investigaciones hacen imposible recoger en un plano fijo toda el aula desde cualquier emplazamiento. En segundo lugar, y más importante, el emplazamiento de la cámara determina el tipo de información que podemos recoger. Así pues si estamos interesados en la actividad del profesor en la mayor parte de las aulas podremos situar la cámara en el fondo de la clase. Tal emplazamiento, sin embargo, limitará la recogida de datos sobre las expresiones de los alumnos que estarán dando la espalda a la cámara. El emplazamiento determina en gran medida el punto de vista subjetivo que sobre la actividad nos da la grabación audiovisual. Esta subjetividad es inherente al proceso de recogida de datos y no es subsanable aumentando la cantidad de información que recogemos. Carey Jewitt (2006) comenta sobre la utilización de dos cámaras fijas en el aula en extremos opuestos del aula que crean en el visionado de la información un espacio partido entre profesor y alumnos que no refleja la impresión que se tiene al observar presencialmente clases de ciencias. Cualquier emplazamiento de la(s) cámara(s) se convierte en un punto de vista y por lo tanto, en una carga subjetiva sobre los datos recogidos. Un mayor número de cámaras, a demás de no ofrecer datos objetivos, aumenta la carga de trabajo de edición y análisis.

Independientemente del número de cámaras suele ser conveniente la utilización de micrófonos adicionales. Esto es especialmente necesario en condiciones de aula en las que el ruido ambiental puede interferir con la pista de audio de la cámara de video.

Una de las consideraciones de toda intervención en el aula es hasta que punto interferimos con la actividad. Aceptando que tal interferencia es siempre inevitable las cámaras se consideran a veces especialmente

invasivas. En efecto en un primer momento la cámara puede atraer mucha atención, pero su efecto es generalmente mayor en los profesores que en los alumnos. Por una parte los alumnos están por lo general mucho más habituados a ser grabados con cámaras de video en su vida fuera de la escuela y olvidan rápidamente su presencia en el aula –especialmente cuando descubren que no se trata de un programa de televisión-. Por otra parte los profesores ven frecuentemente la cámara como un evaluador y en ocasiones actúan para la cámara en consecuencia.

2.2. DE LA CINTA AL .MPG: PREPARACIÓN Y EDICIÓN DE DATOS

Una vez obtenida la grabación en audio y vídeo es necesario editar este material para que preparar su análisis. Normalmente la edición deberá prepara los datos para ser visionados y/o analizados con un ordenador. Los detalles de cómo editar los datos dependerán del tipo de datos recogidos, el tipo de análisis y de di se va a utilizar algún programa de análisis específico.

El primer paso de la edición es convertir las grabaciones en archivos informáticos. Cuanto más Standard sea el formato de estos archivos más fácil será compartirlos con otros investigadores. Una vez toda la información esté digitalizada en un formato conveniente es el momento de editar el contenido. Dependiendo del tipo de datos y del análisis que se quiera hacer la edición de su contenido será más o menos laboriosa. Así, por ejemplo, la grabación de una entrevista con una sola cámara y sin micro adicional puede no requerir edición de contenido alguna antes del análisis. Por el contrario, datos obtenidos en el aula con dos cámaras de video y varios micrófonos pueden requerir una edición más elaborada dependiendo de cómo vayan a ser analizados. En muchos casos será conveniente mezclar el audio de distintas fuentes para optimizar su comprensibilidad o para centrarse en unos participantes u otros según la actividad. En cuanto al video puede optarse por mantener la información procedente de diferentes cámaras en archivos separados pero en otros casos mezclaremos más de una fuente de video con planos y contraplanos para analizar interacciones centradas en lo que se dice, o con planos partidos para poder analizar aspectos multimodales de la interacción, por ejemplo.

Dependiendo de cómo vaya a realizarse el análisis puede ser conveniente editar los archivos resultantes de la edición de contenido en clips de longitud relevante para la investigación. Esta fase de la edición no es necesaria si el se va a utilizar algún programa de análisis cualitativo de video.

Como puede apreciarse el proceso de edición de datos audiovisuales puede ser complejo y requerir un tiempo importante de dedicación. La manipulación de los datos durante su edición responde, principalmente, a el tipo de análisis que va a utilizarse y, por lo tanto, introduce elementos subjetivos en la forma final de los datos que van a utilizarse en el análisis. Conviene tener bien presente durante el análisis que los datos que estamos utilizando no una representación de la actividad que queremos investigar sino una representación audiovisual que hemos diseñado a través de nuestras decisiones sobre la grabación y la edición de los datos. De manera muy específica la tecnología nos permite construir un discurso investigador a través del diseño y producción de los datos que vamos a utilizar en nuestro análisis.

2.3. TRASCRIPCIÓN Y ANÁLISIS O VICEVERSA

Es bien sabido que la preparación de datos para su análisis forma parte del propio análisis. En el caso de datos audiovisuales esto es especialmente cierto tal como hemos visto en el apartado anterior.

En el caso de grabaciones de audio la primera manipulación que suele hacerse de los datos en preparación del análisis es su trascripción. Pese a que la trascripción ya supone una elección de datos y de cómo presentarlos es relativamente fácil mantenerla separada del análisis. La tarea es más difícil cuando analizamos videos. Normalmente utilizamos datos audiovisuales por su mayor riqueza, respecto a por ejemplo grabaciones de audio. Esta riqueza nos permite analizar aspectos multimodales de la comunicación en el aula. Qué aspectos multimodales serán relevantes para nuestro análisis y como los relacionaremos depende en gran medida de cada investigación. Por lo general, la propia naturaleza multimodal de los datos convierte la trascripción en un ejercicio bastante más complejo e interrelacionado con el análisis.

La interconexión entre trascripción y análisis conjuntamente con el uso de programas de análisis que permiten trabajar sobre los archivos de datos editados ha conllevado una gran variedad en el tipo de transcripciones y en su uso durante el proceso de investigación (Kress. et al., 2001; Norris, 2004). Mientras que algunos investigadores siguen creando trascripciones multimodales de los datos, en ocasiones muy sofisticadas y relacionadas con modos de comunicación específicos, antes de realizar el análisis, otros investigadores preferimos empezar el análisis propiamente dicho a partir de los datos editados y realizar trascripciones con posterioridad. En estos casos la trascripción puede ser una manera de presentar los datos más que una herramienta para el análisis.

Los distintos papeles que puede jugar la trascripción multimodal están muy relacionados con la utilización de programas de análisis cualitativo.

Cada vez son más numerosos los programas que permiten analizar directamente archivos audiovisuales. Así es posible seleccionar episodios, añadirles comentarios, codificarlos y conectarlos con otros datos de la investigación. Una vez analizados los programas permiten realizar búsquedas, seleccionar y reagrupar episodios para estudiar hipótesis construyendo narrativas nuevas sobre la deconstrucción de los datos iniciales. Esto significa que al llegar al análisis de los datos el investigador ha construido una narración sobre la actividad estudiada con una base material, audiovisual, muy potente, puesto que se articula con el lenguaje prevalerte en nuestra sociedad. Se da la paradoja, por lo tanto, de que siendo la recogida de datos objetivos una de las razones por las que se ha extendido la utilización del video como herramienta, este formato acaba dando fuerza a las narrativas subjetivas construidas por el investigador.

Software para el análisis cualitativo de los videos

Pese a la gran utilidad de los programas específicos nada nos impide analizar el video sin ellos. De hecho estos programas empezaron a diseñarse para permitir llevar a término el mismo tipo de investigación cualitativa que tradicionalmente se ha hecho con métodos analógicos (lápiz y papel, fichas, etc.) o con sus equivalentes informatizados (procesadores de texto y bases de datos). Estos programas, en un principio, pretendían ser una ayuda para la realización de tareas repetitivas, la gestión de corpus de datos extensos y las búsquedas dentro de los datos y en su análisis. Su evolución posterior[1] especialmente por lo que se refiere a la capacidad de analizar directamente datos audiovisuales y la capacidad de hacer búsquedas complejas han ido alejando el análisis hecho con estos programas del que puede realizarse con métodos más tradicionales.

Selección y codificación de episodios de video

Los dos elementos básicos del análisis de videos, a parte de los comentarios generales, son la selección de episodios y su posterior codificación. La selección de los episodios, o secciones de las grabaciones, para su codificación puede hacerse, fundamentalmente, con dos criterios. Por una parte pueden utilizarse intervalos fijos de tiempo, por ejemplo un minuto. Este criterio es especialmente adecuado cuando se pretende cuantificar algún aspecto del análisis. El otro criterio general es la elección ad hoc de la longitud temporal de cada episodio. En estos casos la selección de los episodios responde a criterios de análisis de algún aspecto relevante del contenido de la grabación.

[1] Los programas más utilizidos tienen su orígen en la década de los 80 y los primeros programas comerciales con capacidad de analizar video directamente aparecen durante la presente década.

En el caso del Dialogic Teaching seguimos ambos métodos. Los intervalos fijos se utilizaron para cuantificar el uso de una característica del discurso, los enfoques comunicativos (Mortimer y Scott, 2003), por parte de los profesores. Para el segundo método escogimos episodios que se correspondieran con actividades propuestas por el profesor. Esta elección estaba fundamentada en nuestro marco teórico y acabó determinando la narrativa que construimos para interpretar las clases, que se articuló alrededor de estas actividades (Scott y Ametller, 2006). En una segunda fase del análisis decidimos integrar ambas secuenciaciones para estudiar relaciones entre las acciones a escala micro- y meso-temporal. Interrelaciones entre distintos tipos de secuenciaciones son utilizadas por otros colegas en su análisis (Thibergien y Buty, 2007).

El uso del software de análisis nos permitió una gran flexibilidad en nuestra codificación, partiendo de unos códigos asociados a nuestro marco teórico, ampliándolos durante el primer análisis, refinando e integrando los códigos a través de búsquedas y de representaciones gráficas dentro del mismo software para terminar articulando parte de los resultados alrededor de los códigos resultantes. Durante este proceso los datos de video iniciales fueron segmentados y reorganizados atendiendo a criterios analíticos. Esto significó que en todo momento teníamos acceso directo a los datos pero que, por otra parte, raramente visionábamos las clases en su integridad. Los pros y contras de esta capacidad de manipulación de los datos se discuten brevemente en el apartado 3.

2.4. EL VIDEO EN EL CENTRO O EN LA PERIFERIA: MIXED-METHODS

Una de las características de la investigación cualitativa es el uso de diversos tipos de datos. Pese a la riqueza de los datos audiovisuales la mayor parte de investigaciones precisan de otros tipos de datos cuyo análisis puede combinarse en mayor o menor medida con el análisis del video.

En algunos casos el análisis de los videos se pone en relación con análisis cuantitativos, como en el caso del TIMSS Video Study (Roth et al., 2006), donde los resultados cualitativos se interpretan por separado y en el contexto cuantitativo del TIMSS. En otros casos el análisis se los videos se integra al de otros datos.

En el proyecto Dialogic Teaching se utilizaron videos, entrevistas a alumnos, material de clase producido por los propios estudiantes y cuestionarios (Ametller y Scott, 2007). Estos datos se analizaron por separado para responder a preguntas de investigación específicas – por ejemplo se codificaron todos los cuestionarios para analizar el aprendizaje de los grupos-clase- pero se analizaron integradamente para analizar el perfil de aprendizaje de algunos alumnos. Para ello se seleccionan todos

los *episodios* de los datos disponibles *protagonizados* por aquellos estudiantes, y con la ayuda de ATLAS.ti (Muhr, 2004) construimos una narración del proceso individual de desarrollo conceptual. En este caso el video abandona el espacio central del análisis para pasar a ser un elemento más. En otros casos, como ocurre en el proyecto EPSE (Millar et al., 2006), las grabaciones de video se utilizan básicamente para contextualizar los resultados del análisis de los cuestionarios de los alumnos, situando a los datos audiovisuales en la periferia del análisis.

3. EFECTOS DEL VIDEO EN LA INVESTIGACIÓN COMO ACTIVIDAD: CUESTIONES GENERALES

Toda actividad cambia cuando cambian las herramientas con las que se desarrolla. La introducción del video supone un cambio tecnológico casi constante para la investigación puesto que la introducción de la cámara viene acompañada frecuentemente del uso de otras herramientas. Algunas de estas herramientas se han diseñado específicamente para la actividad investigadora, otras tienen su origen fuera del campo y son cooptadas para la investigación.

Las herramientas no específicas de la investigación, como las cámaras, son además de uso común en la sociedad, lo que provoca cambios constantes en su desarrollo tecnológico. Estas herramientas incluyen programas informáticos que han sido desarrollados para otras actividades, como la edición del video doméstico o semi-profesional. Estas son las actividades que configuran el diseño de estos programas, que determina en buena medida los posibles usos de los propios programas y, en consecuencia, incide sobre su uso para la investigación. Todas estas herramientas tienen un papel importante en el establecimiento de vínculos entre la cultura audiovisual de la sociedad de la información y la investigación.

Otras de las herramientas relacionadas con la utilización del video como herramienta de investigación son los programas informáticos destinados a al análisis cualitativo, incluyendo datos audiovisuales.

En los últimos años se presiona desde diversos frentes para que la investigación educativa se adecue a un paradigma de investigación *científico* (Blunkett, 2002; Hammersey, 2002; NCLB, 2001). Pese a que destacadas voces han advertido del riesgo que este sesgo puede tener para el sistema educativo en su conjunto (Hodkinson, 2008) éste se perpetua en la asignación de dotaciones económicas a proyectos de investigación. El uso del video como herramienta no es ajeno a esta situación.

El potencial del video como herramienta ha hecho aumentar su peso en la investigación y por extensión en las actuaciones que se derivan de ella.

Cuando a partir de resultados de investigaciones basadas en el análisis de video diseñamos, por ejemplo, la formación profesional de docentes, lo hacemos, por la propia naturaleza de los datos, en base a observables. Evidentemente el análisis de la práctica docente a partir de videos y su uso en programas de formación se ha demostrado útil pero no debemos olvidar que se trata de un punto de vista limitado. Sin completar la información procedente de las grabaciones de video con otros datos obtendremos una visión reduccionista de la actividad de enseñar-aprender y nos alejaremos de modelos más heurísticos que nos permitan estudiar adecuadamente el proceso educativo.

3.1. Dislocaciones temporales y espaciales

La clase pasa una sola vez y el video podemos verlo miles de veces. Nuestro recuerdo de lo ocurrido en el aula, a través de esta capacidad de volver a visionar las grabaciones, acaba siendo muy diferente de la memoria que tienen de las clases alumnos y profesores. Esto permite realizar micro análisis de aspectos difíciles de captar en una observación de aula. Sin embargo esto también conlleva un peligro. Algunos aspectos de la actividad se amplifican por la repetición adquiriendo una importancia que no aprecian los participantes de la actividad. En algunos casos esto puedo poner de manifiesto elementos explicativos que de otra manera pasarían inadvertidos, pero puede ocurrir que esta amplificación puede llevarnos a atribuirles una importancia mayor a la que en realidad tienen

La tecnología nos permite jugar con la continuidad temporal de los datos durante su análisis. El tiempo gana elasticidad. Podemos seleccionar distintas partes de diversas grabaciones y unirlas, no sólo conceptualmente, sino *físicamente* en una colección de video clips para su visionada como un conjunto narrativo. Los saltos temporales quedan diluidos en el *montaje* y los episodios quedan descontextualizados. Esto nos permite expresar nuestra interpretación a través de una narrativa audiovisual pero también corremos el riesgo de falsear, en el análisis o en su presentación, aspectos relacionados con la coherencia temporal del proceso de enseñanza y aprendizaje. Parte de este tempo está planificado, compuesto, por el profesor teniendo en cuenta la distancia temporal entre los episodios. Eliminar los espacios de tiempo entre episodios a través del montaje es como eliminar los silencios en una composición musical, acaba siendo otra pieza.

A la dislocación temporal el proceso de análisis del material audiovisual puede conllevar una dislocación temporal. De la misma manera que el montaje nos permite unir episodios alejados en el tiempo, diversos espacios (aulas y escuelas) pueden verse yuxtapuestos. Pero esta no es la única manera por la que el video como herramienta afecta al espacio en la investigación. De manera muy concreta el video ha alejado a muchos

investigadores del aula. Al utilizar las grabaciones que otros miembros del equipo han realizado algunos investigadores pierden el contacto presencial con el aula, perdiendo así información que el video no puede recoger y sin la cual es difícil contextualizar correctamente las grabaciones. Este alejamiento del aula conlleva también un alejamiento de los profesores, y de los alumnos, agravando el riesgo de perder la conexión entre la investigación y la práctica docente del que hablaremos en el siguiente apartado.

3.2. DECONSTRUIR EL MUNDO, CONSTRUIR UNA NARRATIVA SOBRE EL AULA

El video como herramienta de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias se utiliza fundamentalmente en estudios cualitativos. Ante el empuje cuantitativo referido anteriormente numerosas voces críticas han defendido la relevancia de las metodologías cualitativas para la creación de conocimiento relevante para la investigación educativa (Hodkinson, 2008). En este contexto podemos situar el interés que desde hace años han despertado las aproximaciones narrativas (Camberlayne, Bornat y Wengraf, 2000).

La importancia de las narrativas generadas por los participantes y los investigadores tiene una larga tradición. Bruner (1987) da una gran importancia a las narrativas personales situándolas en un lugar prominente del constructivismo, puesto que para él son estas narraciones las que definen, sino crean, la realidad. En esta línea Heikkinen et al (2000), hablando del cambio de paradigma narrativo, señalan que “nuestro conocimiento es una composición de narrativas”. A mi entender estas narrativas comprenden no únicamente las personales y autobiográficas, sino también las generadas por muchas de las investigaciones cualitativas. Con esto no defiendo una visión totalmente relativista de los resultados. Las narrativas generadas por la investigación deben tener un criterio de validez, en relación no de correspondencia (Wittgenstein, 1962), sino de comparación productiva con otras narrativas de investigación y, especialmente, con las narrativas personales de los propios participantes.

Esta comparación de narrativas será productiva en tanto a través de ella mejore la actividad estudiada y su comprensión, en base a criterios conmensurables. No se trata sin embargo de una visión puramente pragmática sino que tiene puntos de contacto con experiencia hermenéutica de Heidegger (1971) y en especial la interpretación de Gadamer (1998, citado por Heikkinen et al. 2000) donde a través de la narrativa resultante de la investigación somos capaces de reconocer el objeto de estudio más como él mismo que antes de la investigación. No entro aquí a discutir si el objeto mismo ha cambiado por cause de la

nueva narrativa, pero en todo caso habrá cambiado para quienes la comparación resulte productiva.

El video resulta particularmente adecuado para la construcción de narrativas que reflejen la perspectiva del investigador sobre el proceso que puedan ser compartidas y contrastadas con las narrativas personales de los participantes – profesores y alumnos -. Como ya hemos visto la tecnología permite que deconstruyamos la realidad que hemos recogido en las grabaciones, que modifiquemos según nuestro criterio las continuidades temporales y espaciales y que presentemos nuestra interpretación como una narrativa audiovisual. No olvidemos que este formato es el canal principal de transmisión de información en nuestra sociedad. Reproducimos a través de esta metodología lo que ya ocurre a nuestro alrededor. Vivimos el mundo básicamente a través de su reconstrucción en la pantalla. Aceptamos que esta manipulación tecnológica de la realidad determina nuestra propia realidad. A través de la edición y análisis del video corremos el riesgo dejamos de estudiar lo que pasa en el aula para estudiar lo que pasa en la grabación editada. Este cambio no es negativo en si mismo siempre y cuando seamos conscientes de él durante la investigación y los resultados sigan siendo relevantes para los participantes. Para ello es conveniente contrastar frecuentemente las narrativas resultantes del análisis con las de los participantes en la actividad estudiada.

4. Referencias bibliográficas

Ametller, J. y Scott, P. (2007). What constitutes 'dialogic teaching' in upper elementary and lower secondary science classrooms? Artículo presentado en *ESERA Conference, Malmö, Agosto 2007.*

Blunkett, D. (2000) *Influence or Irrelevance: can social science improve government? Secretary of State's ESRC Lecture Speech*, 2nd February (London,ESRC/DfEE)

Bruner, J. (1987). Life as narrative. *Social Research* 54 (1), 11 – 32

Carbonell, E. (2008) *La consciència que crema*. Barcelona: Ara Llibres.

Chamberlayne, J., Bornat, J. & Wengraf, T. (2000). *The turn to biographical methods in social science*. London: Routledge.

Erickson, F. (2006). Definition and analysis of data from videotape: Some research procedures and their rationales. In J. L. Green, G. Camilli, & P. B. Elmore (Eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 177-205). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Hammersey, M. (2002) *EducationalResearch, Policymaking and Practice* (London, Paul Chapman)

Heidegger, M. 1971. *Poetry, Language, Thought*. New Tork: Harper & Row

Hodkinson, P. (2008) *What works' does not work! Researching lifelong learning in the culture of audit.* Valedictory Lecture. Leeds, 23 Junio 2008

Jewitt, C. (2006) *Technology, Literacy and Learning: A Multimodality Approach*. London: Routledge.

Jewitt, C. y van Leeuwen, T (Eds.) (2001) *A Handbook of Visual Analyis*. London: Sage.

Kress, G, Jewitt, C, Ogborn, J y Tsatsarelis, C. (2001) *Multimodal Teaching and Learning. The rethorics of the science classroom*. London: Continuum.

Mercer, N., Scott, P., Ametller, J., Dawes, L., & Kleine Staarman, J. (2006). Dialogic Teaching in Science Classrooms. Retrieved 09/04/2008, from http://www.education.leeds.ac.uk/research/cssme/projects.php?project=3&page=1

Millar, R., Leach, J., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2006). *Improving subject teaching : lessons from research in science education*. London ; New York: Routledge.

Mortimer, E. F., & Scott, P. (2003). *Meaning Making in Science Classrooms*. Milton Jeynes: Open University Press.

Muhr, Thomas. (2004). User's Manual for ATLAS.ti 5.0, ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH, Berlin

NCLB (2001) *No Child Left Behind Act, 1425 Cong. Rec*.

Norris, S. (2004) *Analyzing multimodal interaction. A methodological framework.* New York: Routledge

Prosser, J (Ed.) (1998) *Image-based Research. A Sourcebook for Qualitative Researchers*. London: Routledge-Falmer Press.

Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H.E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., Rasmussen, D., Trubacova, S., Warvi, D., Okamoto, Y., Gonzales, P., Stigler, J., and Gallimore, R. (2006). *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study* (NCES 2006-011). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office

Scott, P., & Ametller, J. (2007). Teaching Science in a meanigful way: striking a balance between 'opening up' and 'closing down' classroom talk *School Science Review, 88*(324), 77-84.

Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Studying science teaching practices in relation to learning. Times scales of teaching phenomena. In R. Pintó & D.

Couso (Eds.), *ESERA Selected Contributions book.* (pp. 59-75). Berlin: Springer

Wittgenstein L. (1962). *Tractatus logico-philosophicus : the German text of LudwigWittgenstein's Logisch-philosophische Abhandlung with a newtranslation*. London: Routledge & Kegan Paul.

TENDENCIAS METODOLÓGICAS CONTEMPORÁNEAS DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS[1]

José GUTIÉRREZ PÉREZ

Dpto. Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Granada

"La defensa de la vieja posición en que las Didácticas Especiales no tienen identidad propia, no sólo es ya imposible de mantener, es que ha dejado el campo de la Didáctica General desarmado"

(Bolivar, 1999, 89-90)

1. EXCELENCIA INVESTIGADORA, JUBILACIÓN ANTICIPADA Y NUEVAS GENERACIONES DE DOCENTES E INVESTIGADORES EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Empiezan a jubilarse ya las primeras cohortes de profesores que ocuparon cátedras y titularidades por oposición LRU en Didáctica de las Ciencias en España (DCE). Varones en su mayoría, se doctoraron en Facultades de Ciencias, algunos con trabajos que hacían guiños a la educación o la tomaban, solamente, como campo de experimentación pero desde la mirada de una tradición formativa en ciencias (puras y duras). Su retirada abre paso a dos nuevas generaciones marcadas por una genealogía con ascendentes y descendentes en el campo educativo. Una prueba más de que este campo disciplinar está vivo, madura, culmina un ciclo vital en su proceso de institucionalización y legitima públicamente su esfuerzo en la consolidación de una comunidad científica en la que se abre paso a nuevas etapas y a los valores añadidos que aportan las nuevas generaciones que se incorporan a este área. Generaciones más políglotas, con mayores oportunidades de movilidad, torturadas por fórmulas inéditas de selección y acreditación de méritos docentes e investigadores, cuyo trabajo ha de contribuir a una mayor credibilidad académica, al incremento del impacto social y al aumento de la visibilidad y excelencia de sus productos científicos. Reforzando así una identidad profesional en tránsito hacia mayores cotas de madurez.

Treinta años y apenas tres generaciones encabalgadas de investigadores *juniors* recién llegados, sometidos a la disciplina y tensiones de los ritos iniciáticos de la promoción profesional; *seniors* en plenitud de facultades y productividad; y *majors* en retirada anticipada voluntaria, traumática obligatoria o emérita progresiva[2]. En cada uno de los profesores e

[1] Este trabajo está enmarcado en una primera fase del **Proyecto de Investigación EDU2008-03898/EDU**, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

[2] Mi más sincero respeto y admiración a las personas singulares, estructuras institucionales y esfuerzos colectivos invertidos por construir cultura disciplinar, consensuar estándares de exigencia y definir normas de convivencia a las que atenerse en cada momento, que no es poco.

investigadores que integran el colectivo de la DC se acumulan y sintetizan de forma condensada todo un bagaje profesional que refleja los giros epistemológicos, los grandes cambios metodológico-investigadores y las transformaciones sociales y políticas acaecidas en la universidad española de las tres últimas décadas. Tres décadas lideradas por tres cohortes que mantienen una simetría cabal con el uso y prevalencia de métodos de indagación de distinta naturaleza (de orientación más cuantitativa en la primera, cualitativista en la segunda e híbrida en la tercera).

Circunstancias que han condicionado los modos de dar clase, la manera de enfocar la investigación, las formas de evaluar a los estudiantes, la manera de entender el conocimiento profesional y los estilos de divulgación de los resultados científicos; procesos y productos todos ellos que inevitablemente, para bien o para mal, han salpicado con sus criterios las vidas singulares, condicionado con sus estructuras los modelos de organización y participación y modelado con sus arquetipos y formas de enculturación las tendencias al uso (progresistas o conservadoras) y las modas de investigación "políticamente correctas", académicamente en boga y los estándares asumidos como verdades incuestionables de cada una de las etapas[3].

Para explicar las tendencias, antecedentes y evolución de la DC, caben posiciones encontradas (Perales, 2000: 17):

> "¿Como disciplina autónoma, frontera, acumulativa, de carácter científico, seudocientífico?
>
> [...] se podrían barajar distintas argumentaciones y lecturas, desde las más escépticas a las más entusiastas. Entre las primeras, podría decirse que se trata de un modo más de consolidarse profesionalmente en el contexto universitario (por ejemplo, mediante la obtención por concurso de una plaza de profesor permanente o a través del "poder" generado por los departamentos que incluyan a la DCE como área de conocimiento). Entre las segundas, podrían mencionarse las de aquellos que la consideran como un instrumento imprescindible para difundir el conocimiento científico en cualquier nivel educativo y social"

Ahora, justo ahora, empieza a ser el momento para iniciar algunos balances que vayan más allá del círculo estéril y "vicioso" del impacto de las citas, "de la ciencia industrial", de la membresía académica y de la paupérrima y empobrecedora mirada a al seno interno de los patrones de producción de las propias áreas. Ahora que empezamos a tener certezas sobre el valor de la incertidumbre en lo económico, lo social y lo político y lo científico es buen momento para mirar el pasado con perspectivas de futuro, en ese intento de "trasladar la metodología científica al ámbito

[3] Vayan por delante mis disculpas por la intromisión como observador externo a un campo disciplinar al que no pertenezco de pleno derecho aunque mantenga vías de colaboración estrecha desde que inicié mis estudios de maestro del Plan 70 de la especialidad de Ciencias Físico-Naturales, en la antigua Escuela Normal de Maestros de la Universidad de Granada.

didáctico", como revulsivo ante "la otra cara de la Ciencia: coste ambiental, miedo nuclear, explotación obrera y del tercer mundo, deshumanización, etc., lo que va traduciéndose en una puesta en cuestión de los presupuestos de partida en los que subyacía una idolatría hacia la Ciencia *per se* y hacia sus ilimitadas expectativas" (Perales, 2000: 22).

Bajo estas consideraciones "a caballo" entre las historias individuales y las historias con mayúscula de nuestras instituciones y de nuestras creaciones, ha parecido oportuno incluir este año un seminario metodológico dentro los *XXIII Encuentros en DCE*, que abriera debate, retomara temas recurrentes que venían apareciendo en encuentros anteriores y que de forma reiterada seguirán presentes como rumores permanentes en sesiones y pasillos:

- ¿por qué no nos habrán concedido la mención de calidad al programa de doctorado?
- ¿por qué razones nos deniegan los tramos, nos rechazan los artículos o no nos conceden los proyectos que solicitamos?,
- ¿son muy graves los errores metodológicos que cometemos en nuestras investigaciones al usar diferentes tipos de métodos?,
- ¿adolecen realmente los proyectos que presentamos a las convocatorias de marcos de fundamentación metodológicos sólidos?,
- ¿los índices de rechazo de los artículos están justificados y tienen alguna relación con las prácticas habituales y los métodos que usamos?,
- ¿están justificados los índices de fracaso del área en la consecución de sexenios?,
- ¿por qué nuestras revistas no entran en ISI si en las bases de datos nacionales del INC-RESC y RESH ocupamos los primeros puestos del ranking?
- ¿en qué medida los instrumentos de investigación que usamos y los diseños de investigación que construimos responden a los estándares de calidad prescritos por otras comunidades de práctica científica?,
- ¿tiene alguna relación lo que hacemos en formación inicial de profesores con los rendimientos del PISA?,
- ¿qué grado de utilidad y penetración tiene nuestra investigación en la innovación curricular y en la sociedad, en general?

Nada más lejos de nuestro interés por aportar recetas prácticas, sería un error inútil, entre otras cosas porque año tras año los estándares cambian, se modifican los criterios y los fracasos estarían asegurados. Valga de ejemplo un trabajo reciente sobre la evolución de los criterios y estándares para la obtención de la mención de calidad en Programas de Doctorado (Buela y Castro, 2008) ofrece una interesante valoración sobre cómo los cambios producidos en las diferentes convocatorias pueden afectar y tener consecuencias negativas a la hora de preparar los documentos para conseguir por vez primera la mención o llegar a renovar (criterios que aparecen y desaparecen año tras año, ponderaciones que suben y bajan evaluaciones disparatadamente contradictorias en un mismo criterio, alto grado de disparidad y desacuerdo entre las evaluaciones de los expertos,…). Tampoco trataremos de encontrar soluciones universales, ni siquiera de abordar una mínima parte de las cuestiones aquí planteadas, cada una de las cuales constituye *per se* un campo de indagación con interés. Trabajos de detalle sobre cada una de estas y otras preguntas pueden encontrarse en una prolija y cada vez más abundante literatura especializada sobre cada uno de los temas (Fernández-Cano, 1995; Fernandez-Cano, 1999; Ruiz y Jiménez, 2006; Buela, Gutiérrez, Bermúdez y Vadillo, 2007; Buela, 2007; Buela y Sierra, 2007; Cangas, Fuentes y Gázquez, 2006; Vallejo, Fernández-Cano, Torralbo y Maz, 2007).

Más bien procuraremos ejercer de catalizadores del proceso de reflexión para poder hablar abiertamente y con naturalidad; reconocer los errores e identificar y definir los problemas supone un primer avance en el progreso hacia su solución. Especial énfasis pondremos en los procesos de producción, en los criterios de calidad y en los estándares a los que se ajusta la investigación contemporánea en lo que respecta a: los diseños de investigación más usuales; los procesos seguidos en la construcción de instrumentos y los estándares de calidad; la recogida de datos, las fuentes documentales, las formas de almacenarlos; el análisis de datos, los procesos de triangulación y el impacto de las nuevas tecnologías en los procesos de investigación; los procesos de difusión de hallazgos y publicación de resultados.

En este sentido, entre los objetivos que proponemos destacamos tres:

1. Debatir acerca de cómo hacer ciencia en DCE y cómo afectan los procesos de institucionalización a estas prácticas
2. Analizar buenas prácticas metodológicas e identificar errores comunes relacionados con las técnicas de recogida y análisis de datos cuantitativos y cualitativos

3. Hacer una valoración global sobre la visibilidad de la investigación y las tendencias contemporáneas

El esquema acordado para promover este debate aborda cuestiones puntuales sobre buenas prácticas cualitativas y buenas prácticas cuantitativas; a la vez que se analizan y ejemplifican los errores más comunes que solemos cometer en cada una de estas fases del diseño de las investigaciones, la construcción de los instrumentos, la recogida, análisis de datos y difusión de resultados. Presentamos en este seminario varios documentos sobre el uso de encuestas y cuestionarios, mapas conceptuales y entrevistas, análisis de videos y procesos de comunicación en el aula.

1. Algunas preguntas básicas sobre los modos de 'hacer ciencia' en didáctica de las ciencias experimentales y un ejemplo de análisis crítico en un trabajo de investigación de metodología cuantitativa, Vicente San José (2008)

2. Construcción y aplicación de mapas cognitivos en el análisis de cuestionarios y entrevistas del profesorado de ciencias, Vicente Mellado (2008)

3. Análisis de vídeos y comunicación en el aula: buenas y malas prácticas de investigación, Jaume Ametller (2008)

Desde una perspectiva autocrítica, en primer lugar, trataremos, de seleccionar algunos de los errores típicos que se cometen en el área asociados con las técnicas objeto de estudio de cada ponente, centrándose en la fase de diseño de instrumentos, recogida de datos, análisis y discusión de resultados. En segundo lugar, trataremos de dar sugerencias concretas de mejora para evitar prácticas metodológicas débiles e inconsistentes. En tercer lugar, desarrollar brevemente una secuencia completa ejemplificando uno o dos casos de buenas prácticas en el uso de cada uno de esos instrumentos. El trabajo complementario en grupos de interés específico podría permitir un acercamiento más profundo a cada una de estas técnicas en grupos reducidos y de forma intensiva, creando redes de interés metodológico dentro de la Asociación Ápice que permitan un intercambio más regular de problemas y soluciones basados en intereses comunes en el manejo de metodologías y técnicas específicas. Una idea inicialmente planteada entre los ponentes fue la de dedicar alguna parte de la sesión al desarrollo de talleres en grupos pequeños, si bien la escasez de tiempo nos hizo reconsiderar el planteamiento inicial, será ésta una propuesta que posiblemente pueda retomarse como práctica más habitual en la profundización e intercambio de experiencias por tópicos de interés metodológico en lugar de temático.

La incidencia de los cambios sociales en la reconversión metodológica de la DC

El cambio se ha introducido en nuestras sociedades como un factor de necesidad y consumo diario; y la investigación, como proceso institucionalizado estrechamente vinculada a las necesidades sociales de cada momento, se ha visto en la necesidad de preparar sistemáticamente a sus investigadores para afrontar situaciones venideras, muchas de ellas inéditas que han requerido reconversiones progresivas de los fundamentos metodológicos.

Como consecuencia del progreso permanente al que están sometidas las modernas sociedades actuales, se produce un desarrollo progresivo de mecanismos de adaptación de las personas e instituciones a los nuevos cambios que acontecen a su alrededor, estos procesos de acomodación afectan también a las prácticas de investigación. Investigadores y profesores de ciencias, mediadores directos de los sistemas educativos, han debido de acostumbrarse a las frecuentes reconversiones no sólo de su situación administrativa, laboral y profesional (en cuanto a las tareas, contenidos y herramientas de trabajo), sino también de su propia formación científica, académica y cultural, de sus propias costumbres, sus rutinas y hasta sus propias ideas y creencias.

La DC ha debido librar en su seno importantes batallas conceptuales para alcanzar el ritmo de los cambios y situarse a la altura de las circunstancias y retos de excelencia de sus áreas vecinas. Especialmente significativo ha sido el impacto epistemológico causado por la herencia de los movimientos racionalistas hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX; impacto que se ha notado más intensamente en el modo de proceder y afrontar los problemas de conocimiento teóricos que corresponden a este área especialmente en una primera etapa de consolidación. También en el quehacer cotidiano de los profesores, y en los mecanismos desarrollados para el control y seguimiento de los aprendizajes y acontecimientos del aula, han dejado huellas visibles esta serie de transformaciones, aunque no de una forma tan contundente como en la mencionada vertiente teórica. El avance que se ha producido en los últimos años en el campo de las DC está fuertemente condicionado por todo este conjunto de transformaciones externas que están acaeciendo en la sociedad en general. Por tanto, para entender los cambios internos y situar gran parte de los debates teórico-metodológicos que se vienen manteniendo en los últimos años en la comunidad de educadores e investigadores en ciencias, sería bueno considerar algunas referencias externas cuya influencia es más que evidente en el campo genérico de las ciencias sociales y en el campo específico de la DC.

En nuestro país se han dado una serie de circunstancias que han hecho posible el desarrollo de una cierta predisposición hacia el cambio y la innovación curricular: el avance en la legislación en los ámbitos universitarios, los nuevos currícula escolares asociados a cada reforma, el desarrollo de experiencias fuera de las escuelas,... la llegada de la teoría curricular, el impulso de los movimientos de renovación pedagógica y el desarrollo de un nuevo perfil de profesor investigador en el aula, la formalización de estructuras de difusión e intercambio de resultados de investigación, la constitución de comunidades de expertos en enseñanza de las ciencias, la articulación de medios de difusión especializados (revistas y asociaciones profesionales) y estructuras de investigación, debate y comunicación de los hallazgos en jornadas, seminarios, programas de doctorado), el aumento del gasto público en materia de investigación educativa... Así como la invención de instrumentos curriculares novedosos tales como los ejes transversales y asignaturas CTS como estrategias para proyectar en el conocimiento escolar los descubrimientos del entorno cotidiano y del saber popular, y una oportunidad excelente para trasladar a las aulas las nuevas preocupaciones, problemáticas y conflictos sociales del mundo real.

Los cambios no sólo han afectado a la fundamentación teórica y epistemológica de la DC, sino que se manifiestan global y puntualmente en todos y cada uno de las campos de investigación; así ocurre principalmente en: el cambio de rumbo de unos programas educativos que atienden más a los procesos puestos en marcha que a los resultados obtenidos en los mismos; la revisión profunda de los roles asignados por tradición a cada uno de los agentes educativos; las estrategias y mecanismos de control de calidad y rendimiento de las instituciones y actividades pedagógicas; la democratización general de las estructuras y estamento s educativos; la apertura epistemológica hacia nuevos criterios de credibilidad y validez de la investigación currícular y de los modos de construir el conocimiento. La D.C.E. ha realizado importantes avances en los últimos 30 años, relacionados con grandes cambios sociales, científicos y educativos (Del Carmen, 1997, p. 11). En pocos años han cambiado los enfoques, los marcos de fundamentación, las perspectivas y las metodologías; han cambiado las concepciones sobre los contenidos, las exigencias de la evaluación, las metodologías de trabajo en el aula, los marcos normativos y políticos y las formas de abordar los nuevos problemas educativos, también han cambiado los planes de formación de los educadores: de un didactismo inspirado en el aprendizaje con experimentos propio de las antiguas normales hemos pasado al estudio del currículum, la epistemología de la práctica y el estudio teórico en Facultades de Educación; y todo ello, promovido desde los propios departamentos de DC. La presión que han comenzado a ejercer los

resultados del cuerpo de investigación del campo disciplinar de la DC y el aumento de la literatura específica han enriquecido las propuestas curriculares y han generado cierto debate público y disposición al cambio.

Los cambios han afectado directamente a todos los elementos del contexto educativo, planteándoles nuevos retos y exigencias a las escuelas y su entorno, a los profesores, a los alumnos, a los materiales y recursos, a la evaluación y al currículum en general, abriendo nuevas vías de exploración investigadora:

1. Con la diversificación de los contextos, recursos y ámbitos educativos surgen también nuevas posibilidades de intervención y divulgación del conocimiento científico y nuevos retos a la investigación fuera de las aulas. El movimiento actual de "ciencia para todos" y las múltiples oportunidades de divulgación y encuentro distendido con la ciencia que nos ofrece la sociedad del conocimiento, conlleva un sólido esfuerzo de democratización de los privilegios de aprender ciencia de que disfrutaban unas determinadas clases sociales.

2. El aprendizaje se ha convertido en algo demasiado esencial para la economía moderna como para dejarlo exclusivamente en manos de las escuelas. No cabe duda que la nueva generación de tecnologías ha transformado totalmente el papel social del aprendizaje; y que el aprendizaje, que solía ser un claro proceso humano es ahora un proceso transhumano en el que la gente comparte cada vez más poderosas redes y cerebros artificiales... aunque la cuestión fundamental estriba en que los sistemas informáticos pueden manejar símbolos a la perfección, pero el aprendizaje consiste en adjudicar significados y dar contenido a los símbolos (Sancho, 1996, pp. 46-48).

3. Construir los propios aprendizajes a partir de los errores y concepciones parciales del mundo del alumno será un primer eslabón para entender y compartir el significado de los grandes modelos con los que trabaja la ciencia. En cuanto a los alumnos, todos estos cambios plantean importantes retos a la DC: una nueva relación más activa y personal con el conocimiento; el acceso real a un amplio rango de recursos de aprendizaje que rebasen los límites espacio-temporales del escenario escolar; nuevas concepciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia más versátiles, dinámicos e integradores; la preparación de los jóvenes para asumir responsabilidades de auto formación científica en un mundo cambiante; el desarrollo de destrezas emocionales y actitudinales en paralelo al desarrollo de capacidades intelectuales; una visión más flexible ante las perspectivas y requerimientos del mundo laboral. Se ha pasado de una ciencia para futuros universitarios a una "ciencias para todos".

4. En cuanto al profesorado, los profesores de ciencias deben ofrecer hoy a sus alumnos una perspectiva contextualizada de la ciencia, y a la vez, favorecer una construcción multidimensional y humanista de la misma, basada en esquemas de modernidad y cosmovisiones integradoras procedentes de diferentes campos disciplinares. Ya no basta con que expliquen formulas, hagan experimentos o demuestren teorías en el vacío; deben convencer de que la ciencia tiene un lado humano, trata sobre el mundo que nos rodea, posee unas limitaciones éticas y provoca unos determinados efectos sociales y ambientales. Estos retos plantean a los profesores la necesidad de revisar continuamente sus destrezas profesionales y ampliar su campo de cualificación adecuándolo a los avances sociales y a las necesidades del futuro.

5. Sobre el papel de la evaluación en el proceso de aprendizaje se ha revalorizado en los últimos años desde su dimensión formativa como un potentísimo instrumento para conocer las ideas de los estudiantes, planificar la acción en la resolución de una actividad, reflexionar sobre lo aprendido y autoevaluarse. La autorregulación personal a través de la toma de conciencia del progreso individual en cada etapa de los procesos de aprendizaje ha proporcionado ideas interesantes para adecuar la enseñanza a las necesidades y potencialidades de cada alumno (Jorba y Sanmartí, 1997, pp. 155-200; Caamaño, 1999, p. 40).

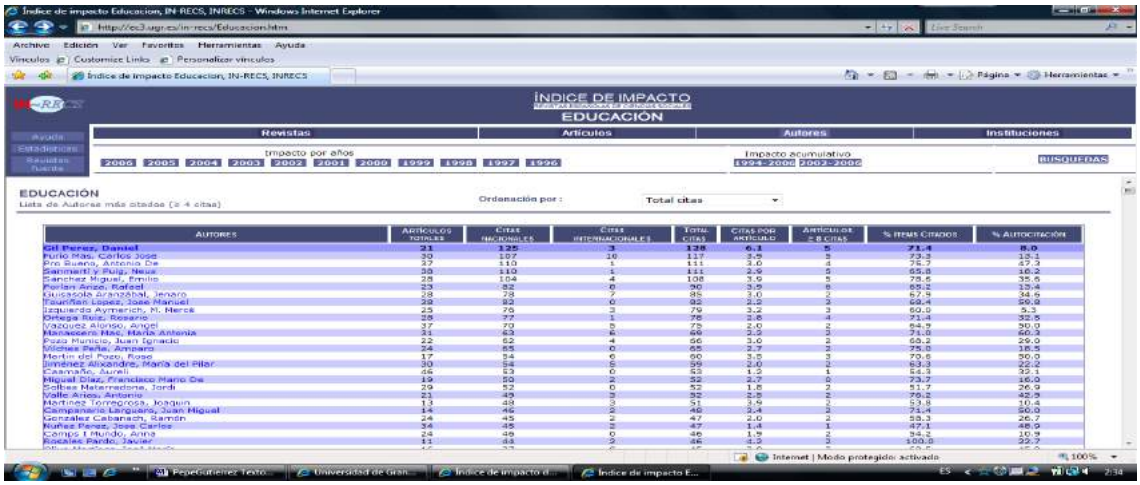
6. La reforma estructural del curriculum de Secundaria ha planteado como una oferta integrada desde el área de Ciencias de la Naturaleza, agrupando las asignaturas de Física y Química, Biología y Geología; en paralelo a una nueva área denominada Tecnológica, donde abordar las relaciones interdisciplinares entre la naturaleza de la ciencia, sus aplicaciones tecnológicas y las implicaciones sociales. En paralelo han aumentado las posibilidades de optatividad de los alumnos en campos novedosos conectados a la realidad.

En términos generales, la DC goza de buena salud, una alta autoestima externa y amplia visibilidad. Un pulso sencillo a algunas constantes vitales de los productos, más que de los procesos pone de manifiesto altas cotas de excelencia en diferentes frentes:

1. Las revistas más destacadas del campo disciplinar ocupan posiciones muy altas (primer cuartil) en los ranking del campo educativo, y algún año son las primeras.

http://ec3.ugr.es/in-recs/Educacion.htm

2. Los investigadores del campo ocupan las primeras posiciones en el campo de la educación en cuanto a número de artículos por década y citas recibidas. De los 10 autores más citados, 7 son del campo de la DC.



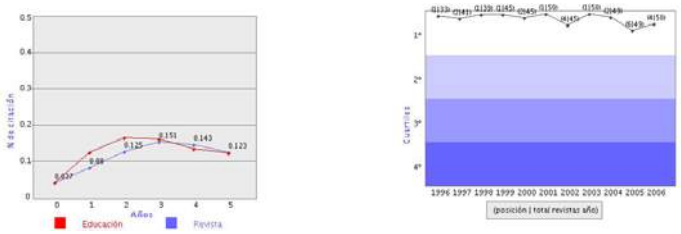
http://ec3.ugr.es/in-recs/Educacion.htm

3. Entre los 100 artículos más citados en el campo de la educación en el periodo 1994-2006, el 70% pertenecen a autores de Departamentos de DC.

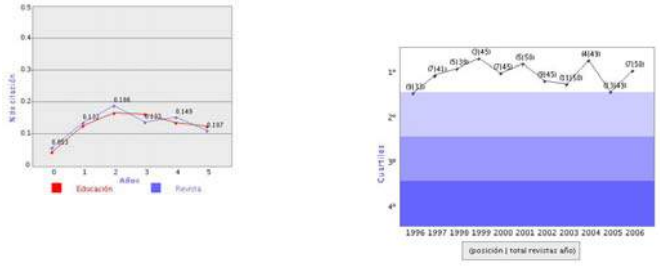
http://ec3.ugr.es/in-recs/Educacion.htm

4. El alto número de citas que reciben los investigadores del campo de la DC convierte a las instituciones más visibles en aquellas que poseen departamentos específicos de DC: Barcelona, Valencia, Madrid, Murcia, Granada.

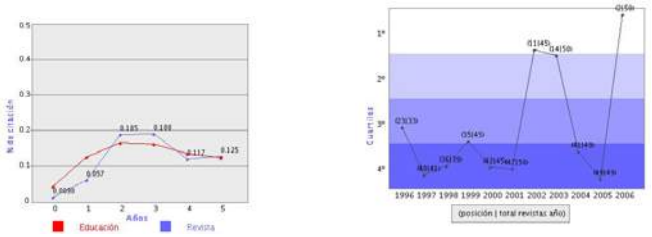
5. La posición relativa en cuanto a índices de envejecimiento sigue una progresión ascendente en todos los medios de difusión especializados:



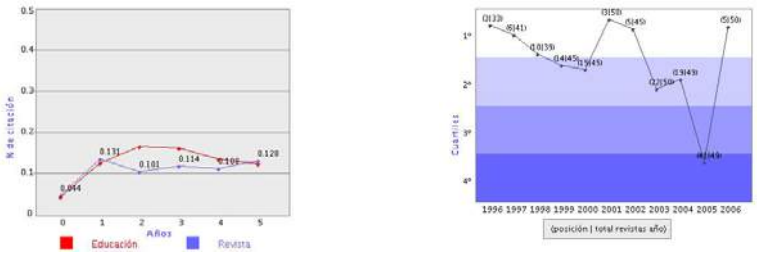
Rev. Enseñanza de las Ciencias



Rev. Alambique



Rev. Interuniversitaria de Formación del Profesorado



Rev. Investigación en la Escuela

6. La visibilidad internacional de los trabajos de investigadores en DC ocupa los primeros puestos respecto a la presencia de trabajos de Ciencias de la Educación en ISI (Fernández-Cano, 1999). Un review más reciente publicado en el *Internacional Journal of Science Education* analiza las publicaciones de tres de las principales revistas del campo y sitúa a España en 4º, 5º y 6º lugar en el periodo 1998-2002 (Tsai et al. 1995: 9).

AL RITMO DE UNA RECONVERSIÓN POR DÉCADA: ETAPAS Y TRAYECTORIAS EN LA INVESTIGACIÓN SOBRE DC

En términos muy generales y siguiendo el paralelismo con estas tres generaciones de investigadores que han ido dando forma al campo que nos ocupa, tres etapas podemos distinguir en la evolución de la investigación en el campo de la DC, atendiendo al enfoque metodológico adoptado en cada momento y al tipo de instrumentos empleados para abordar los problemas: una primera etapa de imitación y mimetismo metodológico positivista; una segunda etapa de rebeldía y rechazo de los enfoques e instrumentos dominantes; y una tercera etapa de integración y eclecticismo metodológico.

1ª etapa.- De imitación y mimetismo metodológico positivista. Hasta finales de la década de los sesenta, los marcos teóricos y de investigación sobre la educación estaban dominados por lo que se ha venido llamando los modelos de presagio-producto y proceso-producto y las metodologías de investigación positivista, principalmente de tipo experimental y estadístico eran las herramientas dominantes. El peso de las concepciones de la ciencia de corte positivista trajo consigo una excesiva mixtificación de todo lo relacionado con ella y más en concreto

con el método científico de obtener el conocimiento. De esta forma, se pensaba, que sería posible alcanzar y asegurar el descubrimiento de una verdad de ámbito universal, con una certeza que no admitía posibilidades de duda y, lo que también es muy importante, para siempre; se pensaba que la pedagogía podría quedar al margen de los intereses de todos los grupos humanos, de los ideales y de todos los objetivos e intereses concretos de éstos. El propósito ineludible de la investigación educativa, sería descubrir las regularidades y plasmarlas en leyes capaces de explicar y predecir los efectos de cualquier clase de práctica, dejando exclusivamente en manos de quienes investigan la capacidad de decidir y valorar todo lo referente a la eficacia y utilidad de cualquier propuesta de enseñanza y aprendizaje. Desde las ópticas positivistas no se quiere aceptar que los diferentes modelos de investigación a los que podemos recurrir para conocer la realidad escolar, seleccionan y otorgan a distintos aspectos o variables la posibilidad de definir y explicar los fenómenos propios de sus investigaciones. Las concepciones positivistas consideran los fenómenos educativos como naturales y buscan y confían en leyes científicas para explicarlos y afrontarlos, mientras que otras corrientes, especialmente la denominada teoría crítica conciben la realidad como una continua construcción social. (Torres, 1991, pp. 11-12)

En la investigación curricular que se ha venido realizando en el campo de la DC ha predominado esta visión de la ciencia positivista, como se pone de manifiesto en la revisión de Palacios y otros (1993, pp. 32-41): abundan las investigaciones de carácter experimental, entendiendo por tales aquellas que se preocupan por analizar el efecto de un tratamiento sobre uno o varios grupos, controlando determinadas variables (representan el 48% de los trabajos); algo menos las exploratorias (34 %), entendiendo por tales aquellos trabajos descriptivos que no realizan control de variables (estudio de ideas previas, actitudes de los alumnos, creencias de los profesores; son muy escasas las investigaciones teóricas (5%), consideradas como trabajos de reflexión no aplicada; y a partir de 1987, hay un grupo numeroso de estudios de investigación-acción (13%)

2ª etapa. De rebeldía y rechazo de los enfoques e instrumentos dominantes. Hasta la década de los ochenta no se empiezan a revisar los modelos de investigación sobre Enseñanza de las Ciencias. Con dificultad, aparecen las primeras tesis enfocadas desde perspectivas más cualitativas en las cuales no se tiene aún absoluta confianza? A estas realidades educativas el investigador se aproxima cargado de creencias, juicios, valores personales y conocimientos, siendo éstos los nuevos requisitos básicos de validez epistemológica y de credibilidad científica. Con el acercamiento progresivo al objeto de estudio, la dimensión valorativa, y evaluadora desplaza el asepticismo de la objetividad y el exceso de rigor

postulados por el positivismo lógico. A ello se une la gran insatisfacción existente ante los métodos cuantitativos, en su ambición por simplificar excesivamente las complejas realidades sociales, y reducidos a factores presumiblemente modulables, parcelables y medibles.

Un importante número de trabajos de investigación sobre Enseñanza de las Ciencias empiezan a aparecer desde este enfoque a finales de los 80 y a lo largo de toda la década de los 90. De una parte, se tiende a abandonar las encuestas como metodología de investigación por excelencia; la observación sistemática se va imponiendo como método más integrador; se afianza la tendencia a no limitar las observaciones al estrecho marco de un registro predeterminado basado en un esquema cerrado diseñado previamente al trabajo de campo (Esteve, 1997: p. 15); se empiezan a considerar las significaciones interpersonales, el valor del aprendizaje compartido y la necesidad de cometer errores para desarrollar puntos de vista de mayor complejidad sobre el mundo que nos rodea; se tiende a abandonar los enfoques centrados en la obtención de un perfil de profesor eficaz o ideal, para dedicarse a los estudios de caso y trabajos etnográficos sobre desarrollo profesional del docente, habilidades de comunicación y estilos de motivación para el desarrollo de la argumentación científica (Lemke, 1997; Jiménez, 1998, 1999); se va perdiendo el interés por los estudios de rendimiento y estudios correlacionales, o en su caso se mantienen como estudios puntuales de carácter comparado y de rango internacional; el campo de las actitudes se asienta como ámbito inexplorado y complejo al que se siguen dando respuestas de investigación de corte psicométrico; empiezan a aparecer con cierta regularidad trabajos de evaluación de la producción investigadora en el campo de la D.C.E., aunque se mantiene la herencia cuantitativa como soporte metodológico principal (véanse por ejemplo Palacios et al., 1993; López y otros, 1998).

Toda la línea de investigación sobre las ideas previas y conceptciones que ha desarrollado en DC se sitúa aquí, también los estudios sobre errores conceptuales y estilos cognitivos; todos los trabajos sobre el pensamiento de los profesores y el conocimiento del contenido didáctico y el desarrollo profesional de los docentes, así como las investigaciones de corte observacional y de orientación más etnográfica referidas a la ciencia de la vida cotidiana, o los estudios observacionales desarrollados en museos de ciencias, salidas de campo y actividades en centros de educación ambiental desde perspectivas de investigación naturalista.

Entre los principios generales del nuevo modelo metodológico en que se inspira la investigación cualitativa cabe destacar con Taylor y Bogdan (1992, pp. 19-23) los siguientes: la investigación cualitativa es inductiva; los escenarios se contemplan desde la globalidad de sus circunstancias; se

tienen en cuenta los efectos que provoca el investigador en el contexto y las personas que son objeto de estudio; sus técnicas de trabajo procuran imitar la naturalidad de los acontecimientos, con procesos de observación amplia, no excluyente y entrevistas abiertas no estructuradas; intenta comprender a los individuos bajo sus propios marcos de referencia, con su mismo esquema de valores, su propia ideosincrasia y hasta haciendo uso de idéntico lenguaje; el investigador contempla los fenómenos como si estuvieran ocurriendo por primera vez, sin un significado previo para el investigador; no se persigue una concepción unánime de la verdad, sino una descripción comprensiva de los diversos significados y puntos de vista; los datos que se obtienen de los escenarios no son reducidos a números y ecuaciones puesto que perderían el significado específico y la potencialidad expresiva que los caracteriza; la validez y representatividad de los hallazgos para el contexto sobre el que se interviene es una condición fundamental; no hay aspecto de la vida social que resulte frívolo o trivial para los estudios naturalistas, todos los acontecimientos pueden aportar evidencias; la investigación cualitativa es un arte, sus métodos no están sometidos a la formalidad y estandarización impuesta por otros enfoques investigativos; el propio proceso de investigación cualitativa constituye en sí mismo un esfuerzo de reflexión creativa por parte de los investigadores y agentes involucrados.

Una diferenciación de las **tipolologías** de estudios cualitativos es aquella que distingue dos grandes corrientes dentro de los enfoques de la investigación cualitativa: la **Investigación Interpretativa** y la **Investigación en la Acción**. Mientras la primera se preocupa simplemente por comprender y describir los procesos y situaciones educativas que tienen lugar en las aulas de ciencias, en la segunda, predomina la toma de decisiones y la búsqueda del cambio de las realidades y situaciones escolares. Si bien el campo de problemáticas que le interesan a uno y otro tipo de enfoques coinciden en muchas cuestiones, dado que la lógica de su indagación se apoya en la subjetividad y hacen uso de técnicas compartidas, en la práctica, tanto la una como la otra presentan a su vez formulaciones y concepciones muy diferentes, dependiendo de los contextos y de los ámbitos específicos donde se desarrollen. Toda la línea de investigación centrada en los estudios sobre las creencias y concepciones en el aprendizaje de la ecología podría ubicarse en el marco de la investigación interpretativa, mientras los estudios de caso basados en metodologías constructivistas y participativas, orientadas al cambio actitudinal, ya sea dentro o fuera del entorno escolar, constituyen más bien modelos de investigación acción.

3ª etapa.- De integración y eclecticismo metodológico. Los métodos empleados en cada momento para resolver un problema de investigación

relacionado con la enseñanza de las ciencias dependen en cada caso del tipo de problema. Cada tradición de investigación tiene sus propios planteamientos acerca de lo que debe ser la ciencia, pero las técnicas no son patrimonio de ninguno de los enfoques, por tanto es legítimo hacer uso de todas aquellas técnicas que puedan dar respuestas a nuestros problemas. Los procedimientos de triangulación metodológica y el empleo simultáneo de diseños de investigación basados en la complementación de la información aportada tanto por los datos cualitativos como por los cuantitativos empieza a ser una práctica usual en la comunidad de investigadores sobre enseñanza de las ciencias. De hecho, los evaluadores externos de tesis doctorales, proyectos de investigación o comités académicos de revistas que juzgan y legitiman los informes de investigación empiezan a considerar cada vez más como criterio de excelencia el empleo hibridado de procedimientos cuantitativos y cualitativos, en aras de un mayor entendimiento de la complejidad y la superación de posibles sesgos asociados al proceso investigador y al tipo de procedimientos de recogida de datos.

CONSIDERACIONES FINALES

A continuación presentamos algunas cuestiones generales relacionadas con las políticas científicas que nos ha tocado vivir en estos últimos treinta años, políticas que han afectado a los modos de conocimiento, al acceso a la financiación, al reconocimiento de la calidad de los investigadores y de su trabajo mediante procesos de incentivación económica. En este contexto, a continuación ofrecemos algunas ideas elementales sobre el papel que ha de jugar la comunidad científica en debates de crucial importancia para su competitividad futura, a fin de iniciar la reflexión a en dos niveles, general y particular ofrecemos, con carácter general, ideas que responden a en el seno de la investigación Educativa (IE) y, con carácter particular buscando singularizarla al contexto de la DCE:

- La investigación educativa, en general, y la DCE en particular, es una actividad históricamente localizada y geográficamente situada, se produce en un transfondo socio-cultural orientada hacia un modelo ideal de sociedad futura deseable en lo científico, en lo tecnológico y en lo humano.

- La investigación educativa (y la DCE) es intrínsecamente una acción humana cargada de valores y de connotaciones políticas, pues inhibe o posibilita toda una serie de oportunidades vitales a los que se benefician de ella, en la medida en que favorece el acceso a unos niveles de participación social, permite adoptar posiciones críticas bien fundamentadas en un conocimiento científico de base y contribuye a la

mejora de las condiciones de vida de los ciudadanos que se benefician de sus frutos.

- Toda opción metodológica (en investigación educativa o en DCE) reproduce siempre una perspectiva social más o menos intencionada, apuesta por unos determinados estilos de conocimiento de la realidad y se apoya en unos modelos de relaciones humanas específicas.

- Los métodos y los instrumentos que los acompañan al servicio de la IE y de la DCE son portadores de intenciones encubiertas, amparadas en el lenguaje como medio de expresión no neutral de intereses. Un dominio exhaustivo de su construcción, aplicación y uso permitirá asignar valor relativo a su potencial y ha de favorecer la reflexión crítica sobre el alcance y limitaciones de los hallazgos.

- Los procesos de difusión no están exentos de hegemonía en cuanto a grupos de poder, lenguajes,... Sobreviven los estándares que más medios consiguen, los (la hipótesis del efecto S. Mateo en la que aquellos que tienen más son los que más reciben sigue siendo un mal endémico).

- La visibilidad de los productos de la investigación es un reflejo del grado de actividad y del mérito . En ese sentido la DCE es un campo estrella de muy alta valoración como lo prueban algunos datos objetivos considerados.

- Nuevas demandas sociales sobre el potencial de transferencia de la investigación a la práctica educativa y su capacidad de movilización de realidades ofrecen a la DCE una oportunidad excelente de revisión y reajuste de finalidades, propósitos, contenidos, modos de conocimiento y estrategias de indagación metodológica.

- Las comunidades de práctica son núcleos de poder y, sobre todo, escenarios de aprendizaje sometidos a un enfoque predilecto por determinados métodos de investigación, un equilibrio entre el eclecticismo metodológico y el fundamentalismo epistemológico ha de conferir la justa medida para resolver los problemas de investigación de forma equilibrada.

- La apertura al exterior, el trabajo con grupos no nativos del área, así como incursión sistemática en campos ajenos ha de permitir en palabras de Beltor Brech extrañar el propio contexto para contemplarlo desde una visión más crítica y menos complaciente.

- Los métodos empleados en cada momento para resolver un problema de investigación relacionado con la enseñanza de las ciencias dependen en cada caso del tipo de lema. Cada tradición de investigación tiene sus propios planteamientos acerca de lo debe ser la

ciencia, pero las técnicas no son patrimonio de ninguno de los enfoques, tanto es legítimo hacer uso de todas aquellas técnicas que puedan dar respuestas a nuestros problemas.

- Los procedimientos de triangulación metodológica y el empleo simultáneo de diseños de investigación basados en la complementación de la información aportada tanto por los datos cualitativos como por los cuantitativos empieza a ser práctica usual en la comunidad de investigadores sobre enseñanza de las ciencias. De hecho, las comisiones de evaluación de tesis doctorales, proyectos de investigación o comités académicos de revistas que juzgan y legitiman los informes de investigación empiezan a considerar cada vez más como criterio de excelencia el empleo hibridado de procedimientos cuantitativos y cualitativos, en aras de un mayor entendimiento de la realidad y la superación de posibles sesgos asociados al proceso investigador y al de procedimientos de recogida de datos.

- Seleccionar el método más adecuado en función del tipo de problema de investigación y de los objetivos a que se aspira en cada caso, es una de las tareas más difíciles a las que se deben enfrentar los investigadores de DC hoy. No todos los problemas son iguales, ni requieren de idénticas herramientas para ser resueltos. "Los métodos deben ser elegidos de acuerdo con los propósitos; la pretensión de otorgar superioridad a una técnica sobre otra tiene poca consistencia" (Hammersley y Atkinson, 1994, p. 13).

- Adquirir una formación amplia y heterogénea en metodología de investigación para poder abordar problemas educativos de distinta naturaleza es una situación deseable; sin embargo, existen un cúmulo de dificultades asociadas al empleo simultáneo de técnicas cuantitativas y cualitativas que no favorecen estos deseos.

- Es natural que un investigador se sienta mucho más cómodo y seguro empleando una determinada estrategia metodológica con más frecuencia que otra; como consecuencia de su formación previa, de su familiaridad con un núcleo de destrezas específicas adquiridas en algún curso de investigación, o bien como hermética actitud de 'fidelidad ideológica" a la tradición metodológica del grupo de investigación al que pertenece y en el que se ha formado; pero eso no quita que le esté prohibido acercarse a aquellas otras herramientas disponibles con las que no está familiarizado y que le son ajenas porque nunca ha tenido la oportunidad de utilizarlas.

- Ciertamente, cada investigación "es un mundo", especialmente en el campo educativo, y los retos que se nos plantean a diario en los trabajos de investigación no encuentran habitualmente una respuesta

fácil e inmediata en los manuales de metodologías de investigación. Formular un buen problema de investigación es una premisa elemental y algo que no se improvisa, ni tampoco se aprende en el vacío, fuera de la práctica investigadora concreta ("a investigar se aprende investigando'); encontrar un buen diseño que responda con exigencia y rigor a los requerimientos e intereses de cada estudio implica, sin lugar a dudas, un dominio de conocimiento profesional experto y una cierta familiaridad con el tipo de lógica subyacente en los procedimientos de recogida, análisis e interpretación de los datos. Efectivamente, los ordenadores y el acceso a las fuentes de documentación y los procedimientos de análisis de datos computerizados están revolucionando los modos de hacer ciencia y desmitificando los roles tradicionales del ejercicio de estas tareas. Pero en cualquier caso, no debemos perder de vista que por mucho que se avance en este sentido, hay toda una serie de condicionantes de orden humano asociados a los procesos de investigación que habrán de tenerse presentes a la hora de seguir innovando y ofreciendo hallazgos relevantes a nuestra comunidad científica.

- Un conjunto de dificultades añadidas surgen en las investigaciones planteadas bajo el enfoque de los diseños de complementación multimétodo, cuales son por ejemplo: la imposibilidad de investigar en solitario; la limitación humana en el dominio simultáneo de diferentes procedimientos que requieren de un manejo experto de determinadas técnicas de recogida, análisis e interpretación de datos; el sesgo que impone el definir y abordar un problema desde una única perspectiva conceptual, ideológica o personal; la exigencia de permanencia en los escenarios de investigación durante periodos prolongados de tiempo: dificultades derivadas de la coordinación temporal de distintas técnicas que requieren espacios de tiempo muy diferentes para su aplicación; o la imposibilidad de disponer de investigadores polifacéticos, capaces de resolver tanto las tareas de planificación y diseño como las derivadas del trabajo de campo, la recogida de datos y su análisis e interpretación.

- Desde una perspectiva tecnocrática, el investigador en DC es un mero consumidor pasivo del productos diseñados por grupos de expertos en contenido que manejan una información amplia, moderna y actualizada sobre las técnicas de investigación y establecen alianzas con los expertos en enseñanza-aprendizaje de las ciencias para resolver los problemas de investigación. El cambio afecta, desde este enfoque, más a los temas objeto de investigación, a la estructura del contenido curricular y a los objetivos de los programas de ciencias que realmente a la mentalidad del investigador y del profesorado

involucrado en aplicar esos cambios, por eso se suele considerar como un tipo de currículum diseñado "a prueba de investigadores y profesores". El papel de la investigación consiste en identificar prácticas eficaces, secuencias de contenido exitosas y recomendaciones operativas que el profesor como técnico llevará a la práctica. La herencia que ha dejado esta perspectiva tecnocrática en las formas de diseñar y gestionar el currículum de ciencias y de encarar la investigación se manifiesta en nuestro país a principios de los años 80 con una exagerada preocupación formal por el empleo de taxonomías de objetivos específicos en las programaciones de ciencias, llegando a convertir la programación de la enseñanza en una estructura cerrada orientada por objetivos generales, específicos y operativos de conducta observable. El resultado de esta perspectiva es un tipo de gestión de la investigación curricular que actúa mecánicamente. Con los avances de la enseñanza virtual hay un serio peligro de que algunas de estas prácticas vuelvan a ponerse de moda en la investigación educativa.

- Desde la perspectivas de investigación práctico-reflexiva el investigador en DC no es un mero técnico al servicio de un cambio educativo impuesto desde arriba, sino un profesional autónomo y creativo que toma decisiones en el aula mediatizadas por su habilidad profesional para resolver problemas y afrontar retos. El éxito de una reforma desde esta perspectiva reside en la necesidad de establecer adecuados mecanismos de comunicación entre los profesores y los agentes que promueven las innovaciones, ya que cada sector tiene una visión diferente acerca de lo que se ha de cambiar y cómo hacerlo. "La reforma del sistema educativo en la España de 1990, promueve un curriculo abierto, es decir, un curriculo en el que las respuestas a las preguntas iniciales se dan fundamentalmente desde cada centro escolar. La administración se reserva sólo la definición de unos aprendizajes mínimos, comunes a toda la población, con la finalidad de garantizar una cierta homogeneidad.., este tipo de currículo promueve la autonomía y la creatividad del profesorado, pero, al mismo tiempo exige unos niveles de formación mayores ya que ha de tomar un buen número de decisiones" (Jiménez y Sanmartí, 1997, p. 36). Con las propuestas de la LOGSE comienza a ponerse en marcha en las diferentes comunidades autónomas con competencias educativas un nuevo modelo de gestión curricular más descentralizado y abierto, basado en una participación más activa de los profesores de ciencias en el diseño curricular del centro, e inspirado en la filosofía del profesor como investigador en el aula (Martín, 1998, p. 35).

- Desde las perspectivas socio-crítica, estratégica o política se parte del supuesto de que el éxito/fracaso de una investigación no está

mediatizado exclusivamente por la adecuada comunicación entre los diversos sectores implicados, sino por la diversidad de intereses y motivaciones que intervienen. Cada sector posee una visión propia acerca de lo que debe ser la investigación y lo que se espera de ella, por tanto, su éxito dependerá de los cauces de negociación que se articulen como base para la adquisición de compromisos y diseñar estrategias de cooperación que sirvan de encuentro a los diferentes focos de interés. Quizás la implantación de esta perspectiva en la realidad de las aulas de ciencias esté lejos de ser una realidad, entre otras cosas porque sería ingenuo pensar que toda la generalidad del profesorado pudiese identificarse profesionalmente con esta perspectiva; si bien no son pocos los equipos de investigación de nuestro país que han conseguido un cierto equilibrio en un tipo de prácticas inspiradas en planteamientos socio-críticos de esta naturaleza.

REFERENCIAS:

Ametller, J. (2008). Análisis de vídeos y comunicación en el aula: buenas y malas prácticas de investigación. *XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería.*

Bolivar, A. (1999). Tiempo y contexto del discurso curricular en España. Profesorado 2(2), 73-97.

Bonil, J. y Pujol, R. M. (2007). El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial de profesorado. Enseñanza de las Ciencias p.5

Buela-Casal G (2007). Reflexiones sobre el sistema de acreditación del profesorado funcionario de Universidad en España. *Psicothema, 19,* 473-482.

Buela-Casal G y Sierra, JC (2007). Criterios indicadores y estándares para la acreditación de profesores titulares y catedráticos de universidad. *Psicothema, 19,* 537-551.

Buela-Casal G, Gutiérrez O, Bermúdez MP y Vadillo O (2007). Comparative study of internacional academic rankings of universities. *Scientometrics, 71,* 349-365.

Buela-Casal, G. y Castro, A. 2008). Criterios y estándares para la obtención de la Mención de Calidad en Programas de Doctorado: evolución a través de las convocatorias International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 8, 1, 127-136

Caamaño, A. (1999). Enseñanza de las Ciencias en el umbral del año 2000. Cuadernos de Pedagogía 281, pp. 40-42.

Calvo, S. y Gutiérrez, J. (2007). El espejismo de la educación ambiental. Madrid: Morata.

Cangas AJ, Fuentes MC y Gázquez JJ (2006). Factor de impacto de las publicaciones españolas de Psicología utilizando un amplio rango de revistas fuente. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 6,* 417-423.

De Miguel, M. (1997). La evaluación de la actividad investigadora del profesorado universitario en el ámbito de las Ciencias de la Educación, Revista de Investigación Educativa, 15(1), 171-186.

Del Carmen, L. (Coord.). La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Barcelona: Horsori-ICE Barcelona DI.

Fernandez Cano, A. (1999). Producción educativa Española en el Social Science Citation Index (1988-97), Revista Española de Pedagogía, 214, 509-524.

Fernández-Cano, A. (1995). Estado de la investigación en Ciencias Sociales en España. Política Científica 44, 61-63.

García Camarero, E. (2008). La ciencia y la enseñanza de las ciencias en España: un ejercicio de memoria histórica. Enseñanza de las Ciencias, Volumen 26. Núm 1. Marzo p.125

Gil, D. (1985). "El futuro de la enseñanza de las cienicas: algunas implicaciones de la investigación educativa", Revista de Educación, 278, pp. 27-38.

Gutiérrez, J. (1999). “El proceso de investigación cualitativa desde el enfoque interpretativo y de la investigación acción”, en Gutiérrez, J., et alt.: *Modelos de análisis de la Investigación Educativa*. Sevilla: Alfar, pp. 7-60

Gutiérrez, J. (2000) Fundamentos pedagógico didácticos. En Perales, F.J. y Cañal, P. (Eds.): Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alicante: Marfil.

Gutiérrez, J. (2002). Enfoques autóctonos de la investigación en educación ambiental. Investigación en la Escuela, 46.

Gutiérrez, J. y Pozo, Mª T. (2005). *Stultifera Navis*: institutional tensions, conceptual chaos, and profesional uncertainty at the beginning of the Decade of Education for Sustainable Development. *Policy Futures in Education* 3 (3), pp. 296-308. http://www.wwwords.co.uk/pdf/viewpdf.asp?j=pfie&vol=3&issue=3&year=200 &article=7_Gutiérrez-Pérez_PFIE_3_3_web&id=150.214.32.110

Gutiérrez, J., Perales, J. y Cano, L. (2008). Avances de la investigación en el campo de la educación ambiental. Madrid: Organismo Autónomo de Parques.

Gutiérrez, J., Pozo, MªT. y Fernández-Cano, A. (2002). “Los estudios de caso en la lógica de la investigación interpretativa”, en *Revista Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*; Servicio de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Nº 675, tomo CLXXI, pp. 533-558.

indicadores. *International Journal of Clinical and Health Psychology, 6,* 401-424.

Jimenez, M. et. al. (1999). "Reasoning on Environmental issues: an empirical study about environmental management in the 11th grade", en Ba Yrhuber, H. & Mayer, J. (Eds.): Empirical Research on Environmental Education. New York: Peter Lang, 41-51.

Jiménez, M. P. (1988). Enseñanza de las ciencias. ¿Dónde estamos?", Revista Cuadernos de Pedagogía nO 155, pp. 8-10.

Jiménez, M. y Prieto, T. (1996). "La investigación en los Departamentos/Áreas de D. de las C. E.: programas de docatorado y líneas de investigación". XVII Encuentros de D. C E.: Avances en la D.CE. Huelva: Universidad de Huelva, pp. 17-34.

Jiménez, M.P. (1998). "Diseño currícular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las cineicas". Revista Enseñanza de las Ciencias 16 (2), pp. 203-216.

Jiménez, M.P., Sanmartí, N. (1997). "¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria", en DEL CARMEN, L. (Coord.): La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Barcelona: Horsori-ICE Barcelona, pp. 17-46.

Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las Ciencias p. 5

López, L., Carreño, A. y De La Guardia, M. (1998). "Estudio bibliométrico de la evolución de la Revista Enseñanza de las ciencias a partir de sus fuentes de información", Revista Enseñanza de las Ciencias16 (3), pp. 485-498.

Mellado, V. (2008). Construcción y aplicación de mapas cognitivos en el análisis de cuestionarios y entrevistas del profesorado de ciencias. *XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería.*

Oliva, J. Mª. (2006). Sobre el estado actual de la revista *Enseñanza de las Ciencias* y algunas propuestas de futuro. Enseñanza de las Ciencias p. 123

Palacios, C., Ansoleaga, D. y Ajo, A. (1993). Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias. Madrid: CIDE.

para la selección de revistas científicas. Su aplicación a las revistas españolas: metodología e

Perales, F. J. (1995). Reflexiones sobre el campo de conocimiento de la DCE. XVI Encuentros de la DCE: Avances en la DCE. Málaga: Universidad de Málaga.

Perales, F.J. (1999). Didáctica de las Ciencias Experimentales. En Madrid, D. y Rico, L. (Eds.) Didáctica de las Ciencias Experimentales. Madrid: Síntesis.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). El conocimiento de los profesores. Sevilla: Diada.

Pozo, I. , Gómez, M.A. (1997). "¿Qué es lo que hace dificil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza", en Del Carmen, L.(Coord.): La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria.Barcelona: Horsori-ICE Barcelona, pp. 73-105.

Rodríguez, C. y Gutiérrez, J. (2006). La triangulación analítica como recurso para la validación de estudios de encuesta recurrentes e investigaciones de réplica en Educación Superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 12 (2). http://www.uv.es/RELIEVE/v12n2/RELIEVEv12n2_6.htm

Rodríguez, C., Gutiérrez, J. y Fernández-Cano, A. (2004). Posibilidades del escalamiento multidimensional en la modelización de desajustes asociados a la reforma de planes de estudio universitario. *Revista de Investigación Educativa* 22 (2), pp. 377-392

Ruiz Pérez R, Delgado E y Jiménez Contreras E (2006). Criterios del Institute for Scientific Information

San José, V. (2008). Algunas preguntas básicas sobre los modos de 'hacer ciencia' en didáctica de las ciencias experimentales y un ejemplo de análisis crítico en un trabajo de investigación de metodología cuantitativa. *XXIII Encuentros en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Almería.*

Sancho, J. M. (1996). "Educación en la era de la información", en Cuadernos de Pedagogía 253, pp. 42-49.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1992). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona: Paidós.

Torres, J. (1991). "Introducción", en JACKSON, Ph. W.: La vida en las aulas. Madrid: Morata.

Tsai, Ch. & Wen, L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education* 27, NO. 1, 3–14

Vallejo Ruiz, Mónica; Fernández Cano, Antonio; Torralbo Rodríguez, Manuel y Maz Machado, Alexander (2007). La investigación española en educación matemática desde el enfoque conceptual inserto en sus tesis doctorales. Enseñanza de las Ciencias, Volumen 25. Núm 2. Junio, p. 259