

email	ID	Título	Autores	Tipo	Línea
nmarin@ual.es	37	LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. ALCANCES Y LIMITACIONES DE CONSENSOS ENTRE TRABAJOS RELEVANTES DE INVESTIGACIÓN	Benarroch, A., Marín, N., Níaz, M.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
cmartin@uma.es	51	ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN LOS LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA	Martín Gámez, C., Prieto Ruz, T.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
jmbernal@um.es	78	EL INTERÉS DIDÁCTICO DEL MATERIAL CIENTÍFICO: DE LOS MUSEOS Y GABINETES A LOS RECURSOS VIRTUALES	Bernal, J.M., Delgado, M. A., López, J.D.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
mgsoler@agbar.es	86	ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN E INNOVACIÓN. CASO APLICADO: MUSEU AGBAR DE LES AIGÜES	Soler Artiga, M., Sanmartí Puig, N.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
j.ametller@education.leeds.ac.uk	100	TEJIENDO UNA RED DE VOCES EN EL AULA. EL ESTABLECIMIENTO DE ENLACES PEDAGÓGICOS COMO ESTRATEGIA FUNDAMENTAL EN LA EDUCACIÓN DIALÓGICA	Ametller, J.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
naira_diaz@hotmail.com	116	DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN CIENTÍFICAS: ANTECEDENTES Y MUESTRA PILOTO DE UN ESTUDIO DE CASO: LA DEPURACIÓN DE AGUAS	Díaz Moreno, N., Jiménez Liso, M.R.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
mulhacen1@hotmail.com	125	QUÍMICA IMAGINADA DE MARÍA CEGARRA SALCEDO	Sánchez Guadix, M.A., Jiménez Tejada, M.P.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
damian@um.es	137	EXPLORANDO LOS CAMINOS DE LA VISIBILIDAD: LAS MUJERES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN ESPAÑA	Bernal, J.M., Delgado, M. A., López, J.D.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
teresa.nuno@ehu.es	140	PERCEPCIÓN DEL ALUMNADO SOBRE EL LOGRO DE OBJETIVOS ANTE UN PROBLEMA AMBIENTAL. DIFERENCIAS POR SEXO Y TITULACIÓN	Nuño, T., Uskola, A., Antón, A., Maguregi, G., Fernández, D.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad

email	ID	Título	Autores	Tipo	Línea
anama.domenech@gmail.com	185	¿QUÉ TIPO DE ARGUMENTOS UTILIZAN LOS ALUMNOS CUANDO TOMAN DECISIONES ANTE UN PROBLEMA SOCIOCIENTÍFICO?	Domènech, A.M., Márquez, C.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
palomagarcia@ub.edu	193	SON SOLIDARIOS LOS ALUMNOS Y ALUMNAS EN SUS ACTUACIONES EN LOS GRUPOS DE TRABAJO Y EN LOS TRABAJOS GRUPALES?	García, P., Sanz, M.C., Colomer, M., Duran, H., Gold, G., Llitjós, A., Puigcerver, M.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad
cordero@iflysib.unlp.edu.ar	202	POSIBILIDADES Y LÍMITES DE UNA EXPERIENCIA COLABORATIVA DE INNOVACIÓN Y FORMACIÓN DOCENTE	Mengascini, A., Cordero, S., Mordegli, C., Dumrauf, A.G.	Comunicación oral	Ciencia y Sociedad

La naturaleza de la ciencia en la educación científica. Alcances y limitaciones de consensos entre trabajos relevantes de investigación

Benarroch, A. (1), Marín, N. (2), Níaz, M. (3)

(1) Universidad de Granada; (2) Universidad de Almería; (3) Universidad de Oriente (Venezuela).

aliciabb@ugr.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan los alcances y limitaciones de los consensos sobre la naturaleza de la ciencia, relevantes para la educación científica. El estudio se realiza partiendo de las publicaciones de los principales grupos de investigación que han abordado el problema. La selección de tales grupos se ha realizado atendiendo a que a) hayan mostrado una línea sólida y continua de publicaciones sobre temas relacionados; b) sean representativos de los diferentes enfoques y c) sus investigaciones hayan sido realizadas con muestras de significativa envergadura. Los resultados muestran los aspectos más consensuados, los menos, y los que han sido omitidos en los trabajos analizados.

Palabras clave

Naturaleza de la Ciencia, Consensos, Educación Científica

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Una de las líneas de investigación que más fructífera se ha mostrado en los últimos años ha sido la de las concepciones, visiones, actitudes, etc. sobre la naturaleza y la construcción del conocimiento científico, cuyo objetivo es metacientífico, esto es, formar acerca de la misma ciencia.

La alfabetización acerca de la misma ciencia o alfabetización metacientífica, “comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural” (OCDE, 2006). Por tanto, pretende la capacitación de todos los ciudadanos en identificar los valores y supuestos de la actividad científica y los procesos que generan conocimiento científico, diferenciándolos de otras actividades.

Ante esta relevancia, un número cada vez mayor de investigaciones tratan de establecer los principios básicos ligados a la Naturaleza de la Ciencia que se deberían tener en cuenta en los currículos obligatorios. La pregunta básica que rige esta línea de investigación es ¿cuáles son los rasgos que caracterizan el conocimiento científico apropiados para su inclusión en la educación obligatoria?

Esta preocupación por la inclusión de contenidos de la naturaleza de la ciencia en el currículo obligatorio encuentra su auge a principios de los años 80, como respuesta a las serias discrepancias entre la visión de la ciencia proporcionada por la epistemología contemporánea y la imagen empírica e inductivista transmitida en la enseñanza de las ciencias. Desde entonces, en la proliferación de trabajos, es fácil diferenciar tres grandes líneas de interés o enfoques que parecen converger en el tiempo:

- los que se centran fundamentalmente en los contenidos epistemológicos sobre la ciencia; es decir, la forma específica en que ésta llega a obtener sus conocimientos, junto con los valores, supuestos y creencias que la sustentan (Lederman y otros, 2002; McComas, Clough y Almazora, 1998). Suelen utilizar la denominación de “naturaleza de la ciencia” para referirse en sus trabajos a la problemática que nos concierne. En comparación con otras designaciones, ésta tiene un cariz marcadamente epistemológico, pues subraya sobre todo las características metodológicas y procedimentales propias de la ciencia, tales como el papel de la observación y las pruebas empíricas, las teorías científicas, la racionalidad científica, el contraste de hipótesis, la evolución de las teorías, etc.
- los que resaltan sobre todo la dimensión cognitiva de los temas sobre naturaleza de la ciencia, esto es, las ideas y supuestos que los estudiantes adquieren sobre la misma ciencia. Estos trabajos suelen utilizar la denominación de “ideas sobre la ciencia”, “ideas ingenuas sobre la ciencia” o “visiones sobre la actividad científica”, para describir las concepciones de sentido común sobre los contenidos fácticos de la ciencia y sus leyes (Fernández y otros, 2002; Osborne y otros, 2003).
- por último, los que provienen de la tradición investigadora de las actitudes hacia la ciencia y actitudes relacionadas con la ciencia, que, enraizados en el movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad, dan a las relaciones entre la sociedad, la ciencia y la tecnología un peso relativamente mayor que a los elementos específicamente epistemológicos. Estos autores suelen referirse a la temática que nos concierne con la denominación de “actitudes hacia la ciencia” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000; 2001), aunque, en los últimos tiempos, han utilizado la más universal de “naturaleza de las ciencias” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004; Vázquez y otros, 2007).

De la literatura se desprende que la denominación que ha prevalecido en el tiempo ha sido la de la “naturaleza de la ciencia”, cuyo enfoque ha ido progresivamente incorporando las aportaciones asociadas a las restantes líneas de investigación.

En este trabajo se pretende hacer una nueva contribución a la pregunta sobre qué consensos existen sobre la naturaleza de la ciencia que puedan ser útiles para la formación científica en la educación obligatoria. Este análisis se ha realizado partiendo de listados de proposiciones consensuadas (LPC en adelante) obtenidos por grupos de investigación que han mostrado su relevancia en el ámbito. Más allá de reforzar las respuestas positivas, se trata de discriminar el grado de acuerdo alcanzado sobre cada uno de los rasgos o aspectos ligados a la naturaleza de la ciencia, y de identificar aquéllos sobre los que no se ha llegado a posiciones consensuadas. A continuación, se exponen los criterios utilizados para la selección de los LPC sobre la naturaleza de la ciencia que han fundamentado este meta-análisis.

MUESTRA DE LISTADOS DE PROPOSICIONES CONSENSUADAS (LPC) CONSIDERADA EN ESTE TRABAJO

Los criterios utilizados para la selección de los LPC en los que se fundamenta este estudio son los siguientes:

- El ***criterio de relevancia***, por el cual, los autores de los LPC deben pertenecer a grupos de investigadores de alto impacto y con continuidad de publicaciones sobre esta temática. En este sentido, destacan en esta línea de investigación autores tales como McComas, Lederman, Osborne, Gil-Pérez, Vázquez y Acevedo.

- El **criterio de representatividad**, por el que la muestra de los LPC debe ser representativa de las diversas tendencias encontradas en el ámbito de DC. Así, se puede considerar que (Acevedo, 2008):
 - a. En el enfoque de la NdC propiamente dicho, quedan incluidos los grupos de McComas y Lederman.
 - b. En el enfoque de las visiones de ciencia o de ideas deformadas de la ciencia, destacan los grupos liderados por Osborne y Gil.
 - c. Y, por último, en el enfoque de las actitudes sobre ciencia, destaca el grupo formado por Vázquez, Acevedo y colaboradores.
- El criterio de **empirismo metodológico**, por el que los LPC deben proceder de investigaciones empíricas (ya sea de campo o bibliográfica) realizadas a partir de muestras de notable o significativa envergadura.

Al aplicar estos criterios, los LPC seleccionados, que serán detallados en la comunicación oral, han sido los siguientes:

LPC1: Listado de McComas y Olson (1998), alcanzado por contraste de ocho documentos curriculares internacionales buscando el acuerdo conseguido sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. Dicho listado fue presentado por McComas, Almazroa y Clough (1998; p.513).

LPC2: Listado de Lederman y otros (2002, adaptado por Acevedo, 2008) en el que los autores se fundamentan para diseñar el cuestionario Views on the Nature of Science (VNOS).

LPC3: Listado de Osborne y otros (2003; adaptado por Acevedo y otros, 2007a) alcanzado al utilizar el método Delphi de tres etapas con veintitrés expertos, lo que les permite establecer cierto consenso sobre las ideas sobre ciencia que habría que enseñar a los alumnos. Tras aplicar criterios exigentes para establecer el consenso, se perfilan diez ideas centrales sobre la naturaleza de la ciencia que son consideradas pertinentes para incluirlas en el currículo de ciencia escolar.

LPC4: Listado de visiones deformadas de ciencia aportado por el grupo de Gil y cols (Fernández y otros, 2002), fundamentado en una extensa revisión bibliográfica de los artículos aparecidos entre 1990 y 2000 en las revistas y libros de más impacto de nuestra área.

LPC5: Listado de Vázquez, Acevedo y Manassero (2004), resultante de aplicar a una muestra de 16 expertos el cuestionario de opiniones sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad, mediante lo que se alcanzó 41 frases con el consenso suficiente exigido entre los jueces. Dada la extensión del listado completo, haremos referencia únicamente a los principales temas y subtemas del mismo (para conocer el listado completo, ver Acevedo y otros, 2007a; 2007b; Acevedo, 2008; y Vázquez y otros, 2007).

Aunque éstos se toman como referencia principal del estudio, no se descarta realizar consultas aclaratorias sobre el significado preciso de una afirmación usando otras publicaciones de los mismos autores.

SISTEMA DE CATEGORÍAS PARA EL CONTRASTE DE DATOS

Interrelacionando los aspectos comunes y no comunes tratados en los LPC arriba seleccionados, se llegó a construir el sistema de categorías que se muestra a continuación.

A. Contexto donde surge y se aplica la ciencia (interacciones CTS)

A.1. ¿Qué relaciones existen entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS)?

- A.2. ¿Qué relaciones existen entre ciencia (C) y sociedad (S)?
- A.3. ¿Qué relaciones existen entre tecnología (T) y ciencia?
- A.4. ¿Quién gestiona y aplica este conocimiento?

B. Fase privada (actividad en la fase de descubrimiento)

- B.1. ¿Afecta al científico creencias culturales (morales, religiosas, de su región)?
- B.2. ¿Afectan los problemas sociales y políticos al científico?
- B.3. ¿Influye en el científico su entorno cotidiano e intereses personales?
- B.4. ¿Siguen los científicos pautas metodológicas o ideales propios de la ciencia?

C. Interacción entre fase privada y pública (formación y difusión)

- C.1. ¿Qué características tiene el experto de la fase privada que hace aportaciones en la ciencia?
- C.2. ¿Qué relaciones existen entre el trabajo publicado y el realizado?
- C.3. ¿Qué mecánica regula las incorporaciones privadas a la ciencia pública?

D. Fase de justificación. Naturaleza cognitiva de ciencias como producto

- D.1. ¿Qué diferencia la ciencia de otros conocimientos? ¿A qué sector de la realidad se refiere?
- D.2. ¿Cómo se pueden explicar los éxitos de teorías de la ciencia?
- D.3. ¿Refleja la ciencia la realidad o la interpreta? ¿Descubre o inventa?
- D.4. ¿Qué dinámica se sigue para aceptar o refutar las ideas y teorías científicas?

El punto de partida utilizado para su construcción fue la taxonomía creada por Aikenhead y Ryan (1992) y su posterior adaptación de Manassero, Vázquez y Acevedo (2001), pero, además de que debía ser lo suficientemente amplia como para recoger todos los aspectos apuntados en los listados LPC seleccionados, se optó por una estructura equilibrada entre los aspectos epistemológicos propiamente dichos (categoría D) y los asuntos que van más allá de los productos o resultados de la ciencia, tales como el contexto social y tecnológico en el que surge (categoría A), las cuestiones personales, sociales y axiológicas que afectan a los científicos (categoría B) y las relaciones sociales internas a la comunidad científica (categoría C).

CONSENSOS ENCONTRADOS

En la presentación de la comunicación se expondrá una tabla con los argumentos de consenso encontrados a partir de las LPC seleccionados. Se verá que estos pueden quedar agrupados en (al final de cada argumento consensuado se indica, entre paréntesis, la subcategoría a la que está asociado):

1. Contexto donde surge y se aplica la Ciencia

- 1.1. Entre la ciencia, la tecnología y la sociedad existen fuertes influencias y compromisos (CTS) que permiten afirmar que el desarrollo de la ciencia no es neutral (subcategoría A.1)
- 1.2. El desarrollo de la ciencia depende del momento histórico en que surge (subcategoría A.2)

2. Fase privada

- 2.1. En la actividad de investigación de los científicos no existe un método único que garantice buenos resultados (subcategoría B.4)
- 2.2. La imaginación y la creatividad juegan un importante papel en la fase de descubrimiento (subcategoría B.4)

3. Interacción entre la fase privada y pública

- 3.1. La construcción del conocimiento de ciencias es una actividad marcadamente colectiva (subcategoría C.3)

4. Fase de justificación. Naturaleza cognitiva de Ciencias como producto

- 4.1. El conocimiento científico actual es el mejor que tenemos, pero puede cambiar en el futuro. Naturaleza dinámica y provisional del conocimiento científico (subcategoría D.3)
- 4.2. Los datos empíricos no tienen sentido por sí mismos; adquieren su significado al ser interpretados por las teorías. En este marco se da un consenso parcial sobre las afirmaciones “la ciencia no surge por inferencia inductiva a partir de datos puros” y “el resultado de un solo experimento pocas veces es suficiente para establecer un nuevo conocimiento” (subcategoría D.3)
- 4.3. Los científicos no suelen razonar en términos de certezas sino de hipótesis que juegan el papel de "tentativas de respuesta" a los problemas planteados. Usan un pensamiento hipotético-deductivo (subcategoría D.4)
- 4.4. El progreso de la ciencia es complejo y no se puede reducir a un modelo definido. Este progreso normalmente es evolutivo pero a veces conlleva cambios revolucionarios (subcategoría D.4)

Además de los anteriores, se podrían esgrimir otros argumentos parcialmente consensuados, al menos de modo explícito, tal como:

- 3.2. La construcción del conocimiento científico es una actividad regulada por la propia comunidad científica. Los argumentos que apoyan este consenso son: “se exige revisión por iguales y la posibilidad de replicar los resultados -LPC1- y “para ser aceptada una aportación nueva debe superar la revisión crítica de la comunidad”-LPC3-. Los restantes LPC no lo contemplan (subcategoría C.3)

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados alcanzados en el apartado anterior, se puede concluir en primer lugar que hay un buen número de aspectos relevantes sobre la actividad científica sobre los que hay un acuerdo explícito, incluso desde investigaciones muy dispares entre sí tanto teórica como metodológicamente, tales como las consideradas en este trabajo.

Sin embargo, también es destacable el conjunto de preguntas o cuestiones relacionadas con la actividad científica que quedan sin consensuar al menos de modo explícito. Esto ocurre con las subcategorías identificadas como A.3, A.4, B.1, B.2, B.3, C.1, C.2, D.1 y D.2. Se pueden argumentar varias razones para ello; por ejemplo, se podría pensar que no hay acuerdo sin más sobre estos aspectos de la actividad científica, o también que dichos aspectos no son relevantes para ser enseñados a los futuros ciudadanos. Sin embargo, esta última posibilidad, al menos, en algunas de las subcategorías, es poco probable. Así, por ejemplo, en el caso de la subcategoría D.1. (¿qué diferencia la ciencia de otros conocimientos? ¿a qué sector de la realidad se refiere?) es más plausible que la ausencia de consensos se deba a la escasez de respuestas certeras que a una falta de relevancia para la enseñanza. Asimismo, los estudios de género muestran la importancia de las subcategorías B.2. y B.3. para la educación científica.

En consecuencia, este trabajo pone de manifiesto la necesidad de seguir investigando sobre las características que identifican la naturaleza de la ciencia, tanto en su construcción como en su producto final, poniendo el acento en los aspectos que han llegado a alcanzar menos acuerdo en las investigaciones previas.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 134-169. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen5/Numero_5_2/Acevedo_2008.pdf

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A. (2002). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>.

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, P. (2007a). 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. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, P. (2007b). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 202-225. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>

Aikenhead, G. S., Ryan, A. G. (1992). The development of a new instrument: "Views on science-technology-society". *Science Education*, 76, 477-491.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.

Manassero, M. A., Vázquez, A., Acevedo, J. A. (2001). La evaluación de las actitudes CTS. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo11.htm>

McComas, W. F., Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. En W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

McComas, W. F., Almazroa, H., Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science Education*, 7, 511-532.

McComas, W., F., Clough, M., P., 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. 3-39). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

OCDE (2006). PISA-2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.institutodeevaluacion.mec.es/contenidos/noticias/marcosteoricospisa2006.pdf>

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 692-720.

Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. (2000). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. En I. P. Martins (Org.), *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. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>

Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. (2001). Enseñando ciencia: consenso y disenso en la educación y evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. En M. Martín Sánchez y J. G. Morcillo, (Eds.): *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 297-305). Madrid: Nivola. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.campus-oei.org/salactsi/vazquez.htm>

Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF>

Vázquez, A., Manassero, M. A., Acevedo, J. A., Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. *Educación Química*, 18(1), 38-55. Último acceso el 27 de enero de 2010, desde <http://quimica.unam.mx/blogs/andoni/files/2008/03/vazquez-manassero-acevedo2-eq-2007.pdf>

Análisis de los contenidos sobre Energías Renovables en los libros de texto de Educación Secundaria

Martín, C., Prieto, T.

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga.

cmartin@uma.es

RESUMEN

En este trabajo hemos partido de la importancia de los libros de texto en la enseñanza, y de la relevancia de los contenidos relacionados con las energías renovables en el tratamiento de muchas de las competencias a desarrollar durante la Educación Secundaria. Se presenta este estudio centrado en analizar el tratamiento, que una muestra de libros de texto de 4º curso de la ESO de la asignatura de Física y Química, dan a las energías renovables.

Palabras clave

Currículo Educación Secundaria, Desarrollo Sostenible, Energías Renovables, Libros de texto.

INTRODUCCIÓN

Conocer y valorar las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el medio ambiente y buscar y aplicar soluciones a los problemas a los que se enfrenta hoy en día la humanidad, con el fin de avanzar hacia un futuro sostenible, es uno de los objetivos fundamentales que se recoge en el currículo de Educación Secundaria dentro de la materia de Ciencias de la Naturaleza (Deaugherty y Carter, 2010). Lograr estos objetivos, hace plantearnos la necesidad de que los alumnos adquieran un grado de desarrollo adecuado del concepto de energía renovable, así como de todos los contenidos relacionados directamente con él.

Esta necesidad formativa en el alumnado obedece a la búsqueda de la alfabetización científica y tecnológica de los futuros ciudadanos, de forma que puedan participar responsablemente en el debate social sobre grandes dilemas de nuestro tiempo que afectan tanto al conocimiento como a la moralidad y a la toma de decisiones. En el siglo XX se produjo un avance en el conocimiento científico y tecnológico espectacular. Vivimos en una sociedad en que la ciencia y la tecnología tienen un enorme impacto e influencia y donde, según Hurd (1998) es difícil discutir sobre valores humanos, política, problemas económicos o problemas educativos sin entrar en consideraciones sobre el papel de la ciencia y la tecnología y las actitudes hacia ellas (Liarakou, Gavrilakis y Flouri, 2009).

Promover el conocimiento del concepto de energía renovable, y lograr que los alumnos relacionen el aprendizaje escolar de este concepto con actividades cotidianas a las que se encuentran acostumbrados no solo les permitirá entender los problemas medioambientales derivados de su obtención y consumo, sino que también despertará en ellos un mayor interés por las ciencias (Pedrosa, 2008 y Thomas, Jennings y Lloyd 2008).

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales. El consumo de energía es uno de los grandes medidores del

progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan o generan problemas.

Por su importancia en la sociedad, este tema es también importante en la educación, y al sistema educativo le corresponde un importante papel como instrumento para concienciar a las generaciones jóvenes de la importancia del problema energético y de la necesidad de colaborar en la adopción de las medidas necesarias. Por ello, cabría preguntarse ¿cómo se está tratando este problema en el aula de ciencias?

LOS LIBROS DE TEXTO Y SU IMPORTANCIA

Planteado el concepto, cabría preguntarse como y de donde adquieren la mayor parte del conocimiento nuestros alumnos. Diversos estudios demuestran el papel protagonista que representan los libros de texto en esta labor. Su influencia, tanto de su contenido como de su grado de uso les convierte en vehículos predominantes del conocimiento escolar. Su contenido es, por tanto, objeto de interés tradicional en la investigación didáctica (Chiappetta, Sethna, y Fillman, 1993 y Irez, 2009). Para muchos profesores siguen siendo el recurso docente fundamental (Stern y Roseman, 2004). Sánchez y Valcarcel (2000) señalan, refiriéndose a la enseñanza secundaria, que los libros de texto son una referencia básica para el profesorado a la hora de realizar sus programaciones, considerándolo muy a menudo como si fueran referencias oficiales, y Jiménez (2000) los considera espejos fieles en los que se refleja la situación actual de la enseñanza de las ciencias. Por otro lado, desde el punto de vista del alumnado, el libro de texto todavía es, para muchos, casi la única fuente de información sobre el contenido de la materia en cuestión.

CONTENIDOS DEL CURRÍCULO SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES

Es necesario, como parte de esta investigación, volver la vista hacia el currículo de Educación Secundaria (Real Decreto 1631/2006) para determinar que es lo que en él se establece en relación a las Energías Renovables. La primera cuestión que se nos plantea, en relación a las competencias básicas, es determinar que habilidades han de adquirir y desarrollar los estudiantes con respecto a las Energías Renovables. Encontramos que este tema presenta una incidencia directa con la adquisición de la Competencia en el Conocimiento y la Interacción con el Mundo Físico, la cual permitirá valorar el uso responsable de los recursos naturales, el cuidado del medioambiente, 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.

Respecto a los objetivos de la materia de Ciencias de la Naturaleza, cabe destacar tres que guardan relación con el tema Energías Renovables, que son:

- Comprender y utilizar los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.
- Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas.
- Conocer y valorar las interacciones ciencia-tecnología-sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.

Por otro lado, entre los contenidos relacionados directamente con el tema de Energías Renovables cabe citar los siguientes:

- Segundo curso: Bloque 2 denominado “Materia y energía” donde se incluye como contenidos a tratar el análisis y valoración de las diferentes fuentes de energía, renovables y no renovables, de los problemas asociados a la obtención, transporte y utilización de energía, así como, de la toma de conciencia de la importancia del ahorro energético.
- Tercer curso: Bloque 6 denominado “Las personas y el medio ambiente” se incluye como contenido las consecuencias ambientales del consumo humano de energía.
- Cuarto curso: Bloque 5 denominado “La contribución de la ciencia a un futuro sostenible” en el que se incluye como contenidos a tratar los problemas y desafíos globales a los que se enfrenta hoy la humanidad: contaminación sin fronteras, cambio climático, agotamiento de recursos, etc.

En relación con los criterios de evaluación, en la Orden de 10 de Agosto de 2007, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, se establece la relevancia de valorar las capacidades desarrolladas para reconocer problemas relacionados con la crisis energética, para analizar y valorar informaciones procedentes de diversas fuentes, para valorar las propuestas de ahorro energético que la sociedad está planteando, para realizar diseños experimentales, etc., así como la creatividad y adecuación de las propuestas que hagan en relación al problema energético.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo es parte de un estudio más amplio sobre cuestiones relativas a la enseñanza y el aprendizaje de las energías renovables, y tiene como objetivo fundamental el análisis del contenido de una muestra de libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria de la asignatura de Física y Química, en materia de Energías Renovables. Aunque los resultados en este trabajo se refieren sólo a libros de texto de Física y Química de 4º curso de la ESO, el estudio completo abarcará los textos de otros cursos y otras disciplinas de la Educación Secundaria, tales como Ciencias de la Naturaleza y Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

El tema de las energías renovables es innovador y ha sido incorporado recientemente en los libros de texto, dado que las directrices del currículo también son recientes. Consideramos importante investigar en qué medida éstos tratan el tema y como lo hacen. Trataremos de buscar respuestas a las preguntas:

1. ¿Qué contenidos sobre Energías Renovables se recogen en una muestra de libros de texto de Educación Secundaria Obligatoria?
2. ¿Se ajustan los contenidos de estos libros de texto escolares a los objetivos, competencias, y criterios establecidos por los currículos correspondientes?

MUESTRA

En principio, se ha seleccionado una muestra de 10 editoriales con gran difusión en los centros educativos andaluces. Estas son: SM, Edelvives, Santillana, Anaya, Vicens-Vives, Everest, Oxford, Guadiel, Bruño y Almadra. Los resultados que aquí se presentan corresponden a dos de ellas.

Para centrar el análisis, fueron seleccionados aquellos temas o capítulos relacionados con los conceptos de sostenibilidad y energías renovables.

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

Para analizar el contenido se ha utilizado la técnica de redes sistémicas (Bliss, Monk, y Ogborn, 1983). En esta, se procede a la configuración de categorías y subcategorías a partir de los

contenidos propuestos en cada uno de los textos analizados, y a establecer relaciones entre las mismas. El mapa configurado de esta manera permite representar el contenido con más presencia en los textos, así como aquellos aspectos que han recibido menos atención.

Sistema de grandes categorías

A continuación se muestra la relación de grandes categorías que han ido surgiendo en el análisis y que conforman la red sistémica. Cada una de ellas ha sido caracterizada mediante una etiqueta y una definición.

- 1. Importancia de la energía.** Incluye las explicaciones relativas a la importancia de la energía en la vida de los seres vivos, y de cómo se distribuye su consumo tanto en la actualidad como en épocas anteriores.

Ejemplo:

“La energía es el motor que hace funcionar el mundo. Sin energía no tendríamos iluminación ni calefacción en nuestras casas, no podríamos ver la televisión...” (Física y Química. 4º ESO. Ed. SM).

- 2. Actividades de uso y consumo.** Recoge descripciones y explicaciones relativas a los usos que pueden darse a las energías obtenidas a partir de las distintas fuentes, así como las dificultades planteadas para su obtención.

Ejemplo:

“La energía geotérmica se aprovecha inyectando agua fría en el subsuelo que se transforma en agua caliente y en vapor.” (Física y Química. 4º ESO. Ed. SM).

- 3. Desarrollo sostenible.** Recoge las definiciones, razones y explicaciones del modelo de desarrollo sostenible, así como de las actuaciones que deben y se están llevando a cabo para lograrlo.

Ejemplo:

“Es necesario conseguir un modelo de desarrollo sostenible que haga compatible el progreso y la mejora de toda la calidad de vida de toda la población con el cuidado del entorno.” (Física y Química. 4º ESO. Ed. SM).

- 4. Actividades de producción.** Recoge las menciones a las infraestructuras necesarias para la producción y distribución de las energías procedentes de las distintas fuentes.

Ejemplo:

“La última novedad en el aprovechamiento de la energía del viento consiste en las instalación de parques eólicos marinos. Se estima que los primeros molinos empezarán a funcionar...” (Física y Química. 4º ESO. Ed. Edelvives).

- 5. Fuentes de energía.** Recoge las referencias y definiciones de las fuentes de energía., y se realiza una sub-agrupación dentro de ella entre:

a. Fuentes de energía no renovables.

Ejemplo:

“Se denomina fuentes no renovables de energía aquellas cuyas reservas se consumen a un ritmo mayor del que se renuevan por a naturaleza. Es el caso de los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y de los minerales de uranio” (Física y Química. 4º ESO. Ed. SM).

b. Fuentes de energía renovables.

Ejemplo:

“Fuentes de energía renovables. La energía llega continuamente a la tierra y es inagotable.”
(Física y Química. 4º ESO. Ed. Edelvives).

6. Implicaciones. Incluye descripciones y explicaciones de las implicaciones sociales, ambientales y políticas generadas con la producción de energía procedente de las distintas fuentes. A su vez, esta categoría es subdividida en tres subcategorías:

a. Implicaciones ambientales. Aquellas relacionadas directamente con el impacto medioambiental.

Ejemplos:

“De seguir la situación como hasta ahora se prevé que durante este siglo, el nivel del mar suba entre 18 y 59 cm., lo que hará retroceder las playas. Muchas islas desaparecerían...”
(Física y Química. 4º ESO. Ed. Edelvives).

b. Implicaciones económicas. Relacionadas con las repercusiones económicas que generan.

Ejemplo:

“(Carbón) Requiere un alto coste de extracción” (Física y Química. 4º ESO. Ed. Edelvives).

c. Implicaciones políticas. Repercusiones políticas y de relaciones entre países.

Ejemplo:

“(Las fuentes renovables) Tienen carácter autóctono, es decir, se producen cerca de donde se consumen, por lo que disminuye la dependencia energética de unos países a otros.” (Física y Química. 4º ESO. Ed. SM).

Se ha visto la conveniencia de realizar una subdivisión dentro de las categorías de actividades de uso y consumo, actividades de producción, fuentes de energía e implicaciones. Lo que significa que distinguiremos entre:

a. Fuentes de energía renovables: Solar, Eólica, Hidráulica, Biomasa. Mareomotriz, Geotérmica.

b. Fuentes de energía no renovables: Carbón, Gas natural, Petróleo, Nuclear de fisión, Nuclear de fusión.

Grado de presencia de estas categorías en dos libros de texto

El estudio que aquí se presenta no está concluido. Los resultados que a continuación se exponen (tablas 1, 2 y 3), corresponden al análisis de dos de las editoriales de la muestra objeto de estudio. Estas son:

- Ed1. Física y Química. 4º de ESO. Editorial Edelvives.
- Ed2. Física y Química. 4º de ESO. Editorial SM.

Categorías	Editoriales Analizadas	
	Ed1.	Ed2.
Importancia de la energía	√	√
Desarrollo sostenible		√
Actividades de uso y consumo		
- Fuentes de energía renovables		
- Solar		√
- Eólica		√
- Hidráulica		√
- Biomasa		√
- Mareomotriz		√
- Geotérmica		√
- Fuentes de energía no renovables		
- Carbón		
- Gas natural		√
- Petróleo		
- Nuclear de fisión		
- Nuclear de fusión		

Tabla 1. Presencia de contenidos sobre las categorías: “Importancia de la energía”, “Desarrollo sostenible” y “Actividades de uso y consumo” en dos libros de texto.

Categorías	Fuentes de energía		Actividades de producción	
	Ed1.	Ed2.	Ed1.	Ed2.
- Fuentes de energía renovables	√	√		
- Solar	√	√	√	
- Solar Fotovoltaica		√		
- Eólica	√	√	√	
- Hidráulica	√	√	√	
- Biomasa	√	√	√	√
- Mareomotriz	√	√	√	
- Geotérmica		√		
- Fuentes de energía no renovables	√	√		
- Carbón	√	√		
- Gas natural	√	√	√	
- Petróleo	√	√		
- Nuclear de fisión	√	√	√	
- Nuclear de fusión		√		

Tabla 2. Presencia de contenidos sobre las categorías: “Fuentes de energía” y “Actividades de producción” en dos libros de texto.

Categorías	Implicaciones Ambientales		Implicaciones Económicas		Implicaciones Políticas	
	Ed1.	Ed2.	Ed1.	Ed2.	Ed1.	Ed2.
- Fuentes de energía renovables		√		√		√
- Solar	√			√		
- Eólica	√		√			
- Hidráulica	√		√			
- Biomasa	√					
- Mareomotriz						
- Geotérmica						
- Fuentes de energía no renovables		√				
- Carbón	√	√	√			√
- Gas natural	√	√				√
- Petróleo	√	√		√	√	√
- Nuclear de fisión	√	√				√
- Nuclear de fusión		√				

Tabla 3. Presencia de contenidos sobre la categoría de “Implicaciones” en dos libros de texto.

CONCLUSIONES

En estos datos ya se aprecian algunas tendencias, como son las que se apuntan a continuación:

1. Aunque ambos textos otorgan importancia a la energía, solo la Ed2. recoge alusiones al desarrollo sostenible, y Ed1. no desarrolla los temas relacionados con las actividades de uso y consumo.
2. Ambos textos dedican una atención similar a las fuentes de energía alternativa, pero uno solo se centra convenientemente en actividades para producirla.
3. En ambos textos tienen mucha mayor presencia las implicaciones ambientales que las implicaciones económicas y políticas. Éstas últimas aparecen de manera diferente. La Ed1. se centra en las fuentes de energías renovables, mientras la ED2. se centra en las fuentes de energía no renovables.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bliss, J., Monk, M., Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for educational research*. London: Croom-Helm.

BOE, Nº 5. (2007). *REAL DECRETO 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*.

BOJA, Nº 171. (2007). *ORDEN de 10 de Agosto, por la que se desarrolla el Currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*.

Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., Fillman, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (7), 787–797.

Deaugherty, M. K., Carter, V. R. (2010). Renewable energy technology. *Technology Teacher*, 69 (5), 24-28.

Jimenez, J. D. (2000). *El análisis de los libros de texto*. En Perales Palacios F.J. y Cañal de León P. (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 309-322). Alcoy: Marfil.

Hurd, P. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407–416.

Irez, S. (2009). Nature of Science as Depicted in Turkish Biology Textbooks. *Science Education*, 93, 422–447.

Liarakou, G., Gavrilakis, C., Flouri, E. (2009). Secondary School Teachers' Knowledge and Attitudes towards Renewable Energy Sources. *Journal of Science Education and Technology*. 18, 120-129.

Pedrosa, M. A. (2008). *Metas de desenvolvimento do milenio e competencias- Energia e recursos energéticos em educação científica para todos*. Comunicación presentada en el XXI Congreso de Enciga, O Carballiño, Orense.

Sanchez, G., Varcácel, 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.

Stern, L. ,y Roseman, J. (2004). Can middle school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation study: Life science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538–568.

Thomas, C., Jennings, P., Lloyd, B. (2008). Issues in renewable energy education. *Australian Journal of Environmental Education*, 24, 67-73.

Nota: Este trabajo forma parte del proyecto “EDU2009-07173” del Ministerio de Ciencia e Innovación.

El interés didáctico del material científico: de los museos y gabinetes a los recursos virtuales

Bernal, J.M., Delgado, M. A., López, J.D.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Murcia.

jmbernal@um.es

RESUMEN

Con esta comunicación queremos mostrar algunos de los rasgos esenciales del trabajo que venimos desarrollando en torno a la preservación, catalogación y estudio del patrimonio histórico-científico existente en los centros educativos. Desde hace unos años, profesores de distintos departamentos de la Universidad de Murcia y de Institutos de Educación Secundaria trabajamos en la creación del Museo Virtual de Historia de la Educación (MUVHE), como elemento integrador de los estudios realizados en las distintas áreas de conocimiento, y como recurso didáctico de interés para la enseñanza de las ciencias experimentales.

Palabras clave

Patrimonio histórico-científico, material científico, museo virtual, historia enseñanza ciencias.

INTRODUCCIÓN

Las actividades prácticas y de laboratorio, formuladas desde enfoques adecuados, pueden jugar un papel esencial en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias. Tradicionalmente, incluso desde posiciones pedagógicas que pudieran estar enfrentadas en otros aspectos, ha parecido muy aconsejable incluir en los programas de ciencias trabajos experimentales que requieren la utilización de un material específico: el denominado material científico. ¿Qué tipo de material científico se puede encontrar en los centros educativos? Es muy diverso: instrumentos y aparatos para utilizar en actividades experimentales (microscopios, lupas, balanzas, etc.), material fungible (probetas, reactivos químicos, etc.), láminas, colecciones, modelos y ejemplares de seres vivos o restos de seres vivos (insectos, semillas, minerales, fósiles, conchas, herbarios, etc.).

La emergencia de la llamada nueva historia cultural de la educación, en las postrimerías del pasado siglo, ha tendido a promover la investigación sobre la cultura material de las instituciones educativas. El museísmo educativo viene teniendo, asimismo, en las dos últimas décadas tanto en el contexto europeo como en el resto del mundo un importante desarrollo. En este trabajo pretendemos mostrar, desde esta perspectiva, el papel del material científico integrante del patrimonio histórico de las instituciones educativas como fuente para el conocimiento de la historia material de la escuela y su utilización como un recurso más en la enseñanza de las ciencias (Bernal & López, 2009).

Las láminas, colecciones, instrumentos y aparatos utilizados en cada momento para la realización de actividades experimentales van a ser un claro indicador, no solo de los objetivos didácticos declarados, sino también de las prácticas realizadas habitualmente (López & Delgado, 2003). Además, pueden constituir un valioso recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias en cuanto que ofrece la posibilidad de que los alumnos se interesen y actúen en relación con aspectos científicos históricos en un contexto material de referencia. Además, mediante la utilización de los museos virtuales y los recursos en línea disponibles, es posible preparar actividades de enseñanza

con el patrimonio histórico científico, independientemente de las disponibilidades del centro (Bernal, López & Moreno, 2008; López & Bernal, 2008).

LOS MUSEOS PEDAGOGICOS Y LA CULTURA MATERIAL DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Los intentos llevados a cabo en nuestro país para proteger, recuperar, estudiar y difundir el patrimonio histórico-educativo se han visto reforzados por el auge del museísmo pedagógico y la instauración de museos de ciencias, museos de educación y centros de investigación sobre el patrimonio educativo. La creación de la Sociedad Española para el Estudio del Patrimonio Histórico-Educativo (SEPHE) y la celebración de reuniones científicas, jornadas, congresos y coloquios han permitido seguir explorando la memoria de la educación y de las instituciones educativas para su estudio e interpretación.

La celebración de conmemoraciones de la creación de algunos centros educativos, exposiciones pedagógicas y la publicación, en su caso, de catálogos de dichos eventos, y la celebración de las *Jornadas de Institutos históricos*, han dejado patente que el fondo patrimonial que poseen las instituciones educativas tiene un gran valor histórico, artístico, científico y didáctico. Los objetos cotidianos existentes en los centros educativos son medios y objetos cargados de significados que nos informan de la intrahistoria de los procesos educativos, de sus prácticas, metodologías de enseñanza, organización de los centros escolares, relaciones entre los alumnos, docentes, administraciones educativas, la institución escolar y la sociedad (Moreno, 2007).

Los aparatos, instrumentos, modelos y ejemplares del patrimonio histórico-científico de las instituciones docentes, además de su valor etnológico y cultural, también pueden ser fuente para el conocimiento de la relación ciencia-tecnología-sociedad en épocas pretéritas, puesto que los objetos que integran tales colecciones son testimonio de la ciencia de otros tiempos, reflejan la historia de las ideas, iniciativas, descubrimientos, su contribución al progreso de la sociedad y la evolución del conocimiento (Drouin, 2003). Pueden ofrecer una buena visión de la labor colectiva que supone la actividad científica y de las aplicaciones del trabajo de los científicos a la sociedad, puesto que muchos de ellos tienen unas funciones claramente definidas, y permiten conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología al interés social de la ciudadanía en distintas épocas.

UN PROYECTO ALTERNATIVO: EL MUSEO VIRTUAL DE HISTORIA DE LA EDUCACIÓN

El Museo Virtual de Historia de la Educación (MUVHE) forma parte de las iniciativas emprendidas por un grupo de profesores de la Universidad de Murcia en el marco de los proyectos de investigación “La cultura material de las instituciones educativas en la España del siglo XX: arquitectura y mobiliario escolares y material científico-pedagógico” (2004-2007) y “El patrimonio cultural de las instituciones educativas en la España contemporánea (siglos XIX-XXI)” (2007-2010), financiados dentro de los Planes Nacionales de I+D+i por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Educación y Ciencia.

El MUVHE está concebido como un espacio dinámico y abierto que favorezca la catalogación, estudio, investigación, sensibilización, protección, conservación, formación y difusión del patrimonio histórico-educativo. Está destinado a un amplio espectro de usuarios y quiere contar con la colaboración y participación activa de todas las personas y entidades que lo deseen, para llegar a ser, con ayuda de todos, una zona compartida de la memoria educativa.

El Museo cuenta inicialmente con varias salas de exposición permanente, en las que se encontrará imágenes y fichas de catalogación referidas a espacios educativos, mobiliario y enseres escolares,

material científico pedagógico, así como a manuales escolares y catálogos de material de enseñanza de los siglos XIX-XXI. Asimismo, el MUVHE dispone de una sala de exposiciones temporales que, periódicamente, ofrecerá muestras monográficas.

Al MUVHE, ubicado en el servidor de la Universidad de Murcia, se accede de forma libre. No obstante, cuenta con un sistema de registro que posibilita visualizar y descargar con mayor calidad las imágenes incorporadas a las fichas de catalogación. Asimismo, gracias al sistema de alertas con que cuenta el museo, los registrados pueden recibir avisos por correo electrónico de la incorporación de nuevos materiales a las salas en las que estén interesados. El MUVHE es un proyecto vivo que irá progresivamente incorporando, por una parte, nuevas salas destinadas a albergar nuevos materiales, objetos y equipamientos educativos y, por otra, las salas ya existentes seguirán incorporando nuevos fondos y desagregándose en nuevas subsalas que permitan una clasificación y presentación de los fondos expuestos más homogénea.

El proceso de construcción del Museo requiere una actividad continuada de catalogación y digitalización de imágenes, objetos y documentos procedentes de catálogos de material escolar, material bibliográfico, centros educativos, Museos pedagógicos, archivos públicos, colecciones privadas, etc. El Museo pretende ser también un instrumento al servicio de la formación de profesores, pedagogos y educadores. Por estas vías se contribuirá a potenciar la investigación historiográfica sobre la cultura material de la escolarización, el uso didáctico de sus recursos y a generar una mayor concienciación sobre la necesidad de proteger, conservar y difundir el patrimonio histórico-educativo común.

EL MATERIAL CIENTÍFICO Y PEDAGÓGICO EN EL MUVHE

Los estudios históricos sobre el material científico han experimentado en los años 90 del siglo pasado un gran impulso desde la perspectiva de la Historia de la Ciencia, de la Historia de la Educación o de los Museos de Ciencias y Pedagógicos. Más recientemente se vienen realizando también en nuestro país trabajos de recuperación, catalogación, conservación y análisis didáctico del material científico de instituciones docentes de los siglos XIX y XX que, indudablemente, contribuyen a recuperar la memoria histórica de las ciencias experimentales como disciplina de enseñanza (Bernal & López, 2009).

En el MUVHE, la sala de material científico y pedagógico constituye un excelente medio de estudio, interpretación y análisis de la escuela de ayer, de la memoria de la cultura escolar, y contribuye a su recuperación y conservación con el fin de poder contar con los fondos científicos, documentales, bibliográficos, etc., de diferentes instituciones educativas españolas. Se pretende contribuir al conocimiento, estudio, protección, conservación, difusión y divulgación del material científico y pedagógico de las instituciones educativas españolas en los siglos XIX-XXI.

En una primera fase de desarrollo del proyecto, se ha prestado especial atención al material existente en instituciones de la Región de Murcia (Universidad, institutos creados en siglo XIX y escuelas graduadas históricas). En este sentido, en la sala de material científico y pedagógico se están incorporando las fichas correspondientes al material científico de la antigua Escuela Normal de Maestros y del Museo José Loustau de la Facultad de Biología.

Se han incluido ya las fichas de instrumentos y aparatos de física y de química del antiguo Instituto Local de Lorca (creado en 1864). Profesores de dicho centro han restaurado y catalogado los diferentes aparatos, han digitalizado sus imágenes, y han recuperado para la práctica docente en la actualidad el material histórico (Delgado, López & otros, 2007). Se ofrece información sobre la datación, procedencia, localización actual, estado de conservación, medidas y una breve descripción de los aparatos, así como de su funcionamiento y uso didáctico en el pasado, fundamentalmente experiencias de cátedra por medio de demostraciones de los principios y leyes físicas que quiere

hacer ostensible el aparato en cuestión. También se incluyen referencias a los catálogos y los libros de texto que recomendaban su adquisición y utilización.

ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA PLANTEADAS EN TORNO AL MATERIAL HISTÓRICO-CIENTÍFICO

El patrimonio histórico-científico puede ser una herramienta pedagógica útil para el diseño de unidades didácticas y materiales de trabajo en el aula para diferentes niveles y modalidades educativas. Los instrumentos y aparatos científicos del pasado abren una vía para reintegrar estos viejos objetos en la enseñanza actual de las ciencias y mostrar con ellos conceptos y aspectos de la investigación científica, de sus métodos y prácticas experimentales, que dan lugar a la elaboración del conocimiento científico (Bertomeu, 2002). Las colecciones botánicas o zoológicas, formadas por ejemplares de reconocido valor patrimonial, permiten también entablar con el alumnado una reflexión en torno a la biología de la conservación y la relación que el hombre ha mantenido con la naturaleza a lo largo de la historia (Aragón, 2003).

El patrimonio histórico-científico puede ser igualmente una herramienta de formación del ciudadano, en propuestas concretas de educación no formal y de formación permanente, a través de museos y centros de interpretación, familiarizando al público en general con el patrimonio que hemos heredado, favoreciendo el desarrollo de competencias básicas y la alfabetización científica de todos y para todos los ciudadanos (Estepa, Wamba & Jiménez, 2005).

La utilización de las nuevas tecnologías de la información y comunicación mediante el acceso a los recursos en disponibles en la red de centros educativos históricos, museos de ciencias, de historia de las ciencias, museos pedagógicos, etc., nos permitirá incidir en la formación del alumnado en competencias básicas relacionadas con el tratamiento de la información y competencia digital.

Nuestra propuesta, llevada a la práctica con alumnos de ESO, futuros profesores de Primaria y Secundaria, y con profesores ya en ejercicio, se lleva a cabo mediante la utilización del patrimonio histórico-científico existente o no en los centros educativos (por ejemplo, aparatos para la enseñanza de la física como la máquina de Ramsden, de Wimshurst, botella de Leyden, pila de Wollaston, bombas aspirantes, etc.); puede dar respuesta a distintos interrogantes que surgen respecto a la contribución del conocimiento científico-tecnológico a la comprensión del mundo y a la mejora de las condiciones de vida de las personas, y quiere incidir en la capacitación del alumnado para buscar, obtener, procesar y comunicar información relacionada con el material científico, haciendo uso de los recursos tecnológicos existentes, generando actitudes que permitirán salvaguardar unos bienes materiales que a todos nos pertenecen y que todos tenemos la responsabilidad de conservar. Sólo aquello que se conoce y se aprecia se protege y respeta (Bernal & López, 2009).

Los alumnos, guiados por el profesor, realizan un análisis de problemas científico-tecnológicos de incidencia e interés social. Se establece una disposición a reflexionar sobre cuestiones de carácter científico y tecnológico para tomar decisiones responsables, estudiando la dependencia de la ciencia y la tecnología del contexto cultural, social y económico.

Las actividades se inician atendiendo a la *motivación del alumnado*. Para ello se puede hacer funcionar el aparato o máquina en cuestión, observando sus efectos, provocando en el alumnado curiosidad y predisposición para interesarse por fenómenos científicos que han contribuido a cambiar la forma de vida y las costumbres de la sociedad de entonces y que es vital todavía en la actualidad. Se trataría, por ejemplo, de *hacer reflexionar* a nuestros alumnos y alumnas sobre la dificultad de imaginar un mundo sin electricidad. También se llevaría a cabo la *búsqueda y recogida de información* sobre el aparato estudiado: características principales, fabricante, año aproximado de fabricación, nombre del aparato, etc.

En una segunda fase se pretende el *desarrollo de una investigación* en la que los alumnos, siempre con la colaboración del profesor, investigan sobre la importancia del tema abordado en nuestra vida cotidiana, la urgente necesidad del compromiso personal con el desarrollo sostenible, y la importancia de valorar y respetar elementos patrimoniales existentes en instituciones educativas de gran tradición histórica, museos, etc. La actividad de los alumnos se centra en investigar sobre los descubrimientos más importantes que en torno al fenómeno estudiado y sus aplicaciones se han sucedido a lo largo de la historia mediante la búsqueda y selección de información científica relevante (páginas web de museos de ciencia, de historia de la ciencia y de instrumentos científicos). En ellas es posible encontrar información sobre el tema abordado, sobre las implicaciones que los sucesivos adelantos científicos provocaron en la sociedad, planteando al mismo tiempo otros problemas relacionados con el trabajo planteado, por ejemplo, el consumo energético y las fuentes de energía, etc.

En la tercera y última fase, se revisa el proceso seguido, y se inicia la difusión y comunicación de los resultados de la investigación, poniendo de manifiesto la importancia que la ciencia y el trabajo de los científicos tienen en la vida cotidiana de las personas. En esta etapa se trata también de que los alumnos sean conscientes de la importancia de recuperar y preservar el patrimonio histórico-científico (Bernal & López, 2009).

CONCLUSIONES

El patrimonio histórico-científico es un buen recurso didáctico para la construcción de aprendizajes relacionados con la enseñanza de las ciencias experimentales. Puede ser un método para estudiar cómo las relaciones entre la ciencia y la tecnología han modificado la forma de vida de las personas en cada época. El alumnado puede tener un papel activo en sus propios aprendizajes, trabajando competencias básicas e introduciéndose en el conocimiento y en la práctica de los métodos y técnicas de la ciencia, al mismo tiempo que colabora en la recuperación, catalogación, conservación y análisis didáctico del material científico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, S. (2003). Las colecciones científicas universitarias, un patrimonio en proceso de recuperación. *Museología*, 27-28, 54-60.
- Bernal, J. M., López, J. D., Moreno, P. L. (2008). Museos pedagógicos y enseñanza de las ciencias: de las láminas y colecciones a los recursos didácticos virtuales. En *I Encuentro Iberoamericano de Museos Pedagógicos y museólogos de la educación* (pp. 413-426). Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.
- Bernal, J. M., López, J. D. (2007). Los museos educativos y el material científico-pedagógico construido en la escuela. En Escolano, A. (Ed.), *La cultura material de la escuela. En el centenario de la Junta para la Ampliación de Estudios, 1907-2007* (pp. 155-167). Berlanga de Duero (Soria): CEINCE.
- Bernal, J. M., López, J. D. (2009). El patrimonio científico de los institutos de enseñanza secundaria. Un recurso didáctico en las Ciencias para el mundo contemporáneo. Madrid: UNED ediciones.
- Bertomeu J. R., García, A. (2002). *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos de la Universidad de Valencia*. Valencia: Servicio de Publicaciones Universitat de Valencia.
- Delgado, M. A., López, J. D. & otros (2007). Los instrumentos y aparatos científicos del Gabinete de Física y Química del instituto Local de Lorca: un recurso didáctico en Física y química, *Educación en el 2000. Revista de formación del profesorado*, Consejería de Educación, Ciencia e Investigación de la Región de Murcia, 104-112.

Drouin, J. M. (2003). Museología e Historia de la ciencia: un diálogo fecundo. *Museología*, 27-28, 51-53.

Estepa, J., Wamba, A. M., Jiménez, R. (2005). Fundamentos para una enseñanza y difusión del patrimonio desde una perspectiva integradora de las ciencias sociales y experimentales, *Investigación en la escuela*, 56, 19-26.

López, J. D., Delgado, M^a A. (2003). El material científico de los institutos como indicador de intenciones pedagógicas y modelos de enseñanza en ciencias experimentales. *Etnohistoria de la escuela, XII Coloquio Nacional de Historia de la Educación* (pp. 181-192). Burgos: SEDHE y Universidad de Oviedo.

López, J. D., Bernal, J. M. (2009). El material de enseñanza como recurso didáctico en la Historia de la Educación. *Cuadernos de Historia de la Educación*, 6, 53-92.

Moreno Martínez, P. L. (2007). La modernización de la cultura material de la escuela pública en España, 1882-1936. En Escolano Benito, A. (ed.), *La cultura material de la escuela* (pp. 45-74). Berlanga de Duero (Soria): CEINCE.

Elaboración de un sistema de Evaluación e Innovación de actividades relacionadas con la Educación Ambiental. Caso aplicado: Museu Agbar de les Aigües.

Soler Artiga, M., Sanmartí Puig, N.

Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad Autónoma de Barcelona

msolerar@agbar.es

RESUMEN

Este trabajo de investigación elabora un sistema de evaluación e innovación de actividades relacionadas con la Educación Ambiental y se desarrolla en el Museu Agbar de les Aigües (Cornellá de Llobregat, Barcelona).

Mediante el uso de diferentes técnicas de evaluación se diseña un nuevo instrumento (llamado DOFÍ-TIRPE) que facilita la introducción de cambios en las actividades educativas.

Palabras clave

Evaluación, Instrumento de evaluación, Innovación, Educación Ambiental, Museo

INTRODUCCIÓN

Para comprender la razón de esta investigación es importante contextualizarla:

Trabajo como educadora en el Museu Agbar de les Aigües, el cual ofrece actividades escolares desde el año 2005. Ha conseguido una alta fidelización por parte de las escuelas, así como un equipo educativo estable.

Esta situación me lleva a considerar conveniente evaluar el proyecto educativo, con el deseo de que ayude a desarrollar la investigación en el campo de la educación en museos y otras entidades vinculadas a la Educación Ambiental.

Para lograrlo me documentó y reflexiono sobre qué antecedentes existen en relación con la evaluación de actividades de EA. Las reflexiones de Thomson y Hoffman (2002) me animan a seguir con esta investigación, al remarcar la necesidad de evaluar para mejorar la calidad de los programas de EA. Así como la afirmación de Benayas y Gutiérrez (2003), quienes destacan que son frecuentes las investigaciones que evalúan proyectos educativos pero pocas las que contribuyen a desarrollar instrumentos de innovación de actividades. Ello reorienta mi pesquisa y así descubro el trabajo de investigación de Alba Castelltort, dirigido por Neus Sanmartí, que consistió en la elaboración de un instrumento para evaluar actividades de EA puntuales. Tomo este trabajo como principal referencia a partir de la cual avanzar.

Objetivos

Siendo ésta la situación de partida los objetivos concretos que me marco conseguir son:

- ◆ Validar instrumentos de evaluación ya en uso.

- ◆ Desarrollar un proceso de evaluación que sea eficaz para orientar el proceso de regulación-innovación.
- ◆ Crear un instrumento que favorezca tomar decisiones acerca de la innovación a promover.
- ◆ Diseñar el nuevo proyecto educativo 2008-2009 en función del análisis realizado.

MARCO TEÓRICO

Como Thomson y Hoffman (2002), entiendo que la **evaluación** es necesaria para mejorar y fundamentar los cambios en la práctica educativa. Valoro qué tienen en común los diferentes modelos de evaluación, gracias a las aportaciones de Pérez (1994) y, sobretodo, a los criterios seleccionados por Alba Castelltort y Neus Sanmartí (2004). Concibo la evaluación como un instrumento de cambio, que busca resultados y necesita de la participación. Tomo como base el **modelo constructivista** defendido por Eduardo García (2004), dentro del paradigma socio-crítico.

Sitúo la educación en la cultura de la **complejidad**, ya que, como consideran Bonil y Pujol (2005), puede favorecer la capacidad de la ciudadanía para pensar, sentir y actuar en una sociedad democrática y global. Muy relacionada con esta concepción está la visión de **Educación Ambiental** de Breiting (1998), ligada a la capacitación para la acción.

Educar ambientalmente supone educar en valores sociales, y ello no puede desligarse de una educación en el campo de **las emociones**. La integración del aspecto emocional en la educación es un punto de partida defendido por Mayer, Sanmartí y Pujol (2007), que manifiestan la necesidad de crear escenarios emocionalmente estimulantes para favorecer la dimensión social del aprendizaje.

CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El Museu Agbar de les Aigües es el escenario del Grupo Agbar para fomentar actuaciones respetuosas con el medio ambiente.

Esta investigación se centra en el análisis de los 6 talleres y 6 itinerarios educativos ofrecidos por dicho museo. En el proceso de evaluación e innovación se ha decidido que participara todo el equipo educativo porque se considera que una de las riquezas del proyecto educativo del museo recae en buscar y definir un estilo propio y la forma más coherente para conseguirlo es que el programa sea creado internamente.

La metodología escogida para esta investigación está basada en planteamientos cualitativos, complementados con planteamientos cuantitativos, ya que estos se preocupan más por la descripción y la interpretación de los objetos a evaluar que por la medida o la predicción de sus resultados. De hecho, la tipología de investigación que se presenta se enmarca dentro de la teoría realista-crítica.

Diseño y planificación de la investigación

Durante el curso **2006-2007** amplí mi formación mediante las asignaturas teóricas del doctorado en educación ambiental y, una vez decidida la investigación a realizar, me documenté hasta tener un marco teórico de referencia, así como un primer diseño del estudio.

Durante el último trimestre del curso 2006-2007 recogí los datos de los talleres realizados en el Museu Agbar de les Aigües mediante los instrumentos escogidos: DOFÍ (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Innovaciones, de creación propia), ADAPEA (Avaluació d'Activitats Puntuals d'EA), encuestas a maestros y educadoras.

A principios del curso **2007-2008**, con toda la información, hice un análisis de la evaluación llevada a cabo y, con el equipo de trabajo, se propusieron mejoras a los talleres ofrecidos. Para este

paso fue útil elaborar un nuevo instrumento (TIRPE; Tabla de Innovación Resultado del Proceso de Evaluación) y llevar a cabo grupos de discusión.

A lo largo del curso **2008/09** se desarrolla de nuevo el proceso de evaluación (modificado a partir de los resultados de la fase anterior), esta vez teniendo como estudio los itinerarios del museo, por lo tanto, una modalidad de actividad diferente.

Durante el curso 2008/09, se hace un análisis de la evaluación llevada a cabo. Y, como anteriormente, con el equipo de trabajo, se propusieron mejoras a los itinerarios ofrecidos. Para este paso fue útil elaborar de nuevo el instrumento TIRPE y llevar a cabo grupos de discusión.

Finalmente, durante el curso **2009/2010**, analizo el trabajo realizado a lo largo de 4 fases y 4 años (2006-2010).

Recogida y Análisis de Datos

Las técnicas de obtención de resultados utilizadas han sido:

Encuestas

Encuestas a profesores

Encuestas a educadoras

Observaciones

Observaciones mediante el instrumento ADAPEA

Observaciones mediante el instrumento DOFÍ (creación propia)

Tabla de Innovación Resultante del Proceso de Evaluación (creación propia)

Grupos de discusión

Instrumento ADAPEA

Instrumento seleccionado porque aporta:

- Rigor
- Objetividad
- Criterios coherentes con los objetivos del proyecto educativo

ADAPEA recoge un total de **62 criterios de evaluación** agrupados en cuatro apartados

- Objetivos
- Contenidos
- Métodos pedagógicos
- Evaluación-regulación

I. SOBRE ELS OBJECTIUS

I.1. En relació als procediments (aprendre a saber fer)

1. Posen èmfasis en el desenvolupament intel·lectual de l'alumne (capacitat d'observar, identificar, recollir dades, d'ordenar-les, analitzar-les, modelitzar-les; capacitat de relacionar diferents fenòmens o elements d'una situació)?

Instrumento DOF(I)

Instrumento de creación propia

Motivo de creación:

Alumnos
Emociones
Criterios Complejidad



OPORTUNIDADES



DEBILIDADES

Bases del diseño:

Método de evaluación DAFO
Observación



FORTALEZAS

Modificado según los resultados de cada fase de la investigación

Para evaluar la calidad de los datos y validar el análisis se ha practicado la triangulación. Por ello se han utilizado diversos instrumentos y observadoras: las actividades se han observado un mínimo de 3 veces y por 3 personas diferentes.

Los datos recogidos con todas estas técnicas se tratan mediante métodos cualitativos y cuantitativos, pues esta investigación tiene un enfoque integrador.

DATOS RECOGIDOS:

INSTRUMENTO	MUESTRA DE ESTUDIO FASE I	MUESTRA DE ESTUDIO FASE II
Encuesta a profesores	165 (1 por taller)	140 (1 por taller)
Encuesta a educadoras	185 (1 por taller)	156 (1 por taller)
Observaciones ADAPEA	12 (2 por taller)	12 (2 por taller)
Observaciones DOFI	18 (3 por taller)	18 (3 por taller)
Tablas de innovación	6 (1 por taller)	0

INSTRUMENTO	MUESTRA ESTUDIO FASE III	MUESTRA DE ESTUDIO FASE IV
Encuesta a profesores	234 (1 por itinerario)	257 (1 por itinerario)
Encuesta a educadoras	314 (1 por itinerario)	334 (1 por itinerario)
Observaciones ADAPEA	12 (2 por itinerario)	12 (2 por taller)
Observaciones DOFI	18 (3 por itinerario)	18 (3 por taller)
Tablas de innovación	6 (1 por itinerario)	0

En la evaluación se han detectado aspectos de las actividades que pueden ser mejorados. Ahora es necesario pasar a la acción y transformar las debilidades y oportunidades detectadas en las actividades de manera que sean coherentes con el marco teórico consensuado. Para ello será necesario innovar y, con el objetivo de facilitar esta innovación, la creación de propuestas de cambio concretas y asegurar que seguimos dentro de la filosofía acordada se crea el instrumento TIRPE.

El instrumento es una tabla de 4 columnas, que corresponden a los elementos que podemos cambiar (en el caso de los talleres: contenidos, metodología, comunicación y materiales) y de 4 filas, que corresponde a las líneas de mejora consensuadas a partir de la evaluación (en el caso de los talleres: obtener actividades más relajadas, espontáneas, seductoras y plurales).

Recordemos que este instrumento es resultado de una evaluación previa. Por lo tanto después de cada evaluación resultará útil una tabla diferente. Con otros parámetros acordes con nuestros

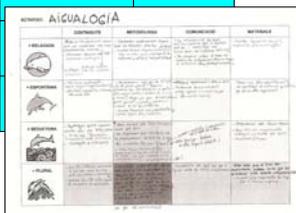
objetivos y situación. Se usará una Tabla de Innovación para cada taller e itinerario evaluado, por lo tanto tendremos un total de 12.

Í = Instrumento TIRPE

Tabla de Innovación Resultado del Proceso de Evaluación

	ELS CONTINGUTS	METODOLOGIA	COMUNICACIÓ	MATERIALS
+ RELAXADA 				
+ ESPONTÀNIA 				
+ SEDUCTORA 				
+ PLURAL 				

Tablas de innovación	6 (1 por taller)
----------------------	------------------



En cada casilla se escriben propuestas sobre cómo conseguir una actividad más relajada a partir de modificaciones en los contenidos, por ejemplo, y así seguimos con cada casilla. Nos forzamos a buscar propuestas que respondan a nuestros objetivos. Además todo el equipo educativo puede participar, de modo que se recoge una amplia lista de sugerencias.

Para analizar las aportaciones hechas en TIRPE y traducirlas a propuestas concretas se trataron los resultados mediante redes sistémicas.

Y los resultados obtenidos se analizaron en grupos de discusión, para recoger más información e incorporar la percepción de todos los miembros del equipo educativo. Se debatieron las propuestas resultantes de cada casilla y se decidió cuál sería el cambio más acorde con la línea educativa del museo y sus posibilidades.

Seguidamente se hicieron grupos de trabajo que buscaron como llevar a la práctica los cambios acordados y realizar la nueva propuesta de la actividad.

Y finalmente volvieron a realizarse grupos de discusión para consensuar la puesta en práctica de la propuesta final.

Esta secuencia se repite, con ciertas modificaciones, cuando se regulan los itinerarios.

ANÁLISIS INTERPRETATIVO DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS

Validar instrumentos de evaluación ya en uso.

Se concluye que las **encuestas para profesores** no sirven para evaluar las actividades, pues la información que recogen es útil para el departamento de atención al visitante pero no para el equipo educativo.

En cambio las **encuestas para educadoras** sí aportan información útil y permiten detectar la voluntad de mejora del equipo educativo así como el funcionamiento de la actividad.

Se decide revisar las preguntas de las encuestas, teniendo en cuenta las reflexiones de Santacana (2005) y reflexionando primero sobre qué se quiere saber con ellas. Según las líneas de mejora marcadas por el instrumento TIRPE y los grupos de discusión, se diseñan **nuevas encuestas**. Éstas,

utilizadas en las fases 2 a 4 han permitido caracterizar las actividades y han forzado al equipo educativo a tener siempre presentes los objetivos generales.

Por su parte **ADAPEA** sí facilita la evaluación de las actividades identifica criterios y estrategias generales que marcan una línea a seguir en el momento de introducir cambios para mejorar las actividades. Ha aportado rigor y objetividad.

Desarrollar un proceso de evaluación eficaz para orientar el proceso de regulación-innovación de las actividades.

El proceso de evaluación-innovación de actividades que pueda aplicarse en diferentes entidades relacionadas con la Educación Ambiental se recoge en este artículo:

Primer paso: Evaluar las actividades respondiendo el cuestionario ADAPEA.

Segundo paso: Evaluar las actividades realizando las observaciones que propone DOFÍ

Tercer paso: Compartir y consensuar los resultados en grupos de discusión.

Cuarto paso: Utilizar el instrumento TIRPE para innovar en las actividades, recoger propuestas concretas de innovación y cambios en los talleres.

Podemos concluir que los distintos instrumentos se complementan y son útiles para afrontar la revisión y el cambio de las actividades. Las observaciones realizadas con DOFÍ han ayudado a establecer la base para negociaciones y compromisos en las nuevas actividades al facilitar las discusiones abiertas, profundas, más centradas y francas porque debe llegarse a un acuerdo para determinar lo que es un aspecto fuerte y lo que es una debilidad. Gracias a este instrumento, las emociones de los alumnos son percibidas y también su punto de vista. Ninguna de las otras estrategias usadas permite descubrir su percepción.

Crear un instrumento que favorezca tomar decisiones acerca de la innovación a promover.

TIRPE facilita la creación de **cambios concretos**. En la segunda y cuarta fase se ha podido comprobar como la mayoría de cambios propuestos han sido **aplicados**.

Se valora que este instrumento mejora la eficacia de la discusión, puesto que se debate sobre puntos y propuestas concretas. Permite realizar propuestas de acción que surgen directamente de las potencialidades, debilidades y sugerencias detectadas en el proceso de evaluación, y son construidas por el equipo educativo implicado en el proceso. De esta manera se da más fuerza a las acciones propuestas, ya que surgen de la **conciencia colectiva**.

El instrumento TIRPE ayuda a mantener el **trabajo intra e interescalar**. Al trabajar en profundidad cada actividad y a su vez buscar conexiones entre ellos se consigue una mayor coherencia entre las propuestas de acción. Permite modificar las actividades teniendo en cuenta los objetivos marcados por el museo y las deficiencias encontradas mediante la evaluación. Genera cambios concretos en los talleres no tanto a nivel de reflexión como los instrumentos usados en las fases de evaluación sino a nivel más práctico.

Como su nombre indica esta tabla es resultado de un proceso de evaluación y por lo tanto los parámetros que figuran en él varían en función del contexto y los objetivos de la entidad. La combinación entre la iniciativa personal y el trabajo colectivo en una organización, término acuñado por Alfons Cornella y Antoni Flores (06) como concepto **“teamdividualism”**, ha resultado vital.

Diseñar el nuevo proyecto educativo 2008-2009 en función del análisis realizado.

La investigación realizada aporta modificaciones al proyecto educativo 2008-09 ya que este es **sustancialmente distinto** al que se evaluó en 2006-07.

El Museu Agbar de les **Aigües ha ambientalizado su nuevo proyecto educativo**, al incorporar a sus actividades:

- Complejidad.
- Orden disciplinar: flexibilidad y permeabilidad.
- Contextualización.
- Tener en cuenta el sujeto en la construcción del conocimiento.
- Considerar los aspectos cognitivos y de acción de las personas.
- Coherencia y reconstrucción entre teoría y práctica.
- Orientación prospectiva de escenarios alternativos.
- Adecuación metodológica.
- Generar espacios de reflexión y participación democrática.
- Compromiso para la transformación de las relaciones sociedad-naturaleza.

Concluimos que, mediante esta investigación, se han aportado herramientas de trabajo para orientar el diseño de nuevas actividades, así como para autoevaluar y regular las propuestas ya existentes. A su vez se han identificado aquellas condiciones que facilitan la evaluación y la innovación de las actividades de Educación Ambiental desarrolladas en un museo.

BIBLIOGRAFÍA

Benayas, J., Gutiérrez, J., Hernández, N. (2003). La investigación en educación ambiental en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

Bisquerra, R. (1989). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. Barcelona: Ediciones Ceac, Colección Educación y Enseñanza.

Bonil, J. (2005). La recerca avaluativa d'un programa de l'assignatura de didàctica de les ciències experimentals dissenyat prenent com a marc teòric el paradigma de la complexitat: orientacions per al canvi. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Castelltort, A., Sanmartí, N. (2004). Avaluació de les activitats relacionades amb l'educació ambiental que es promoció des de l'Ajuntament de Sabadell (segona fase). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Cornella, A, Flores, A. (2006) L'alquímia de la innovació. CIDEM. Generalitat de Catalunya.

García, J. E. (2004). Educación ambiental, constructivismo y complejidad. Sevilla: Díada.

Junyent, M., Geli, A. M., Arbat, E. (2003) Proceso de caracterización de la ambientalización curricular de los estudios superiores. Girona: Universitat de Girona / Red ACES.

Mayer, M, Mogensen, F. (2007) Educació per al desenvolupament sostenible. Barcelona. Ed. Graó.

Padró, C. (2004). Mapping learning theories in museums. Collect and share report; Barcelona.

Santacana, J. y Serrat, N; (2005). Museografía Didáctica. Editorial Ariel.

Segarra, A., Vilches, A., Gil, D. (2008), Los museos de ciencias como instrumentos de alfabetización científica” en Didáctica de las ciencias experimentales y sociales, nº. 22, pp. 85-102.

Soler, M., Pejo, LL., Viladot (2009) *Investigación del aprendizaje de la ciencias en los museos*. Comunicación presentada en el VIII congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias.

Soler, M., Pejó, Ll. (2009) Aprender a fluir. *Perspectiva escolar* (noviembre 2009. Pg 47-55) Editorial Rosa Sensat. Barcelona

Thomson, Hoffman, J.(2002).Measuring the success of environmental education programs. (web) Canadian Parks and Wilderness Society, Club Sierra of/du Canada, Global Environment and Outdoor Education Council (GEOEC).

Tejiendo una red de voces en el aula. El establecimiento de enlaces pedagógicos como estrategia fundamental en la educación dialógica

Ametller, J.

CSSME, School of Education. The University of Leeds.

j.ametller@education.leeds.ac.uk

RESUMEN

El presente trabajo se centra en cómo los profesores de ciencias establecen enlaces entre diferentes elementos del discurso en el aula durante una secuencia de aprendizaje. Estos enlaces pedagógicos (pedagogical links) cumplen tres funciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje: estructurar los conceptos, promover la continuidad temporal del discurso en el aula y promover la implicación emocional de los alumnos. Estas funciones, esenciales para el desarrollo de una enseñanza dialógica, contribuyen a un aprendizaje conceptual significativo. Esta aportación, que recoge el análisis de cuatro profesores de primaria y secundaria, pone de manifiesto los diferentes tipos de enlaces y muestra algunos de los mecanismos discursivos utilizados por los profesores para establecer estos enlaces durante su práctica docente.

Palabras clave

Enlaces pedagógicos, educación dialógica, discurso en el aula, multimodalidad

INTRODUCCIÓN

Esta aportación propone un estudio del discurso de los profesores de ciencias y en particular de cómo establecen enlaces entre diferentes partes del discurso que se va construyendo en el aula durante una secuencia didáctica¹. Este trabajo se enmarca en una línea de publicaciones precedentes (Aguilar, Mortimer, & Scott, 2009; Mortimer & Scott, 2003; Scott & Ametller, 2007) en su aproximación al análisis de las intervenciones de los profesores en el aula de ciencias, y toma como referencia estudios pedagógicos más generales inscritos en una perspectiva socio-cultural (Alexander, 2008; Edwards & Mercer, 1987; Ogborn, 1996).

La idea de estos enlaces como parte fundamental de una pedagogía dialógica encaminada a un aprendizaje conceptual significativo ya fue recogida en un trabajo anterior dirigido por Neil Mercer y Phil Scott en el que participó el autor (Mercer, 2007). Aquí introducimos con más detalle el concepto de enlace pedagógico desarrollado a partir del estudio de la práctica docente de profesores expertos en el uso de una pedagogía dialógica. Este estudio nos ha permitido definir una tipología de enlaces pedagógicos. En los siguientes apartados presentaremos en primer lugar esta tipología y posteriormente daremos algunos ejemplos de cómo el análisis de la práctica de aula permite conectar las acciones del profesor con distintos tipos de enlaces².

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación que este trabajo pretende responder son las siguientes:

1. ¿Qué tipos de enlaces pedagógicos utilizan profesores expertos en enseñanza dialógica durante la construcción del discurso en una secuencia didáctica?

2. ¿Cómo pueden caracterizarse estos enlaces en relación a su forma y función?

Para abordar estas preguntas hemos utilizado dos estudios de caso de la utilización, por parte de profesores expertos en educación dialógica en escuelas del norte de Inglaterra, de secuencias didácticas de cinco horas de clase cada una sobre el tema de fuerzas. Los profesores trabajaron respectivamente con un grupo de sexto curso de primaria (Y6, 10/11 años) y uno de primer curso de secundaria obligatoria (Y7, 11/12 años). Decidimos trabajar con profesores experimentados con la intención de poder estudiar prácticas docentes dialógicas que pudieran presentar una mayor variedad y calidad de ejemplos de enlaces. Los profesores seleccionados formaban parte de la red local de profesores que colabora con nuestra universidad.

Consideramos esta investigación como un primer paso, un estudio piloto, para desarrollar una tipología de los enlaces realizados por profesores. Esperamos que la elección de datos de primaria y secundaria nos aporte una mayor variedad de enlaces.

Todas las clases fueron grabadas una cámara de video (situada en la parte posterior del aula) y dos micrófonos adicionales (uno personal para el profesor y uno que recoge las interacciones de un grupo de cuatro alumnos). Los datos recogidos fueron analizados con la ayuda de un software especializado ("ATLAS/ti. Version 6.1. ," 2009) para identificar los enlaces utilizados por los profesores a lo largo de las secuencias didácticas. Los resultados de este análisis se organizaron en una tipología de enlaces pedagógicos que se discute en el siguiente apartado.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Presentamos en primer lugar los resultados del análisis en función de los tipos de enlaces pedagógicos observados. Esta tipología se obtuvo a partir del análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje a lo largo de cada una de las dos secuencias didácticas observadas. El análisis siguió un proceso iterativo destinado a maximizar la credibilidad de nuestras interpretaciones y por lo tanto establecer su fidelidad (Lincoln & Guba, 1985, p. 301). El estudio de las grabaciones del aula permitía inferir tipos de enlaces, que a su vez se convertían en hipótesis que explorábamos con un nuevo análisis de los datos. Este análisis se completó con la participación de otro investigador en sesiones de "peer debriefing" (información entre pares) (op cit, p.308) en las que cuestionaba las interpretaciones emergentes y las bases sobre las que se establecían.

La naturaleza de este análisis unida a que muchos de los enlaces sólo se hacen evidentes con el estudio de distintos momentos de una misma secuencia, hacen que la explicación del mismo resulte bastante costosa. Estas características, juntamente con el hecho de que el núcleo de este estudio es la tipología de enlaces emergente nos ha llevado a presentar en primer lugar los tipos de enlaces identificados, dejando para el final de este apartado un ejemplo de estos enlaces en el aula.

Tipología de enlaces pedagógicos

La importancia de los enlaces pedagógicos se basa en la idea de que el aprendizaje conceptual significativo implica establecer conexiones cada vez más sofisticadas entre elementos del conocimiento disciplinar a medida de que el estudiante desarrolla una matriz de ideas interconectadas. A partir de la teoría de Vygostky parece razonable sugerir que estas conexiones hechas por los alumnos en el plano intra-psicológico se ven favorecidas por una enseñanza que incluya a profesor y alumnos estableciendo enlaces entre diferentes elementos del conocimiento que se está construyendo en el plano inter-psicológico. El estudio de las interacciones entre profesor y alumnos que conforman el discurso en el que se dan estos enlaces se aborda aquí a partir del trabajo de Mortimer y Scott (2003) sobre las aproximaciones comunicativas (communciative approaches). Estas fuentes teóricas se utilizaron en el análisis de los datos con el fin de determinar una tipología de enlaces pedagógicos basados en la forma y la función de los distintos tipos de enlaces.

Los enlaces identificados se dividen en tres grandes grupos. En primer lugar enlaces entre conceptos que participan directamente en la construcción de conocimiento. Estos son los enlaces más significativos en relación a las bases teóricas presentadas anteriormente. Además de estos enlaces la tipología propuesta incluye enlaces que permiten mantener la continuidad del proceso de enseñanza y enlaces que promueven la implicación emocional de los alumnos.

Construcción de conocimiento/ Estructuración de conceptos

El aprendizaje de las ciencias conlleva establecer conexiones entre distintas ideas pertenecientes a la ciencia y el mundo que intenta explicar. El análisis de nuestros datos nos ha permitido identificar cinco tipos de enlaces pertenecientes a esta categoría.

Enlaces entre explicaciones científicas y cotidianas. En buena parte, la enseñanza de las ciencias en la educación primaria y secundaria conlleva, desde una perspectiva constructivista, la elaboración de explicaciones científicas como alternativas a las explicaciones cotidianas de fenómenos naturales. Esta estrategia de cambio conceptual se concreta en enlaces entre ambos tipos de explicaciones que permitan establecer procesos de diferenciación e integración de conceptos pertenecientes a los dos niveles explicativos.

Enlaces entre conceptos científicos. Un aprendizaje científico significativo debe ir más allá de la acumulación de conceptos inconexos. El alumno debe enlazar estos conceptos en una matriz que constituye el lenguaje social científico. El establecimiento explícito de estos enlaces por parte del profesor en el campo inter-psicológico de clase facilita este proceso por parte del alumno en el plano intra-psicológico.

Enlaces entre explicaciones científicas y fenómenos naturales. Los enlaces entre estos dos elementos son esenciales para poder construir un visión común, entre alumnos y profesor, del punto de vista de la ciencia sobre el mundo físico que ésta intenta explicar. Al establecer estos enlaces el profesor tiene la oportunidad de tomar decisiones pedagógicas para seleccionar los fenómenos a considerar. Tal elección puede sustentarse en el interés potencial y la relevancia para los estudiantes o bien para proporcionar a los alumnos un incremento gradual en el “learning demand” (Leach & Scott, 2002) con el que se enfrentan los alumnos.

Enlaces entre registros semióticos. Un aspecto fundamental en el aprendizaje de las ciencias es la capacidad de utilizar el lenguaje multimodal en el que se expresa el conocimiento científico (Kress, 2001). Para entender y utilizar este lenguaje es necesario moverse entre registros semióticos (Duval, 1995) y conectarlos en explicaciones científicas. Esta construcción semiótica presenta dificultades (Lemke, 1990) tanto en la construcción multimodal, como en la conversión entre representaciones (Duval, 1995, p. 6). El establecimiento y explicación de estos enlaces por parte del profesor es claramente necesario para asistir a los alumnos en su asunción del lenguaje social de la ciencia.

Enlaces analógicos. La prevalencia de las analogías en ciencia, y en especial en su enseñanza, presenta retos importantes. Para que las analogías sean efectivas es necesario establecer conexiones claras entre los diferentes elementos de la analogía y entre estos y los elementos del sistema que se pretende enseñar.

Mantenimiento de la continuidad temporal

La enseñanza y el aprendizaje es un proceso que se desarrolla temporalmente. Esta dimensión temporal hace necesario tratar secuencialmente conceptos que se estructuran de manera no secuencial en la estructura interna del conocimiento científico. Más allá de esta discordancia, la dispersión temporal en clases y cursos, pone en jaque la coherencia que necesita el desarrollo de la

narrativa científica –scientific story (Ogborn, 1996)-. Consecuentemente se hace necesario establecer enlaces que invoquen una continuidad intelectual. Alexander (2008) se refiere a esta característica al defender la necesidad de una enseñanza *acumulativa*. Distinguimos entre tres tipos de enlaces en esta categoría según la distancia que separa temporalmente los elementos enlazados: micro –enlazando con un elemento que ha aparecido en la misma lección-, meso –enlazando con un elemento de la misma secuencia didáctica-, y macro – enlazando con un elemento que ha aparecido (o aparecerá) en otras secuencias didácticas del mismo, o distinto, curso.

Implicación emocional de los alumnos

Actualmente se acepta de manera general que “el comportamiento de los estudiantes viene influenciado por sus valores, su motivación, las creencias que trae de su entorno familiar a la escuela y la mirada de actitudes que haya formulado sobre la escuela, la ciencia y la vida en general” (Simpson, Koballa., Oliver, & Crawley, 1994). El profesor puede trabajar a favor de una implicación emocional positiva de los alumnos a través de enlaces de dos tipos. En primer lugar estableciendo enlaces entre ideas concretas y los alumnos que las han introducido en el discurso de aula. Alternativamente el profesor puede trabajar este factor intentando implicar emocionalmente a los alumnos en el desarrollo de la narrativa de clase pidiéndoles, por ejemplo, que presenten sus predicciones en el trabajo de laboratorio.

Enlaces pedagógicos en acción

Como ya hemos dicho anteriormente presentaremos aquí un único ejemplo de cómo hemos identificado los distintos tipos de enlaces pedagógicos en el análisis de las grabaciones de clase. El ejemplo que analizaremos aquí tiene lugar en la tercera clase de una secuencia didáctica sobre fuerzas en el primer curso de secundaria. Hasta el momento de incorporarnos a la clase el profesor ha introducido los conceptos de fuerza, gravedad y tensión en diferentes ejemplos. Durante la clase anterior los alumnos han participado en una actividad en la que algunos estudiantes se han colgado de una viga en el aula en una competición para vencer a la fuerza de gravedad.

En la actividad que analizaremos el profesor ha puesto en la pizarra interactiva una fotografía de la alumna (Paula) que ganó la competición en la clase anterior al conseguir mantenerse en la viga por un mayor tiempo. El profesor se dispone a utilizar esta imagen para introducir las convenciones científicas sobre el uso de vectores para la representación de fuerzas. Para ello pide a una de las alumnas (Josie) que dibuje sobre la fotografía las fuerzas ejercidas sobre Paula y que vaya explicando al resto de la clase como explica lo que ocurría en el momento recogido por la fotografía.

1. Josie: Bueno, la gravedad tira hacia abajo
2. Profesor: Si. Dice que la gravedad tira hacia abajo.
3. Josie: Mmm, también hay tensión aquí.. tiene tensión como en toda esta parte [Josie dibuja tres flechas apuntando a los brazos]
4. Profesor: en los brazos...ok.
5. Josie: Y tiene una especie de... no estoy segura de cuál es la palabra para esto, pero tiene como una fuerza en los brazos que la mantiene arriba [Josie alza los brazos imitando a Paula]
6. Teacher: Bien, el otro día usamos una palabra... estaba colgando de la viga sobre la cabeza de George y estaba en la cuerda. ¿Qué palabra era?
7. Josie: Ah! Tensión?
8. Profesor: Si, era tensión, ¿verdad? Bueno, ¿dónde vas a ponerla?
9. Josie: En su mano.

Mientras Josie dibuja una flecha apuntando a la mano de Paula para indicar la tensión el profesor le pregunta:

10. Profesor: A ver... ¿esa es la dirección en la que va? ¿Es eso lo que intentas mostrar o...?

11. Josie: No. Esto enseña donde está.

12. Profesor: Muy interesante... has hablado de una tensión en sus brazos que la mantiene arriba. ¿Quieres añadir algo más?

La actividad empieza enlazando (meso) con la actividad del día anterior en la que Paula ganó la competición. Este enlace conecta con la actividad y la discusión que generó sobre fuerzas. Josie, en su explicación va enlazando contenidos científicos con la explicación del fenómeno, a la vez que intenta integrar diversos registros semióticos. La discusión con el profesor intenta clarificar la explicación científica a través de conectar interpretaciones cotidianas y científicas (en el caso de la tensión y de la convención utilizada para las flechas) a la vez que destaca la conexión entre los dos conceptos utilizados y la explicación científica que ya se ha discutido anteriormente en la secuencia (la necesidad de una fuerza que compense a la de gravedad).

Estos son algunos de los enlaces que aparecen en este episodio. Algunos de estos enlaces se cierran aquí mientras que el profesor establece en otros, como el caso de la dirección de los vectores, un anclaje para un enlace posterior. Este ejemplo pone de manifiesto que diversos enlaces confluyen habitualmente en cualquier episodio de enseñanza.

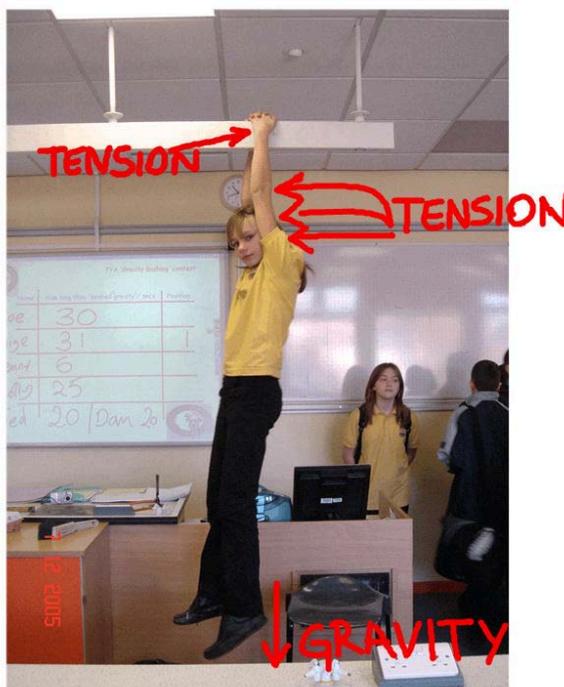


Figura 1. Las anotaciones de Josie en la pizarra interactiva

CONCLUSIONES

Los resultados presentan una tipología de enlaces pedagógicos (figura 1) que incluye enlaces temporales (a escala temporal macro, meso y micro) prospectivos y retrospectivos, así como tipos de enlaces entre diversos elementos del contenido conceptual.

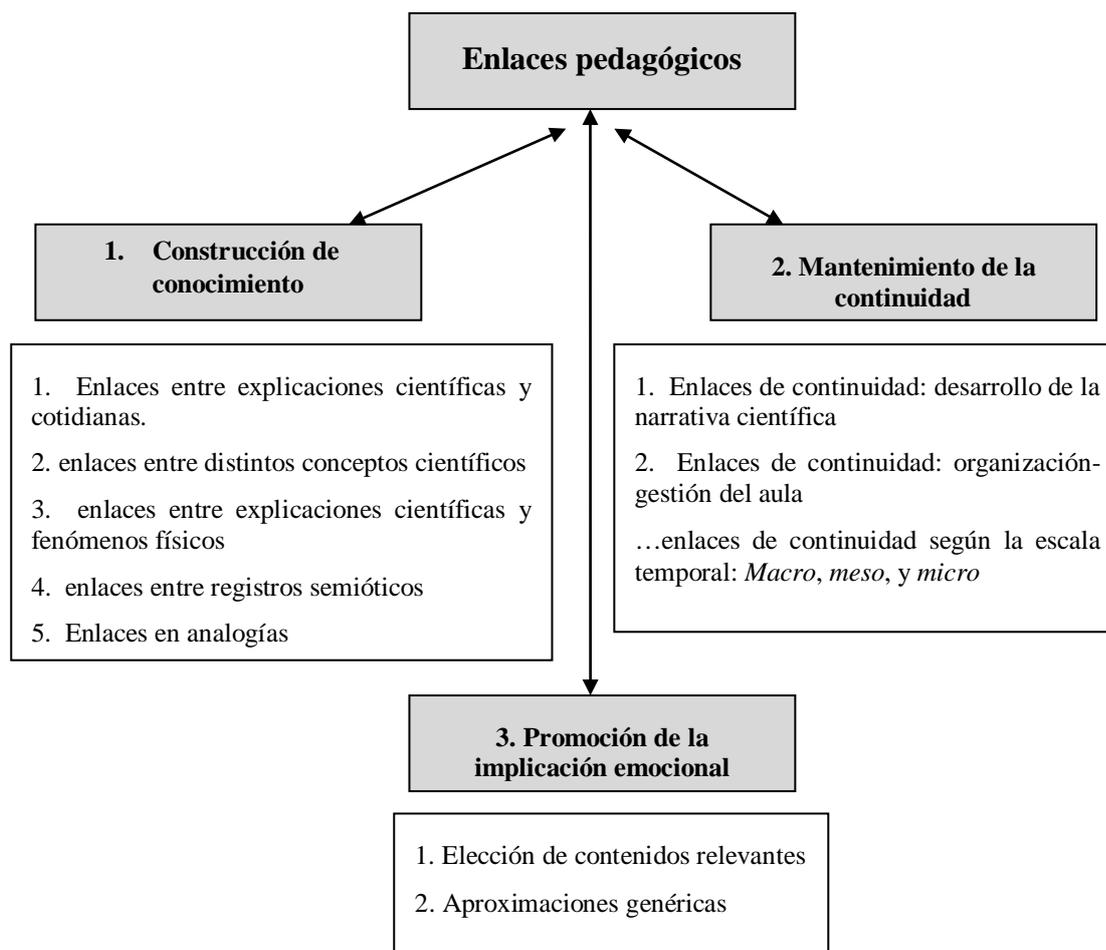


Figura 2. Tipología de los enlaces pedagógicos

La conexión entre esta práctica docente y las teorías socio-culturales de la educación nos permiten pensar que los enlaces pedagógicos pueden jugar un papel importante en el desarrollo de un aprendizaje conceptual significativo. Esta conexión convierte a estos enlaces en un elemento esencial de una pedagogía dialógica. En su conjunto, los enlaces pedagógicos presentan una herramienta útil para el análisis y la planificación de la práctica docente, así como para la formación de profesores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, O. G., Mortimer, E. F., Scott, P. (2009). Learning from and responding to students' questions: The authoritative and dialogic tension. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(2), 174-193.
- Alexander, R. J. (2008). *Towards dialogic teaching : rethinking classroom talk* (4th ed.). [Thirsk]: Dialogos.
- ATLAS/ti. Version 6.1. (2009). Berlin: Scientific Software Development.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*: Peter Lang Ed.

Edwards, D., Mercer, N. (1987). *Common knowledge : the development of understanding in the classroom*. London: Methuen.

Kress, G. (2001). *Multimodal teaching and learning : the rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.

Leach, J., Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science : language, learning, and values*. Norwood, N.J: Ablex Pub. Corp.

Lincoln, Y. S., Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, Calif.: Sage Publications.

Mercer, N. (2007). *Dialogic teaching in science classrooms: Full Research Report ESRC End of Award Report, RES-000-23-0939-A*. Swindon: ESRC.

Mortimer, E. F., Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Buckingham: Open University Press.

Ogborn, J. (1996). *Explaining science in the classroom*. Buckingham: Open University Press.

Scott, P., Ametller, J. (2007). Teaching science in a meaningful way: striking a balance between 'opening up' and 'closing down' classroom talk. *School Science Review*, 88(324), 77-83.

Simpson, R. D., Koballa., T. R., Oliver, J. S., Crawley, F. R. (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D. L. Gabe (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 211-234). New York: Macmillan.

¹ El trabajo presentado en esta aportación se ha desarrollado conjuntamente por el autor y los profesores Phil Scott de la Universidad de Leeds y Eduardo Mortimer de la Universidad Federal de Mina Gerais.

² Debido a la naturaleza del análisis sólo recogemos un ejemplo concreto en esta aportación. Presentaremos más ejemplos en la comunicación de la conferencia.

Divulgación y Educación Científicas: Antecedentes y muestra piloto de un estudio de caso: La depuración de aguas

Díaz Moreno, N., Jiménez Liso, M.R.

*Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales.
Universidad de Almería. E.M.*

nairadia@ual.es

RESUMEN

Este trabajo es un fragmento de un trabajo más amplio en el que nos planteamos como objetivo general la utilización de los mecanismos y los recursos propios de la Didáctica de las Ciencias Experimentales para “vulgarizar” la ciencia (su imagen, sus contenidos y también sus resultados), para educar científicamente y aprovechar mejor la difusión poniendo el énfasis en el aprendizaje de los contenidos científicos implicados en la investigación a difundir.

En la presente comunicación expondremos los primeros resultados del transcurso de este proyecto, en concreto, los resultados de la revisión bibliográfica así como de la búsqueda de noticias científicas relacionadas con la depuración de aguas en la prensa escrita almeriense.

Palabras clave

Divulgación científica; alfabetización científica; depuración de aguas; prensa científica.

INTRODUCCIÓN

La comunicación que presentamos forma parte de un proyecto de investigación cuyo principal objetivo es el diseño, puesta en marcha y evaluación de un estudio de caso de divulgación y educación científicas en un tópico concreto: la depuración de aguas residuales con contaminantes no biodegradables. En esta comunicación vamos a presentar el inicio de la investigación, centrándonos en la incipiente revisión bibliográfica y en la búsqueda de noticias en la prensa local.

Con el término “divulgación” se suele poner énfasis en la propagación y extensión de los resultados de las investigaciones científicas, que bien puede tener como actores a los propios científicos en colaboración con los medios de comunicación y cuyo objetivo puede reducirse a granjearse la opinión pública para informar sobre lo que se trabaja o para qué se trabaja (González y Jiménez-Liso, 2005).

Los mecanismos habituales de esta divulgación científica suelen ser la “traducción” a un lenguaje más inteligible y comprensible, sobre todo para el público no experto. Sin embargo, esto no resulta suficiente. Numerosas investigaciones en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales ponen de manifiesto las dificultades para la comprensión de los textos y noticias científicas de los escolares y el público en general (Márquez y Prat, 2010). Si la simple transmisión de información fuera suficiente para que la población comprendiera la importancia de invertir financiación en investigación básica y aplicada, para que se interesasen por la ciencias o para que el público estuviera alfabetizado, la actual difusión de información bastaría para compensar las carencias de los alumnos en las Facultades de Ciencias y Matemáticas, el creciente analfabetismo científico y tecnológico de la población o los cuestionables resultados en Ciencias y Matemáticas en las

Evaluaciones Europeas en el Sistema Educativo (PISA y TIMSS) o las actitudes negativas hacia la conservación del medio ambiente.

La educación informal es una de las principales fuentes de conocimientos para el común de la población y ésta viene dada fundamentalmente a través de los medios de comunicación masivos, pero hay que cuestionarse qué tipo de contenidos suelen presentar estos mecanismos, qué imagen de ciencia dan a conocer, cuánta información está llegando al público en general y al alumnado...

En nuestro proyecto de investigación nos planteamos como objetivo general la utilización de los mecanismos y los recursos propios de la Didáctica de las Ciencias Experimentales para “vulgarizar” la ciencia (su imagen, sus contenidos y también sus resultados), para educar científicamente y aprovechar mejor la difusión poniendo el énfasis en el aprendizaje de los contenidos científicos implicados en la investigación a difundir.

En la presente comunicación expondremos los primeros resultados del transcurso de este proyecto, en concreto, los resultados de la revisión bibliográfica así como de la búsqueda de noticias científicas relacionadas con la depuración de aguas en la prensa escrita almeriense.

ANTECEDENTES

En una primera fase de la investigación se ha realizado la revisión bibliográfica de una de las principales revistas sobre divulgación científica y ambiental, la revista *Public Understanding of Science* (<http://pus.sagepub.com/>).

En esta revisión se han consultado todos los números de la revista, desde 1992 al 2009 con el objeto de buscar artículos relacionados con la divulgación científica en medios de comunicación.

Consideramos que del total de artículos consultados ($N_{total}=78$), hemos seleccionado 16 que pueden ser de utilidad en nuestra investigación, puesto que tratan temas relacionados con la prensa, la divulgación científica, la creación de controversias, etc. El objetivo principal de esta revisión no sólo es conocer los antecedentes en el estudio de la divulgación científica a través de la prensa sino también analizar la metodología desarrollada por otros autores para enmarcar la de nuestro proyecto.

Queremos destacar cuatro de ellos por su especial relevancia:

- Jensen (2008) realiza un estudio de cobertura en prensa y de películas cuya metodología servirá de referencia en nuestro estudio;
- La presencia de la ciencia en la publicidad nos resulta especialmente interesante por nuestra trayectoria (Jiménez-Liso y otros, 2000) por lo que queremos destacar el artículo de Petrelli, Manzoli y Montolli (2006) en el que se realiza un estudio cuantitativo que analiza la presencia y el uso de la ciencia para animar a consumir.
- Cook, Robbins y Pieri, (2006) intenta contribuir al entendimiento de cómo la nueva tecnología es comunicada y evaluada por el público. Esta referencia nos interesa especialmente por poner de manifiesto cómo analizar la comprensión pública de la ciencia: qué información y cómo llega al público en general.
- Por último, queremos destacar el artículo de Dimpoulos y Kouladis (2002) en el que se analiza la manera en que la prensa griega trata la constitución socio-epistemológica de la ciencia y tecnología y son los mismos autores que el protocolo que hemos utilizado para el análisis de prensa local.

En el anexo I adjuntamos un cuadro-resumen con los 16 artículos seleccionados destacando la metodología, muestras y principales resultados de cada caso.

Además de la revisión de esta revista (queda pendiente el barrido de revistas nacionales e internacionales en el área de DCE), es preciso destacar el trabajo de Jarman y McClune (2007) “Developing Scientific Literacy”, cuyo capítulo 5 está dedicado a la metodología que comentamos a continuación.

Los estudios existentes sobre el uso de las noticias científicas de periódicos por el profesorado de ciencias se clasifican en dos categorías: aquellos centrados en los profesores y su empleo de noticias relacionadas con temas de ciencia, y aquellos que se centran en los jóvenes y sus percepciones e interpretaciones de las noticias relacionadas con la ciencia.

Jarman y McClune (2002), en un estudio previo, analizan el uso de los periódicos como objetivo y recurso para la enseñanza y el aprendizaje involucrando a 50 profesores de ciencias (20% de la muestra de las escuelas). En este estudio le preguntaron al profesorado si incluían temas relacionados con medios de comunicación en sus objetivos o esquemas de trabajo. De los 50 profesores sólo uno en primera instancia, y dos en segunda, indicaron que así era, y que su uso era más implícito que explícito. Además estos autores pusieron de manifiesto que el uso de los periódicos para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias era más el resultado de una iniciativa propia de cada profesor que el resultado de una política escolar. Los profesores que usaban periódicos sistemáticamente año tras año (34% de los 50 profesores encuestados) eran usuarios activos sistemáticos (22%) que buscan artículos para utilizarlos en enseñanza y el resto (12%) sólo eran usuarios reactivos sistemáticos que “encuentran” artículos y después los asimilan en el programa.

En cuanto a los objetivos de la inclusión de las noticias en el aula, el más destacado por los profesores era el de destacar las relaciones entre las clases de ciencia en la escuela y la ciencia de la vida diaria aunque también reconocieron que las noticias utilizadas también habían servido de fuente de información para ellos mismos, manteniéndolos actualizados. Aunque otro de los objetivos destacados por el profesorado encuestado era preparar activamente a los jóvenes para “comprender y responder críticamente a los reportajes de los medios de comunicación que tengan un componente de ciencias” y, por tanto, se hace necesario que todos los estudiantes tengan la oportunidad de investigar ciencia en las noticias a través de una gama de medios de comunicación. Así mismo reconocen que los profesores deben tener el conocimiento y la habilidad para dirigir este trabajo competentemente aunque el estudio refleja que un 84% de los encuestados se sentía capacitado para usar el recurso de las noticias y promover la capacidad crítica de los estudiantes antes de cualquier formación específica.

Entre los estudios que se centran en las percepciones e interpretaciones de las noticias relacionadas con la ciencia por parte del alumnado, Jarman y McClune (2007) destacan cuatro posibles focos:

- Interpretación del grado expresado de certeza. Los jóvenes tienden a sobreestimar el grado de certeza de los artículos, Norris y Phillips (1994); Norris et al. (2003).
- Interpretación del nivel científico y el papel de las declaraciones. Los jóvenes no son bastante expertos en reconocer el estado y el papel de afirmaciones en informes científicos y tienen la dificultad particular con aquellas que son relacionadas y dependientes de otras declaraciones (Norris et al. 2003).
- Adopción de una postura crítica en relación con el texto. Según Philips y Norris (1999), se pueden adoptar tres posturas en función de las ideas preconcebidas: postura crítica, postura dominante y postura deferente.
- Preguntando textos de noticias. “Un sello de alfabetización científica es la habilidad para pedir información efectiva o preguntar buenas cuestiones sobre investigación científica”

(Korpan et al. 1997). Teniendo en cuenta esta premisa realizaron la siguiente taxonomía, que categoriza preguntas en busca de información adicional. Las categorías son: preguntas sobre contexto social, preguntas sobre teoría, preguntas sobre métodos, preguntas sobre datos/estadísticas, preguntas sobre investigación relacionada y preguntas sobre relevancia.

- Escogiendo textos de noticias. Estudio realizado por Halkia y Mantzouridis (2005) donde exploraron las actitudes del estudiante hacia los artículos de ciencia en las noticias y sus preferencias, resultó que la mayoría de los estudiantes preferían historias relacionadas con descubrimientos tecnológicos, cosmología y astronomía.

Los estudios que se centran en las respuestas de los estudiantes al utilizar noticias de ciencias, indican, que estos reaccionan positivamente a su uso en clase. La investigación muestra que los jóvenes presentan limitaciones en su acercamiento al texto en los medios de comunicación, sobreestiman el grado de certeza de las noticias, tienen dificultad a la hora de juzgar el nivel y el papel de las afirmaciones en el razonamientos de la cadena de ciencia presentada y plantean preguntas sobre algunos aspectos de la investigación científica pero pasan por alto otros (Jarman y McClune, 2007).

La investigación que se desarrolla en el capítulo que acabamos de resumir aporta un apoyo a la discusión que la ciencia en los medios de comunicación ofrece una excelente oportunidad a los profesores para integrar la ciencia de la escuela con la ciencia del mundo.

LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LA PRENSA ALMERIENSE

En este apartado vamos a incluir el análisis de la presencia, de noticias relacionadas con la contaminación y la depuración de aguas residuales a través de los principales periódicos de Almería (Ideal y La Voz de Almería), utilizando el protocolo de Dimopouls y Koulaidis (2003) ya utilizado en estudios anteriores (Jiménez-Liso et. al, 2010).

En esta comunicación presentaremos los resultados de la presencia de noticias sobre depuración de aguas tomando como muestra las últimas semanas de los meses de Octubre de los años 1992, 1996, 2000, 2004, 2008, y de las últimas semanas de Junio de Febrero de 2008, completando y actualizando así la cata de artículos realizada por Lapetina (2005) quien analizó la última semana de Febrero y Junio de 1992, 1996, 2000 y 2004. De esta manera ampliamos la muestra a una semana del tercer trimestre y la actualizamos para el 2008 con el objeto de analizar la variación de la presencia de las noticias científicas sobre depuración de aguas.

De esta forma se han seleccionado un total 47 artículos sobre tratamiento, consumo y depuración de aguas a los que aplicaremos el protocolo de contenido usado en trabajos anteriores (Jiménez-Liso et. al. 2010) en los que, en primer lugar se diferenciará entre los de investigación-innovación tecnológica; evento político-económico; evento político-investigación; evento o contenido divulgativo o eventos negativos.

Como primeros resultados de nuestro estudio de caso, exponemos algunos titulares seleccionados para este estudio:

Naturaleza del tema central	Titular	Fecha	Diario
Investigación-Innovación	El Instituto Geológico desaconseja como solución al problema del agua de Albox el uso de los pozos comprados por el Ayuntamiento	18/02/1992	La Voz de Almería
Evento político-económico	Diputación hace un estudio de los recursos de agua en la Comarca de Tabernas	20/10/1992	La Voz de Almería
Evento negativo	El agua de Galasa no se puede beber	28/06/1996	La Voz de Almería
Evento político-económico	La “Plataforma Anti-Térmica” organiza una manifestación contra la desaladora	30/06/1996	La Voz de Almería
Evento divulgativo	Las barriadas de Aguadulce y La Gloria cuentan desde ayer con agua de calidad en los grifos	25/10/1996	La Voz de Almería
Evento divulgativo	La desaladora no salinizará los pozos de riego en Almería	25/02/2000	Ideal (Suplemento Agro- Almería)
Evento negativo	En el Poniente se consume el doble de agua que entra	25/02/2000	Ideal (Suplemento Agro-Almería)
Evento divulgativo	La nueva ética del agua exige un uso ecológico y coherente de este recurso	30/06/2000	Ideal (Suplemento Agro-Almería)
Evento político-investigación	El Consejo del Agua aprueba investigar la evolución de los regadíos en Murcia y Almería	27/10/2000	La Voz de Almería. Suplemento Agricultura 2000
Investigación-Innovación	La Plataforma Solar desarrolla dos proyectos de desalación de agua	29/02/2004	La Voz de Almería
Evento divulgativo	Almería enseñará a la región de Orán cómo aprovechar mejor el agua	23/02/2008	La Voz de Almería
Evento divulgativo	El foro del proyecto “Agenda Local 21” propone modernizar las redes de abastecimiento de agua	23/06/2008	La Voz de Almería
Investigación-Innovación	Se descubre el uso de lodos de depuradora como fertilizante	25/06/2008	La Voz de Almería
Evento político-económico	La eficiente gestión del agua en Almería aterrizará en Zaragoza	28/06/2008	Ideal

Tabla 1. Ejemplos de noticias encontradas en las catas realizadas

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA UTILIZACIÓN DE NOTICIAS SOBRE DEPURACIÓN DE AGUAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE MAESTROS

El esquema de esta propuesta didáctica plantea en primer lugar, determinar cuáles son las ideas de los alumnos y las alumnas de Maestro con respecto a *lo que tiene que saber un maestro para trabajar el tema del agua con los alumnos de primaria*. Los alumnos y las alumnas de 1º de Maestro (Especialidad E. Primaria) suelen destacar *los estados del agua, los cambios de estado (ciclo), sus características observables y composición, ubicación, usos y abusos o la importancia para la vida*. Estos resultados iniciales ponen de manifiesto que, al comienzo de esta secuencia de actividades sobre el agua, los maestros en formación inicial conceden mayor importancia a los contenidos conceptuales que a las herramientas (o modelos) necesarios para explicar los fenómenos cotidianos relacionados con el agua para la participación activa en la sociedad.

Una vez realizado este trabajo previo, pasamos a preguntar si el tema del agua promueve una “ciencia para todos”. Para ello, es necesario aproximar al alumnado a conceptos como el de “alfabetización científica”, puesto que es el término usado para referirse a la necesidad de un currículo de ciencias básico y común para todos los ciudadanos, que permita una alfabetización científica práctica, cultural y cívica. Para ello se propondrá a los alumnos la lectura del capítulo 1: *¿Cuál es la importancia de la formación científica en la sociedad actual?* del libro *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* (Gil et al., 2005).

La siguiente cuestión sería si es posible llevar esta “ciencia para todos” al aula de primaria. Ejemplo de una actividad: realizar un debate sobre un tema de actualidad relacionado con el agua, como puede ser el Trasvase del Ebro, para cuestionar la necesidad de tener unos conocimientos de ciencias para poder argumentar acerca del tema. *¿Son necesarios unos conocimientos científicos específicos? ¿o más bien un mínimo de conocimientos específicos y un planteamiento global?* Esta información mínima científica es necesaria tanto para realizar opciones que se nos plantean diariamente como para poder implicarnos en discusiones públicas acerca de temas importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología. Los conocimientos científicos son necesarios para comprender el mundo que nos rodea y para poder participar en él tomando decisiones, esto último es lo que sostiene la tesis pragmática a favor de la “alfabetización científica” (Gil et al, 2005); los futuros ciudadanos habrán de participar en decisiones que las sociedades deben adoptar en torno a problemas sociocientíficos y sociotecnológicos cada vez más complejos por lo que la información científica es absolutamente necesaria para la participación ciudadana.

¿Qué criterios de selección habría que utilizar para el tema del agua desde el enfoque de ciencia para todos/as? Analizaremos la presencia de este tema en la prensa, como un tema de actualidad, y que es necesario comprender para poder plantear posibles actuaciones sobre problemas sociales relacionados con él.

Por último, se analizará con un ejemplo concreto de nota de prensa “La reutilización de aguas contaminadas con plaguicidas: ¿estamos preparados?” cómo modificar noticias de prensa para que la divulgación sirva para alfabetizar científicamente a la ciudadanía en general. La citada nota de prensa, sirve de ejemplo porque presenta un proyecto de I+D+i (FOTOMEM) que, conjugando dos procesos de depuración (fotocatálisis solar y membranas) logra la desinfección y la destoxificación del agua. Esta nota de prensa evidencia que no sólo es necesario resolver problemas científicos y tecnológicos sino también poner de relieve algunas concepciones alternativas habituales en relación a la depuración de aguas con lo que el aumento de la cultura científica con una ciencia para todos se convierte en el principal objetivo de la divulgación.

Agradecimientos: Proyecto FOTOMEM (P08-RNM-03772). Proyecto de excelencia financiado por la CICE de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

Cook, G., Robbins, P.T., Pieri, E. (2006). "Words of mass destruction": British newspaper coverage of the genetically modified food debate, expert and non-expert reactions. *Public Understanding of Science*, 15, 5-29.

Dimopoulos, K., Koulaidis, V. (2002). The socio-epistemic constitutions of science and technology in the Greek press: an analysis of its presentation. *Public Understanding of Science*, 11, 225-241.

Dimopoulos, K., Koulaidis, V. (2003). Science and Technology. Education and Citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87, 241-256.

Gil, D., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, T., Sifredo, C., Valdés, P., Vilches, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Santiago de Chile: UNESCO OREALC/ UNESCO.

González, F. & Jiménez, M. R. (2005). Escribir ciencia para enseñar y divulgar o la ciencia en el lecho de Procusto. *Alambique*, 43, 8-20.

Halkia, K., Mantzouridis, D. (2005). Students' views and attitudes towards the communications code used in press articles about science. *International Journal of Science Education*, 27 (12), 1395-1411.

Jarman, R., McClune, B. (2002). A survey of the use of newspapers in science instruction by secondary teachers in Northern Ireland. *International Journal of Science Education*, 24 (10), 997-1020.

Jarman, R., McClune, B. (2007). *Developing Scientific Literacy. Using News Media in the Classroom*. New York: McGraw-Hill.

Jensen, E. (2008). The Dao of human cloning: utopian/dystopian hype in the British press and popular films. *Public Understanding of Science*, 17, 123-143.

Jiménez-Liso, M. R., De Manuel, E., González, F., Salinas, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 451-461.

Jiménez-Liso, M. R.; Hernández-Villalobos, L. y Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(1), pp. 107-126. Último acceso 19/02/2010 desde www.apac-eureka.org/revista/Volumen7/Numero_7_1/Jimenez_Liso_et_al_2010.pdf.

Korpan, C. A., Bisanz, G. L., Bisanz, J., Henderson, J. M. (1997). Assessing literacy in science: evaluation of scientific news briefs. *Science Education*, 81, 515-532.

Lapetina, J. (2005). La divulgación científica a través de la prensa escrita de Almería (1992 – 2004). Memoria no publicada para la obtención del DEA. Universidad de Granada.

Márquez, C., Prat, A (2010). Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos. *Alambique*, 63, 39-49.

Norris, S. P., Philips, L. M. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 947-967.

Norris, S. P., Philips, L. M., Korpan, C. A. (2003). University students: interpretation of media reports of science and its relationship to back-ground knowledge, interest and reading difficulty. *Public Understanding of Science*, 12, 123-145.

Philips, L.M., Norris, S. P. (1999) Interpreting popular reports of science: what happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, 21 (3), 317-327.

Petrelli, N., Manzoli, F., Montolli, B. (2006). Science in advertising: uses and consumptions in the Italian press. *Public Understanding of Science*, 15, 207-220.

Anexo I. Cuadro-resumen de los antecedentes encontrados en la revista Public Understanding of Science

TITULO	AUTOR (año)	¿QUÉ ANALIZAN?	MUESTRA	METODOLOGÍA
Manufacturing doubt: journalists' roles and the construction of ignorance in a scientific controversy	S. Holly Stocking y Lisa W. Holstein (2009)	La contribución de los periodistas a la construcción de la ignorancia en controversias científicas.	Web Visitas a oficinas de periódicos de Carolina del Norte	Entrevistas en profundidad a periodistas, científicos y el jefe activista involucrado en la investigación. La entrevista basada en una lista de preguntas standard con las que se busca encontrar los factores que puedan explicar el manejo de las reclamaciones en la industria.
Media, scientific journals and science communications: examining the construction of scientific controversies	Dominique Brossard (2009)	En tiempos de crisis medios de comunicación y diarios científicos interaccionan en las controversias científicas.	Artículos de Le Monde (n=138) Artículos de Nature (n=3) Artículos de Science (n=3) Artículos de NYT (n=?)	Analizan la cobertura de dos periódicos diarios de élite (Le Monde y NYT). Utilizan otras fuentes y también periódicos científicos (Nature y Science). Investigación con Lexis Nexis sobre la literatura existente y PROQUEST.
Science related information in European television: a study of prime-time news	Bienvenido León (2008)	Investigación comparativa de noticias de máxima audiencia en la TV europea. Estudio centrado en la cantidad de información que se presentó en los canales y los temas tratados, así como valores noticiables. Análisis cualitativo del plazo de tiempo de la controversia e identificación del número de reclamaciones por publicación y búsqueda de la frecuencia con que aparecen temas relacionados con ciencia en la TV europea.	Programas grabados televisión pública y privada en Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido en la 3ª semana de Septiembre de 2003 y 2004 (no ocurrió ningún acontecimiento relevante). 28 programas en cada país. Nº total de historias= 2676 (n= 218) historias relacionadas con las ciencias	Noticias científicas seleccionadas grabadas y visionadas por un investigador en cada país (n=28 por país). Muestra al azar de 400 historias cifradas. Clasificación historias relacionadas con las ciencias en 3 categorías: Salud, Medio Ambiente y Ciencia y Tecnología (Harrison, 2000). "News values" o "valores noticiables" analizados según Major and Erwin (2004), después añadieron 3 categorías más según clasificación de Muñoz y Torres (1996). Estudio de caso de la historia más difundida, el mismo caso cubierto de distintas maneras (valores noticiables y explicaciones científicas y contextos diferentes).
The meanings of genomics: a focus group study of "interested" and lay classifications of salmon genomics	James D. Tansey y Michael Burgess (2008)	Examina el fenómeno cognitivo precursor de la estigmatización de las tecnologías que ocupan una clase general pero con características distintas. Estudio centrado en las "taxonomías intuitivas" que utilizan los científicos para describir prácticas científicas.	Número total de participantes (n=38)	5 grupos divididos en 2 segmentos. Segmento 1: grupo 1 y grupo 2 (elegidos al azar). Segmento 2 (formado por expertos): grupo 3 (miembros varias ONG), grupo 4 (investigadores relacionados), grupo 5 (académicos con relación profesional). Preguntas directas a los participantes que fueron grabadas, transcritas y codificadas con QSR N6.
The social embedding of biomedicine: an analysis of German media debates 1995-2004	Peter Weingart, Christian Salzmann y Stefan Wörmann (2008)	Medios de comunicación tienen función integradora del conocimiento y nuevas tecnologías en la sociedad usando un discurso público. Mantiene la hipótesis de la existencia de un modelo común que varía en función del tipo de conocimiento y valorando la sensibilidad.	10 periódicos diarios y semanales entre 1995-2004	1. Análisis cuantitativo: utiliza 26 palabras clave buscadas electrónicamente y separa el material en 3 "debates": clonación de Dolly, proyecto genoma humano e investigación células madre. 2. Análisis cualitativo de los contenidos: centrado en mayor detalle en los debates. Análisis cronológico de los artículos para ver el curso del debate y posiciones de los actores.

TITULO	AUTOR (año)	¿QUÉ ANALIZAN?	MUESTRA	METODOLOGÍA
The Dao of human cloning: utopian/dystopian hype in the British press and popular films	Eric Jensen (2008)	El estudio 1 examina la cobertura en la prensa británica de la clonación humana de 1997 a Marzo del 2004. El estudio 2 se centra en 5 películas de clonación humana estrenadas entre 1978 y 2003.	N=857 en The Guardian, The Times, Daily Telegraph, Financial Times, Economist (incluyendo dominicales) Science Advocacy: New Scientist, Nature.	Las 2 principales categorías de artículos examinados son "broadsheet" y "science advocacy" (se utilizan estos en vez de prensa amarilla para que los resultados sean generalizables con otros contextos nacionales). La muestra de artículos cogida de Lexis-Nexis Academia Universe y EBSCOhost. Publicaciones de los sitios web para cubrir las lagunas de las bases de datos. Muestra extensiva para asegurar calidad de los datos.
Television weathercasters as potentially prominent science communicators	Kris Wilson (2008)	Rol potencial en la comunicación de ciencias que juegan los presentadores del tiempo.	1. n= 445 2. n= 217	1. Encuesta por correo a presentadores del tiempo, elegidos al azar. 2. Contestaron 217 (48,8%) El objetivo de la muestra de probabilidad es hacer una selección sistemática que represente a la población con un mínimo error de muestreo. Esta muestra representa 127 mercados de televisión en 47 estados americanos. Estos datos sirven como punto de partida, otros datos son incluidos para completar la investigación.
Beneficial or biohazard? How the media frame biosolids	J. Robyn Goodman and Brett P. Goodman (2006)	Analizan 13 marcos en medios de comunicación donde se encontraron artículos relacionados con biosólidos en periódicos de Florida, Virginia y California entre 1995 y 2004.	n = 286 artículos relacionados con biosólidos. Después de eliminar n = 262	Se investigan unas determinadas cuestiones. Para explorar las preguntas de investigación se hizo un análisis de contenido de artículos de periódico. Artículos buscados en Lexis/Nexis usando palabras clave. Se eliminan artículos de más de 100 palabras, duplicados, relacionados indirectamente y opiniones, después de esto n= 262. Protocolo de Tankard: eligen al azar el 10% de los artículos y desarrollan una lista de posibles marcos. Clasificación en función del número de palabras.
Science in advertising: uses and consumptions in the Italian press	Nico Petrelli, Federica Manzoli y Barbara Montolli (2006)	Es un estudio cuantitativo en el que se analiza la presencia y uso de la ciencia para animar a consumir y la percepción pública de la ciencia.	Muestra de publicaciones diarias (La Repubblica y Il Piccolo), semanales (L'Espresso y Gente) y mensuales (Le Scienze y Focus) durante el 2002 y 2003. Muestra elegida para tener una cobertura completa de publicación, lectores y contenidos.	Preparación sistemática y método de reducción de datos para tener una alta objetividad: se desarrolla una CODIFICACIÓN y se monitoriza una muestra. Los anuncios cuentan con una amplia definición de ciencia (que se clasifica en disciplinas) y son elegidos por el uso de una jerga científica y su referencia explícita a la ciencia (coding frame). Para los propósitos del análisis se identificaron 9 disciplinas científicas (biomedicina, neurociencias, ciencias sociales, ciencia en general, matemáticas, física, astrofísica y espacio, química y biología) y 10 categorías de producto (comida, ropa, tecnología, cultura, servicios, casa, farmacia, cuidado del cuerpo, escapismo, otros).

TITULO	AUTOR (año)	¿QUÉ ANALIZAN?	MUESTRA	METODOLOGÍA
"Words of mass destruction": British newspaper coverage of the genetically modified food debate, expert and non-expert reactions	Guy Cook, Peter T. Robins y Elisa Pieri (2006)	El objetivo es hacer un análisis cualitativo del discurso y publicaciones en prensa de la comida genéticamente modificada en Gran Bretaña durante la primera mitad del 2003, para contribuir al entendimiento de cómo la nueva tecnología es comunicada y evaluada por el público.	4 periódicos británicos: The Daily Mail, the Guardian, the Sun, and The Times de Enero a Julio del 2003. n= 446 reportajes de prensa, artículos y cartas.	3 bases de datos: 1. noticias, artículos y cartas de prensa publicadas desde Enero-Julio 2003. Cada artículo identificado y descargado en una base de datos. 2. transcripciones de 12 entrevistas con representantes y productores de texto 3. transcripciones de 12 sesiones con grupos de discusión
Constructing social representations of science and technology: the role of metaphors in the press and the popular scientific magazines	Vasilisa Christidou, Kostas Dimopoulos y Vasilis Koulaidis (2004)	Análisis activo de metáforas encontradas en 2303 artículos tecno-científicos publicados en 4 periódicos diarios griegos y 2 revistas científicas. Categorización en constructo, proceso sobrenatural, actividad que amplía fronteras del conocimiento, dipolo de promesa/miedo.	n= 2303 artículos de periódicos referentes a 4 disciplinas tecno-científicas: ciencia espacial y astronomía, genética y biología, ciencias naturales e ingeniería e informática. n= 170 artículos de revistas	Para selección de artículos: claramente relacionado con las 4 disciplinas, uso de expertos en las disciplinas como fuentes y uso de terminología específica. Método de muestreo "constructed weeks" desde Enero 1996-Diciembre 1998. Artículos de revistas científicas de 1999-2001 y 2000-2002 seleccionados aleatoriamente.
Media coverage of cloning: a study of media content, production and reception	Richard Holliman (2004)	Describe métodos cuantitativos y cualitativos utilizados para examinar la producción, contenido y recepción de noticias en periódicos y tv sobre clonación. La investigación considera cómo la cobertura de los medios de comunicación puede influenciar en la construcción del conocimiento científico ciudadano.	Muestra: =1/01/1996 al 31/12/1997 (cuando se clonó la oveja Dolly) 8 periódicos nacionales y sus dominicales equivalentes. Cobertura de las noticias de la noche en 4 canales de TDT.	Similar a la utilizada por Holliman (1999) en estudios anteriores. Métodos cuantitativos y cualitativos: entrevistas semi-estructuradas con profesionales, análisis de los reportajes en televisión y prensa y cuestionarios y entrevistas con profesionales y no profesionales, así como grupos de discusión. Artículos introducidos en una base de datos utilizando "coding frame" que tiene en cuenta: salida en los medios de comunicación, fecha de publicación, titular, nombre y tipo correspondiente, uso de imágenes y gráficos. La televisión se analiza igual.
Big science, little news: science coverage in the Italian daily press, 1946-1997	Massimiliano Bucchi and Renato G. Mazzolini (2003)	Análisis de contenido de cobertura de ciencia y tecnología del principal periódico italiano Il Corriere de la Sera en un período de 50 años.	n= 1336 artículos publicados entre el 1 de Enero de 1946 y el 31 de Diciembre de 1997.	Muy similar al realizado por el London Science Museum. Artículos se escogen siguiendo un método de muestreo diario estadístico: se seleccionan 14 días por cada año desde 1947. Primera semana del primer año y después con intervalos de 4 semanas. Se pasa prueba de fiabilidad para ver la consistencia de los criterios de selección. Cada artículo fue analizado usando una hoja de codificación en términos de características formales (tamaño, posición, presencia de imágenes..) y elementos narrativos (fuentes citadas, representación de actores..)
The socio-epistemic constitution of science and technology in the Greek press: an analysis of its presentation	Kostas Dimopoulos y Vasilis Koulaidis (2002)	Analizar la manera en que la prensa griega trata la constitución socio-epistemológica de la ciencia y tecnología.	n= 1867 artículos relevantes de 4 periódicos nacionales griegos de Enero de 1996 a Diciembre de 1998	Método de muestreo "constructed week", serie de 7 días laborables (de lunes a domingo) que corresponden a fechas no consecutivas. Para cada periódico 4 semanas por año del período examinado, así se evitan las posibles variaciones diarias en la cobertura de CyT. Metodología para escoger los artículos: claramente relacionado con temas de CyT, uso de fuentes CyT, uso de terminología científica o representaciones visuales.

TÍTULO	AUTOR (año)	¿QUÉ ANALIZAN?	MUESTRA	METODOLOGÍA
Science at the supermarket: A comparison of what appears in the popular press, expert's advice to readers, and what students want to know	Corine Zimmerman, Gay L. Bisanz, Jeffrey Bisanz, Juliette S. Klein y Peter Klein (2001)	Análisis de medios impresos populares: encontraron que la mayoría de los artículos sobre investigación científica están en forma de noticias breves.	n= 550 artículos identificados, de estos se sacan las noticias breves siguiendo 3 criterios.	Utilizan la taxonomía de Koropan et al (1994) para clasificar los tópicos (contexto social, metodología, teoría/agente, fechas/estadísticas, investigación relacionada, relevancia).
And man descended from the sheep: the public debate on cloning in the Italian press	Federico Neresini (2000)	Investiga la red de cuestiones cada vez más amplia relacionada con la clonación dentro del espacio público creado por los medios de comunicación y que interacciona con los actores sociales.	n= 95 artículos publicados en Il Corriere della Sera y La Repubblica, durante el período de máxima cobertura del tema Dolly, del 22 de Febrero al 10 de Marzo de 1997 más n=21 artículo de 1993.	Los 95+23 forman la unidad de análisis. Todos los artículos analizados a nivel cuantitativo para verificar la cobertura, se crea un índice dimensional (dimensión del artículo x colocación) que nos permite analizar la cobertura considerando tamaño y colocación de los artículos. En un segundo nivel, análisis de contenido para encontrar la macroestructura organizada: temas y actores.

Química imaginada de María Cegarra Salcedo

Sánchez Guadix, M.A., Jiménez Tejada, M.P.

IES Isabel la Católica Gudahortuna (Granada); Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

mulhacen1@hotmail.com

RESUMEN

La investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales apoya cambios estratégicos a la hora de abordar la motivación y el interés por las ciencias rompiendo con la enseñanza tradicional. Una interesante fractura puede provenir del mundo de la poesía para el estudio de la Química con la obra de María Cegarra Salcedo, pionera española en Ingeniería Química y poetisa.

Palabras clave

Poesía y ciencia. Propuesta didáctica alternativa.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presentado por Solbes y otros (2007) demostró que hay una huida progresiva de los estudios de ciencias a nivel general y de los de Física y Química en particular. Para dar una posible explicación a este hecho se contrastó que este rechazo está provocado por varias causas: la valoración social negativa de la ciencia, los problemas de género, la enseñanza usual de las ciencias y la consideración de las mismas en el sistema educativo. De hecho, los problemas de género los contrastan Vazquez y Manassero (2010), verificando la huida de los estudios científicos por parte de las chicas, a pesar de no existir diferencias significativas en las competencias científicas por razón de sexo (Inda, Rodríguez y Peña, 2010).

Centrados en los problemas de género, y rechazando cualquier predisposición psicológica debida al sexo biológico, es necesario buscar explicaciones multicausales para estos problemas. Por ejemplo, el currículo, extremadamente androcéntrico (Subirats, 1994), oculta a las científicas y no se centra en las relaciones CTS y por tanto no tiene en cuenta la contribución de la ciencia a las necesidades humanas y a las tradiciones. Además, víctima de los estereotipos de género, el profesorado tiene distintas expectativas para las chicas que para los chicos, considerándolos más aptos para el estudio de las ciencias.

Por otra parte, la enseñanza habitual de las ciencias sigue centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos, con escasas referencias a otros aspectos motivacionales y con una evaluación tradicional que no se plantea medir las competencias que implican la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos a situaciones del mundo real.

Ante esta situación, los autores citados proponen distintas soluciones avaladas por numerosas investigaciones, como mostrar la contribución de la ciencia a la resolución de los problemas humanos, presentar ejemplos de responsabilidad social de la comunidad científica, explicitar los valores positivos de la ciencia o hacer ciencia recreativa.

Ahora bien, estando de acuerdo con estas estrategias, echamos de menos otras cuestiones, por ejemplo las relacionadas con el desarrollo de la competencia artística y cultural desde las ciencias (Sánchez Guadix, 2009). Nos podemos remitir al texto, *¿Qué es ciencia?*, publicado por George Orwell en *Tribune* allá por el año 1945, para comprobar que sigue de plena vigencia. En el mismo

se aboga por una educación de la gente en general más científica, pero no reduciéndola simplemente a más física, más química, más biología, en detrimento de la literatura y de la historia. El péndulo va así de un lado al otro, entre dos posturas aparentemente irreconciliables, o ciencia o poesía, pero no parece que una actitud sea mejor que la otra. “Por el momento, la ciencia está en ascenso y, por tanto, oímos y nos parece recta la petición de que las masas deberían educarse científicamente; pero no oímos, como deberíamos oír, la contrapropuesta de que los científicos se beneficiarían con un poco de educación, en dos palabras, gente cuyos intereses no son, en el sentido corriente del término, puramente científicos- Orwell, 1945-”.

En la presente propuesta didáctica pretendemos reconciliar estos dos mundos de la mano de María Cegarra Salcedo (La Unión, Murcia, 1903-Murcia 1993), cuya biografía está encuadrada y protagonizada por sus dos grandes pasiones: la poesía y la química.



Figura 1. Alegoría al conocimiento: “Ciencia y Poesía” en la entrada principal del IES “Isabel la Católica”

La elección de la poesía es una cuestión premeditada, pues la primera mujer que escribió sobre la nueva teoría atómica, Margaret Cavendish (1623-1674), se disculpó por su osadía, es decir, entrar en un mundo de hombres, y en la introducción de sus Atomic Poems, escribe una carta a los filósofos en la que declara: “Y la razón por la que escribo en verso es porque creo que los errores se disimulan más en la poesía que en la prosa, ya que los poetas escriben más ficción, y la ficción no se da como verdad, sino como pasatiempo. Temo que mis átomos sean un pasatiempo tan pequeño como ellos mismos, porque nada puede ser menos que un átomo. Sin embargo, mi deseo de que complazcan al lector es tan grande como el mundo que forman”. (González Duranza, 2004).

De igual forma, la elección de María Cegarra también tiene su intencionalidad, pues se trata de una mujer igualmente ignorada.

PROPUESTA DIDÁCTICA

La situación planteada en la presentación nos invita a proponernos una serie de objetivos:

- Tender puntos de unión entre las ciencias y otras disciplinas, fomentando el gusto por la literatura y el disfrute de la lectura desde la óptica del conocimiento científico.
- Desterrar la idea del aislamiento e incompatibilidad de la ciencia de la producción artística; trabajando y combinando la rigurosidad en las investigaciones con la creatividad artística.
- Mostrar la contribución de la ciencia a la resolución de los problemas humanos en la producción de nuevos materiales (fulleremos y nanotubos de carbono).
- Hacer ciencia, de forma recreativa, y analizar críticamente el uso de la misma en la literatura y los medios audiovisuales.
- Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres.

A modo de ejemplo, para la introducción de la química del carbono empleamos el poema titulado “Los muchachos” de María Cegarra Salcedo incluido en su obra “Desvarío y Fórmulas”:

Sentí una honda tristeza
al suspender al alumno vestido de negro.
Era como un árbol quemado.
Pantalón de hulla.
Jersey de grafito.
El cabello recordaba la turba.
Lignito en los zapatos.
Los ojos de azabache.
En un dedo un diamante
Sus destellos lanzaba...
Presentó las cuartillas en blanco
Sin escribir una palabra
del tema del carbono.
¡Cuánta tristeza sentí al suspenderle
siendo él yacimientos!

Para materializar estos objetivos en tareas concretas que favorezcan el desarrollo de competencias básicas en el alumnado, incluida la competencia artística y cultural, desde la ciencia, proponemos la siguiente secuencia de actividades:

1. Lectura del poema y de la biografía de María Cegarra para hallar la relación entre ambos textos.
2. Ubicación del carbono en la tabla periódica del carbono, configuración electrónica, enlaces entre átomos de carbono. Identificación y localización de sustancias y materiales que contienen carbono. El ciclo del carbono.
3. Identificación de las formas alotrópicas. Formas no citadas en el poema. Justificación de su ausencia.
4. Lectura guiada del relato corto de Hebert George Wells “El fabricante de diamantes” (1894, disponible en <http://www.libros.virtuales.org>). Visionado crítico de la película Superman III; secuencia en la que el superhéroe aterriza en un yacimiento de carbón, recoge del suelo un puñado del negro mineral y presionándolo entre las palmas de sus manos consigue sintetizar un diamante, tallado y todo.

5. Los fullerenos y la arquitectura (Durán, 2008). Construcción de fullerenos en papiroflexia (Royo Pietro, 2002; Larios Osorio, 2004; Garrido, 2007).
6. Continuación del poema con los nuevos conocimientos adquiridos y transposición del mismo a un collage (Ambrós y Marc, 2007). Se trata de hacer una traducción visual del poema, en sintonía con el mundo de la imagen que nos rodea constantemente. Para ello, el alumnado combina en un soporte papel, cartulina o algún material parecido el texto del poema con las imágenes que te sugiera, de acorde con los estudios que ha realizado. Las imágenes se podrán extraer de revistas, periódicos, fotografías, dibujos personales, Internet... y no puedes olvidar reflexionar sobre el uso de aspectos formales tales como el color, la tipología de letras, el fondo, la distribución de los elementos, etc. Conviene, previamente, invitar al alumnado a conocer algunas recreaciones de este tipo en la página web del Grupo Poesia i educacio (<http://www.pocio.cat>) y, sobre todo con la joya literaria, artística y científica de Hoffman y Torrence (2004): Química Imaginada, de la que nos hemos permitido adoptar el título de esta comunicación.

Evaluación

La secuencia de actividades propuesta se aleja de la enseñanza tradicional basada en el binomio transmisión-recepción pasiva, por tanto, la evaluación también dista de la repetición de conceptos. El profesorado se convierte en un facilitador de conocimiento competente y a su vez en un observador minucioso del avance del trabajo de su alumnado. La última actividad, es decir la transposición del texto literario a otros códigos semánticos, incluidos los químicos (fórmulas, representaciones de la geometría molecular, etc) promueve la lectura interpretativa y la percepción de la plurisignificación, cohesión y efecto estético de los textos y del conocimiento científico (González Landa, 1990). Es también conveniente llevar a cabo una coevaluación y que el resto del alumnado se convierta en crítico constructivo del trabajo de sus compañeros.

Estas actividades se han llevado a cabo como prueba piloto con un grupo de 4º de ESO, formado por 3 alumnas y 4 alumnos, que han considerado a través de entrevistas con la profesora responsable:

1. Ha sido sorprendente la metodología de trabajo, así como descubrir las relaciones entre la ciencia y las manifestaciones artísticas.
2. Ha sido laborioso el proceso de búsqueda de información pero muy enriquecedor.
3. Ha sido difícil, por falta de creatividad e imaginación, la creación del collage y la continuación del poema.
4. Ha sido, en general, muy interesante por lo que proponen seguir trabajando de esta manera.

CONCLUSIONES

Pese a las dificultades, derivadas casi todas de la ruptura con la enseñanza tradicional, podemos concluir que el trabajo ha sido altamente motivador, ha proporcionado una forma muy diferente de acercamiento a la ciencia, libre de prejuicios y aburrimientos, y ha implicado a toda la comunidad educativa del Centro, como atestiguan las numerosas fotografías tomadas durante el proceso.

Por otra parte, nos parece importante facilitar al profesorado experiencias concretas que le demuestren que no es imposible desarrollar la competencia artístico-cultural desde las disciplinas científicas, así como otras más generales como la competencia para aprender a aprender, iniciativa personal o tratamiento de la información y competencia digital.

A petición de alumnado, lo que nos llena de satisfacción, estamos elaborando otra secuencia de tareas que tienen como eje otro poema de María Cegarra, dedicado en este caso a las piedras preciosas y a su simbología a través de fórmulas químicas, que servirán para afianzar y enfocar de otra manera el arduo proceso de aprender a formular y normar compuestos químicos.

BIBLIOGRAFÍA

Ambrós, A., Marc, J. (2007). Veamos poesía: leamos imágenes en secundaria. *Aula de Innovación Educativa* 165, 81-96.

Durán, X. (2008). El artista en el laboratorio. Pinceladas sobre arte y ciencia. Colección: Sin Fronteras. Editorial: Cátedra de Divulgación de la Ciencia.

Garrido, B. (2007). Pariromoléculas: Modelos moleculares de papiroflexia para el estudio de la geometría molecular. *Capítulo de libro Aprendizaje activo de la Física y de la Química*. Equipo Sirius.

González Duranza, P. (2004). Visión de la ciencia en la poesía inglesa de Margaret Cavendish. *Actas año XI y XII de los Encuentros Educativos de la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia: Los orígenes de la Ciencia Moderna*, 523-544.

González Landa, M.C. (1990). Transposición de textos literarios a otros códigos semióticos en la didáctica. *Didáctica y Lengua*, 2, 85-100.

Hoffman, R., Torrence, V. Química Imaginada. Reflexiones sobre la Ciencia. Fondo de Cultura Económica. México.

Inda, M., Rodríguez, C., Peña, V. (2010). Pisa 2006: la influencia del género en los conocimientos y competencias científicas. *Revista iberoamericana de Educación*. 51(2), 1-12. Último acceso el 13 de mayo de 2010, desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/3118Caro.pdf>.

Larios Osorio, V. Buckiedros, geometría del espacio y origami modular. *Educación matemática*, 16(1), 169-194.

Royo Prieto, J. I. (2002). Matemáticas y papiroflexia. *Sigma: Revista de matemáticas = matemática aldizkaria*, 21, 175-192.

Sánchez Guadix, M. A. (2009). Es posible desarrollar la competencia artística y cultural desde la Química. *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 9(3), 466-476. Último acceso el 17 de Febrero de 2010 desde http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen6/Numero_6_3/Sanchez_Guadix_2009

Solbes, J., Montserrat, R., Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.

Subirats, M (1994). Conquista la igualdad: la coeducación hoy. *Revista Iberoamericana de Educación* 6. Último acceso el 13 de mayo de 2010, desde <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie06a02.htm>

Vázquez, A., Manassero, M. A (2010). Perfiles actitudinales de la elección de ciencias en secundaria según el sexo y el tipo de educación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 242-260. Último acceso el 13 de mayo de 2010, desde http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART14_VOL9_N1.pdf

Explorando los caminos de la visibilidad: las mujeres en la construcción de la Didáctica de las Ciencias en España.

Bernal, J.M., Delgado, M.A., López, J.D.

Dpto. Didáctica de Ciencias Experimentales, Universidad de Murcia; I.E.S Felipe de Borbón, Ceutí (Murcia); Dpto. Teoría e Historia de la Educación, Universidad de Murcia.

jmbernal@um.es

RESUMEN

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación que venimos desarrollando en la Universidad de Murcia y que pretende contribuir al conocimiento de la historia de la educación científica y del proceso de introducción y difusión de la didáctica de las ciencias en España. Al aplicar la variable de género, surgen nuevas aportaciones al tema, fruto de las nuevas perspectivas con que las mujeres, maestras y profesoras, se aproximaron a las ciencias y su enseñanza. Nos interesa recuperar para la memoria colectiva la obra intelectual de un grupo profesional que, sin duda por su condición femenina, ha sufrido doblemente el desconocimiento, la ocultación y el olvido por parte de muchos de los que dedican su vida profesional al mismo campo académico que ellas.

Palabras clave

Didáctica de las ciencias, maestras, estudios de género, historia enseñanza ciencias

INTRODUCCIÓN

La historia de la educación científica en nuestro país puede ser abordada de diferentes formas y desde distintas perspectivas, siendo una de ellas el estudio del proceso por el que la Didáctica de las Ciencias Experimentales se configuró como disciplina. Este tema de estudio se caracteriza, en primer lugar, por ser interdisciplinar, ya que comprende ámbitos relativos a la historia de las disciplinas, del currículo y de la propia didáctica. Además, podemos introducir una nueva variable: el género. Según explica Consuelo Vega (2002), a lo largo de la historia se ha producido una ocultación sistemática de la obra femenina que ha afectado a todos los campos del conocimiento. En el mismo sentido se ha manifestado más recientemente María Novo (2007), señalando el tratamiento invisibilizante que el paradigma vigente muestra hacia las mujeres y sus obras. Concretamente en el campo del conocimiento científico, los trabajos de Carmen Magallón (1996) o de Nuria Solsona (1997) nos muestran la invisibilidad que ha caracterizado a las mujeres científicas, haciendo que no se reconocieran sus aportaciones a la construcción de dicho conocimiento. Podemos constatar que algo parecido sucedió con las primeras mujeres, maestras y profesoras, que se interesaron por las formas y los métodos para enseñar Ciencias.

A lo largo del primer tercio del siglo XX se produjo en nuestro país un proceso general de modernización pedagógica, que tuvo especial significación en el ámbito de la enseñanza de las materias de ciencias experimentales debido a las propuestas renovadoras que en este campo se realizaron (Bernal, 2001). A pesar del protagonismo, cada vez mayor, que las mujeres iban adquiriendo en el ámbito de las ciencias experimentales y su enseñanza, superando las trabas que impidieron durante mucho tiempo su normal incorporación a los estudios científicos, aparece un

obstáculo más que dificultará la difusión y el reconocimiento de sus ideas y sus aportaciones conceptuales al desarrollo de la disciplina: el trabajo realizado por mujeres en este campo es ignorado sistemáticamente por sus colegas de la emergente comunidad académica y profesional en el área de conocimiento de didáctica de las ciencias (Bernal y Delgado, 2004).

También en este caso se llevó a cabo una negación de la obra femenina que consiguió ocultar las aportaciones de las maestras y profesoras. Esta situación corrobora la idea que fundamenta hoy día la realización de estudios de género de carácter histórico: es necesario volver a revisar la historia para encontrar y valorar la aportación de las mujeres. Nos interesa recuperar para la memoria colectiva la obra intelectual de un grupo profesional que, sin duda por su condición femenina, ha sufrido doblemente el desconocimiento, la ocultación y el olvido por parte de muchos de los que dedican su vida profesional al mismo campo académico que ellas.

Siguiendo el método histórico-educativo (Viñao y de Gabriel, 1997), hemos analizado críticamente con el objeto de buscar y valorar las posibles aportaciones al tema que nos ocupa, materiales procedentes de diversas fuentes documentales: planes oficiales de estudios, expedientes personales de maestras y profesoras conservados en diferentes archivos (Archivo General de la Administración, de la Residencia de Estudiantes, del Museo Nacional de Ciencias Naturales, de diferentes Universidades, etc.), así como publicaciones y memorias de maestras y profesoras sobre la enseñanza de materias científicas.

EL ACCESO DE LAS MUJERES A LA FORMACIÓN CIENTÍFICA

Para valorar de forma adecuada la contribución de las mujeres al tema que nos ocupa, es necesario conocer la situación de partida. Una revisión histórica de los diferentes programas de estudios nos muestra que los contenidos relativos a las ciencias experimentales estuvieron ausentes de los programas oficiales para las mujeres durante prácticamente todo el siglo XIX.

La idea de que el sexo femenino tiene su plano de actuación definido en el ámbito doméstico es el eje central sobre el que se fundamentan las sucesivas disposiciones administrativas que, a lo largo del siglo XIX, se van sucediendo. En 1857 se promulgó la Ley de Instrucción Pública, debida al ministro Claudio Moyano, que establecía el currículo de las escuelas primarias: mientras que en el programa de los niños aparecían asignaturas orientadas a prepararles para el mundo laboral, como “Comercio e Industria”, las niñas cursaban “Labores domésticas”. Además, se excluyeron las materias relacionadas con las ciencias experimentales de la instrucción primaria de las niñas, siendo sustituidas por otra asignatura relacionada con el ámbito doméstico, la “Higiene doméstica”.

En los Congresos Pedagógicos que se celebraron en las últimas décadas del siglo XIX, el tema de cuál debía ser la instrucción apropiada para las mujeres estuvo muy presente, ocasionando acalorados debates entre los partidarios de proporcionar a las mujeres solamente la instrucción que se consideraba apropiada para ellas, y los que pensaban que no se podía poner límites a esa instrucción (Delgado, 2009 a).

Cuando a principios del siglo XX se introdujeron materias del ámbito de las ciencias físico-naturales en las escuelas de niñas, se entendió que esas enseñanzas deberían contribuir a conseguir una mejor preparación de las niñas para su futuro papel de madres y esposas. Las ciencias para las niñas se entendían fundamentalmente para ser aplicadas directamente en las tareas domésticas. Además, esa inclusión se topó con otro inconveniente: la deficiente formación científica de las maestras.

En la formación reglada de la mayoría de las maestras españolas no se incluyeron conocimientos de ciencias experimentales hasta 1898, tan sólo en la Escuela Normal Central de Madrid se contemplaron materias científicas antes de esa fecha. Hasta la proclamación de la República, en

1931, no se logró la igualdad en la formación de maestros y maestras. La coeducación lo hizo posible (Delgado, 2009 a).

En cuanto a la presencia de mujeres en institutos de segunda enseñanza o en la universidad, los estudios de Pilar Ballarín (2001) y de Consuelo Flecha (1996) nos muestran las dificultades que las primeras mujeres que osaron pisar esos espacios, tradicionalmente masculinos, tuvieron que afrontar. La presencia de mujeres en las facultades de ciencias es prácticamente anecdótica durante las dos primeras décadas del siglo XX. No es de extrañar que hasta bien entrada la década de los veinte del siglo pasado no encontremos una mujer como catedrática de instituto en materias de ciencias experimentales (López y Delgado, 2004).

EL INTERÉS DE LAS MAESTRAS Y PROFESORAS POR LAS MATERIAS CIENTÍFICAS

Las corrientes de renovación pedagógica que, procedentes de otros países europeos, se introdujeron en España, se centraron principalmente en torno a tres instituciones: el Museo Pedagógico, la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones científicas y la Escuela de Estudios Superiores del Magisterio (Bernal, 2001). Las dos primeras instituciones tenían entre sus cometidos ampliar y mejorar la formación de los docentes, impartiendo cursos sobre materias científicas. De forma paradójica, a pesar de las dificultades a las que tenían que enfrentarse, las maestras se incorporaron de forma importante a esos cursos, demostrando su interés por mejorar tanto su formación científica como pedagógica (Delgado, 2009 a).

La Junta se ocupó, además, de posibilitar la salida al exterior de personal docente para conocer nuevos métodos y planteamientos metodológicos. Otra vez se da la paradoja de que un número apreciable de mujeres se incorpora desde el principio a esta actividad, mostrando un gran interés por ampliar sus perspectivas y mejorar su práctica docente.

Del estudio realizado sobre las peticiones que realizaban a la Junta, se deduce que la motivación principal era la de conocer metodologías verdaderamente útiles, manifestando inquietudes acerca de cómo llevar a cabo la selección de los contenidos, la secuenciación o el tipo de actividades (Delgado, 2009 a).

La Escuela de Estudios Superiores del Magisterio fue el primer centro oficial de enseñanza superior donde las mujeres pudieron entrar en igualdad de condiciones que los varones. Se creó en 1909 para proporcionar una adecuada formación al profesorado de las escuelas normales. Se estructuró en tres secciones: Ciencias, Letras y Labores, siendo las mujeres mayoría en las tres. La labor llevada a cabo por la Escuela fue muy importante, pues en ella adquirieron una gran preparación, tanto científica como pedagógica, la mayor parte de los profesionales que trabajaron en la renovación de la enseñanza en nuestro país.

LAS PROPUESTAS DIDÁCTICAS

Al analizar las propuestas que maestras y profesoras realizaron, encontramos distintos enfoques, aunque todos ellos bajo una misma perspectiva: aunar el carácter instructivo de la enseñanza científica con el educativo. Podemos agrupar las aportaciones realizadas por estas mujeres en torno a tres ideas fundamentales, que aún hoy en día tienen plena vigencia: la experimentación, el estudio del entorno natural y las ciencias de la vida cotidiana. A continuación exponemos brevemente, dada la necesaria limitación de esta comunicación, cada una de esas ideas, nombrando a las maestras que, después de analizar sus trabajos y publicaciones en libros y revistas profesionales de reconocido prestigio de esa época, consideramos más representativas de esa concepción de la enseñanza científica, haciendo referencia a la obra donde mejor queda reflejada esa visión de la enseñanza de las ciencias.

La experimentación

Una de las premisas básicas más compartida es que la enseñanza de las materias científicas debe basarse en la experimentación, siendo uno de los objetivos primordiales desarrollar el hábito del trabajo experimental.

Para Margarita Comas, la enseñanza científica debía proporcionar a los alumnos oportunidades de trabajar como lo hacen los científicos, siendo el principal objetivo despertar la curiosidad por indagar, y el desarrollo de los hábitos de observación y reflexión, lo que posibilitará que se puedan enfrentar a nuevos problemas y a nuevos aprendizajes (Comas, 1923).

Por su parte, Martina Casiano pretendía que sus alumnas, además de aprender conocimientos científicos relacionados con las experiencias que realizaban, consiguieran también desarrollar su mente, su capacidad de razonamiento y su inteligencia (Casiano, 1915). Ambas profesoras opinaban que para conseguir esos fines era imprescindible realizar una adecuada selección de los contenidos a trabajar.

El estudio del entorno natural

Las maestras y profesoras que estuvieron en Inglaterra observaron los métodos del *Nature Study* que allí se seguían, comprobando su efectividad para conseguir actitudes positivas y de respeto hacia el entorno natural.

Esta propuesta parte de una idea central: el objeto de estudio en la asignatura de ciencias naturales debe ser el entorno natural en el que se desenvuelve la vida de los alumnos y alumnas. La selección de los contenidos debe ser realizada teniendo en cuenta tanto ese factor como los propios intereses de los niños y niñas, que deben de primar por encima de la lógica de la disciplina. En esta metodología los conceptos procedentes de las diversas partes de las ciencias naturales –Botánica, Geología, Zoología, etc– se integran para abordar el estudio del medio natural, consiguiendo de esa manera un nuevo enfoque para las ciencias escolares. Los trabajos de Margarita Comas (1925) y de Dolores Cebrián (1925) recogen las ideas clave de esta metodología.

Las ciencias de la vida cotidiana

La profesora Rosa Sensat recoge en sus distintas publicaciones los puntos fundamentales de la metodología basada en la vida cotidiana. Parte de la base de que la enseñanza de las ciencias debe centrarse en el entorno, en las cosas y en los objetos más inmediatos, que serán los que más interesen a los alumnos. Se trata de aprovechar la curiosidad que niños y niñas manifiestan por las cosas que suceden a su alrededor, para ir investigando y experimentando sobre distintos fenómenos que cotidianamente suceden a nuestro alrededor (Sensat, 1929).

Esta profesora publicó en 1927 un manual sobre la enseñanza de la Economía doméstica en el que proponía un programa de ciencias estructurado en tres partes: Ciencias aplicadas a la alimentación, Ciencias aplicadas al vestido y a su conservación y Ciencias aplicadas al conocimiento del individuo y su vida en el hogar. El programa que desarrollaba en torno a estas tres partes comprendía conceptos y principios de todas las ramas de las ciencias y podría ser considerado como un programa de ciencia integrada, basada en lo cotidiano, en lo que todo el mundo conoce. Para cada tema enumeraba una serie de interesantes actividades prácticas, encaminadas a conocer diferentes aspectos de los contenidos que se estaban trabajando. Así, en el primero de los temas de las Ciencias aplicadas a la alimentación, proponía diversas experiencias con materiales como la clara del huevo, con el objeto de observar las propiedades de los coloides, o la carne para extraer la materia grasa y separar la fibra muscular, o la leche para comprobar que es una mezcla formada por diversas sustancias, etc. (Sensat, 1927).

Un ejemplo muy significativo de la contribución femenina al desarrollo de la Didáctica de las Ciencias en España puede encontrarse en la obra de Margarita Comas (Delgado, 2009 b), y más concretamente en su libro *Contribución a la Metodología de las Ciencias Naturales*, publicado en 1937. Se trata de un extenso manual dirigido a la formación de maestros en el que recoge, además de los textos propios sobre los diversos temas, algunas experiencias desarrolladas por sus alumnas y alumnos de la Universidad de Barcelona y de la Normal de la Generalitat.

En una línea semejante a la mantenida por Jay L. Lemke en el *VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, celebrado en Granada a principios de septiembre de 2005, expone la importancia de que los profesores animen a los estudiantes a aplicar los conocimientos científicos a problemas prácticos de su vida cotidiana y sus comunidades locales, para que se interesen y actúen en relación con inquietudes y preocupaciones personales y sociales más amplias. Coinciden también las orientaciones de ambos autores –en propuestas tan distantes en el tiempo–, al animar a los profesores de ciencias a reconocer las dimensiones emocionales y afectivas del aprendizaje de las materias científicas, como medio para conseguir que las asignaturas de ciencias puedan entusiasmar a los alumnos y que estos disfruten tanto emocional como intelectualmente (Comas, 1937; Lemke, 2006).

CONCLUSIONES

A pesar de una situación de partida nada favorable, las maestras y profesoras españolas de las primeras décadas del siglo XX se interesaron por adquirir una adecuada formación científica, superando los obstáculos a los que tuvieron que enfrentarse. Participaron en los principales foros de actualización científica y pedagógica, accediendo a los institutos y universidades, no sólo como alumnas, sino como licenciadas, doctoras y profesoras de ciencias experimentales. Además, de forma coherente con su condición de docentes, se comprometieron con la mejora de los diversos problemas relacionados con la enseñanza de ciencias experimentales, contribuyendo con sus aportaciones a la construcción de la didáctica de las ciencias en España.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballarín, P. (2001). *La educación de las mujeres en la España contemporánea (siglos XIX-XX)*. Madrid: Síntesis.
- Bernal, J. M. (2001). *Renovación Pedagógica y Enseñanza de las Ciencias. Medio siglo de propuestas escolares (1882-1936)*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Bernal, J. M. y Delgado, M. A. (2004). De excluidas a protagonistas: las mujeres en la construcción de las ciencias escolares en España (1882-1936). *Revista de Educación*. 335, 273-292.
- Casiano, M. (1915). *Experimentos de Física*. Bilbao: Imp. Lit y Enc. Eléxpuru Hermanos.
- Cebrián, D. (1925). El jardín botánico de una escuela inglesa. *BILE*, XLIX, 8-11.
- Comas, M. (1923). *La Enseñanza Elemental de las Ciencias físico-naturales y de las Matemáticas en Inglaterra*. Reinos. Tipografía de A. Andrey y C^a
- . (1925). Las ciencias en la escuela. *Revista de Pedagogía*, 38, 56-64.
- . (1937). *Contribución a la metodología de las Ciencias Naturales*. Gerona: Dalmau Carles, Pla.
- Delgado, M. A. (2009 a). *Científicas y Educadoras. Las primeras mujeres en el proceso de construcción de la Didáctica de las Ciencias en España*. Murcia: Universidad de Murcia (Editum)
- . (Ed.) (2009 b). *Margalida Comas Camps, científica i pedagoga*. Palma de Mallorca: Govern de les Illes Balears.

- Flecha, C. (1996). *Las primeras universitarias en España*. Madrid: Narcea.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (I), 5-12.
- López, J. D. y Delgado M. A. (2004). De analfabetas científicas a catedráticas de Física y Química de Instituto en España: el esfuerzo de un grupo de mujeres para alcanzar un reconocimiento profesional y científico. *Revista de Educación*, 333, 255-268
- Magallón, C. (1996). ¿Extrañas en el paraíso? Mujeres en las ciencias fisico-químicas en la España de principios del XX. En Ortíz, T. y Becerra, G. (Eds.). *Mujeres de ciencias. Mujer, feminismo y ciencias naturales, experimentales y tecnológicas* (33-59). Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada.
- Novo, M. (Coord.) (2007). *Mujer y medio ambiente: Los caminos de la visibilidad. Utopías, Educación y nuevo paradigma*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Sensat, R. (1927). *Cómo se enseña la Economía Doméstica*. Madrid: Publicaciones de la Revista de Pedagogía.
- (1929). Lecciones de ciencias en relación con la vida diaria. *Revista de Pedagogía*, 94, 439-448
- Solsona, N. (1997). *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid: Talasa Ediciones.
- Vega, C. (2002). La mujer en la historia y la historia de la mujer. En González, A. y Lomas C. *Mujer y educación. Educar para la igualdad, educar para la diferencia* (13-20). Barcelona: Graó
- Viñao, A. y de Gabriel N. (Coord.) (1997). *La investigación histórico-educativa: tendencias actuales*. Barcelona: Ronsel.

Percepción del alumnado sobre el logro de objetivos ante un problema ambiental. Diferencias por sexo y titulación

Nuño, T., Uskola, A., Antón, A., Maguregi, G. y Fernández, D.

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

teresa.nuno@ehu.es

RESUMEN

En esta comunicación se presentan los resultados del análisis de la percepción del alumnado sobre qué objetivos de la Educación Ambiental (EA) han conseguido tras realizar una actividad de aula. La actividad ha consistido en la búsqueda de información y toma de decisión, por parte del alumnado, en torno a la hipotética imposición de una tasa a las bolsas de plástico. La actividad se diseñó con la finalidad de trabajar los objetivos de la EA con el alumnado.

Los resultados indican que buena parte del alumnado participante cree que ha conocido aspectos de la problemática, que se ha sensibilizado sobre la misma, que se siente más responsable frente a ésta, que ha trabajado en el análisis de problemas y toma de decisiones y, finalmente, que ha modificado sus hábitos. Sin embargo, se han encontrado algunas diferencias significativas en función del sexo y titulación del alumnado investigado. Así, el alumnado de Magisterio en Educación Física (EF) señala en mayor medida haber ampliado sus conocimientos y su capacitación profesional, y el de Educación Social (ES) haber participado socialmente y, por otra parte, son las mujeres las que más citan haber modificado sus hábitos y haber divulgado lo realizado en la actividad.

Palabras clave

Objetivos de la educación ambiental, capacitación para la acción, género y educación ambiental, alumnado de Magisterio

OBJETIVOS

Los cinco objetivos de la EA, formulados hace más de 30 años (UNESCO, 1977) abarcan desde la sensibilización y el conocimiento acerca de los problemas ambientales hasta el paso a la acción y la participación social. Sin embargo, durante la década de los 90, se advertía que los programas de EA ponían el énfasis en el desarrollo de los objetivos relacionados con la adquisición de conocimientos y con la concienciación, olvidándose de los relacionados con la capacitación y la participación de la ciudadanía en gestionar problemas ambientales.

Como señala Tilbury (2000), son más abundantes las reflexiones teóricas sobre la EA que las estrategias que buscan cómo realizar los mencionados objetivos de la EA en la práctica. El trabajo realizado por las/los autoras/es ha sido diseñar una actividad tomando como enfoque metodológico principal la capacitación para la acción a través de la resolución de problemas abiertos. En la investigación que presentamos, hemos estudiado cuál es la incidencia del proceso seguido por el alumnado en la consecución de los objetivos de la EA, desde su punto de vista. Podemos desglosar este objetivo en dos preguntas de investigación:

- ¿cuáles de los cinco objetivos de la EA establecidos por la UNESCO percibe el alumnado que ha trabajado en la actividad?
- ¿hay diferencias en dicha percepción en función del sexo y titulación del alumnado investigado?

MARCO TEÓRICO

Las tendencias actuales en Educación Ambiental (EA) y en Didáctica de las Ciencias coinciden al señalar que su finalidad es formar un alumnado informado, con capacidad de tratar los problemas sociocientíficos, tomar decisiones y actuar consecuentemente, es decir, capacitar para la participación ciudadana (García, 2006).

Uno de los grupos que más ha trabajado la línea de capacitar para la acción en EA es un grupo de investigadores daneses (Breiting, 1997; Jensen y Schnack, 1997) quienes reivindican una nueva EA orientada a *capacitar para la acción* y centrada en la consideración del conflicto de intereses que implica todo problema ambiental.

Una de las estrategias para capacitar para la acción es la investigación por parte del alumnado sobre un problema que deben tratar de resolver. Un tipo de problemas especialmente interesante lo constituyen los problemas sociocientíficos abiertos, caracterizados por estar contextualizados en la vida real, ser relevantes para el alumnado y poseer la capacidad de generar variedad de respuestas posibles (Jiménez-Aleixandre, 1998). Los debates generados en la discusión de tales problemas constituyen un contexto de aprendizaje que ofrece oportunidades para desarrollar competencias argumentativas, ya que sitúa al alumnado en situación de justificar sus afirmaciones, y para construir conocimiento (Sadler, Barab y Scott, 2007) ya que dota de sentido a lo tratado.

De acuerdo con Sanmartí y Pujol (2002) los “valores (...) se aprenden más porque se “atrapan” como resultado de ser miembro de un grupo social que los proclama, argumenta y pone en práctica, que no porque se reconozcan las ventajas reales de los nuevos puntos de vista”, por lo que consideramos que el trabajo cooperativo en grupos que traten de resolver un problema abierto es una estrategia que facilita la consecución de los objetivos de la EA, por lo que este trabajo de investigación y toma de decisión favorecerá el desarrollo de la capacidad no sólo de pensar, sino también de actuar críticamente.

Desde estas últimas décadas va incorporándose la perspectiva de género a la investigación sobre los programas de EA. La mayoría concluyen que, en los grupos mixtos, las mujeres manifiestan una mayor preocupación ambiental y desarrollan una mayor capacidad para la acción, sobre todo en la esfera de lo privado y en la vida cotidiana (Zelezny, Chua y Aldrich, 2000). Se señalan como las causas más relevantes el que las mujeres aceptan mejor las informaciones sobre el deterioro ambiental y sus posibles consecuencias ya que son socializadas para percibir el mundo de forma compleja y para ser sensibles a las necesidades de su entorno, de manera que se convierten en más “altruistas” que los hombres (Dietz, Kalof y Stern, 2002). Estos estudios también indican que las mujeres se implican más en comportamientos ecológicos en la vida cotidiana debido a su mayor dedicación, en general, a las tareas de la esfera de lo privado y a su mayor preocupación por las cuestiones de salud y bienestar de sus familias.

METODOLOGÍA

Actividad

En el curso 2008-09 se diseñó y puso en práctica en el aula una intervención didáctica en torno al problema del uso masivo de bolsas de plástico. El objetivo principal era capacitar al alumnado para la acción, por lo que se planteó un problema abierto sobre el que tenían que tomar una decisión argumentada, tras haber investigado el problema de forma autónoma.

El alumnado participó en un proceso en el que inicialmente se posicionó ante la hipotética imposición de una tasa de 20 céntimos a las bolsas de plástico y emitió dos razones a favor y dos en contra de tal impuesto. Posteriormente, en pequeños grupos, buscaron información acerca de determinados aspectos y tomaron un posicionamiento de grupo, comunicando su decisión al Gobierno Vasco. Se siguió así un proceso en cuatro fases: Motivación-Sensibilización, Investigación-Conocimiento, Reflexión-Crítica, Acción-Comunicación.

Método de análisis

La evaluación del desarrollo de la intervención didáctica y del logro de objetivos de la EA se realizó mediante un cuestionario, que el alumnado respondió individualmente y por escrito, con varias preguntas abiertas, una de las cuales era “¿*Qué ha supuesto para ti realizar esta actividad en relación a los objetivos de la Educación Ambiental?*” Las respuestas se han utilizado para contestar a las preguntas de investigación señaladas en los objetivos.

Se han categorizado las respuestas de 109 estudiantes, 53 de Educación Social (49 mujeres y 4 hombres) y 56 de Magisterio en Educación Física (22 mujeres y 34 hombres).

Primero, consideramos como categorías de análisis los cinco objetivos de la EA establecidos en Tbilisi (UNESCO, 1977), y basándonos en ello obtuvimos unos primeros resultados para la titulación de ES (Uskola, Maguregi, Fernández y Antón, 2009). Sin embargo, había respuestas que requerían un análisis más profundo por lo que decidimos subdividir las categorías que corresponden a los objetivos de capacitación y de paso a la acción. Las categorías de análisis que hemos utilizado son:

1. Concienciación y sensibilización
2. Conocimiento e información
3. Valores y actitudes
4. Competencias, aptitudes
 - 4.1. Capacitación en general
 - 4.2. Capacitación profesional
5. Participación
 - 5.1. Cambio de hábitos
 - 5.2. Participación social
 - 5.3. Divulgación

Para validar la categorización, primero nos repartimos las respuestas entre las personas del equipo, comentando y acordando las que nos parecían más dudosas. Tras este análisis y puesta en común, escogimos 30 respuestas al azar (15 de ES y 15 de EF) y las categorizamos todas las personas del grupo, identificamos los puntos de desacuerdo y llegamos a consensos, que utilizamos para categorizar individualmente, las 79 restantes .

Para el análisis de la variabilidad por titulación y sexo, se hizo una primera identificación de las diferencias basada en porcentajes. Para confirmar estadísticamente lo observado se utilizó el programa SPSS Statistics v17.0 (IBM Company).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la categorización de las respuestas del total de estudiantes (109) son los señalados en la Tabla 1, en la que también se reflejan los resultados separados en función de la titulación (ES

y EF) y del sexo. Quizá el bajo número de chicos en la titulación de ES puede distorsionar la interpretación de esta variable, no siendo fácil discernir si las diferencias se deben al sexo o a la titulación. Para tener una idea más clara, incluimos también (Gráfico 1) las diferencias en función del sexo para el alumnado de EF.

	Toda la muestra (n=109)	ES (n=53)	EF (n=56)	Mujeres (n=71)	Hombres (n=38)
1.Concienciación	61,5	62,3	60,7	60,6	63,2
2.Conocimiento e información	56,9	41,5	71,4	52,1	65,8
3.Valores	23,9	26,4	21,4	28,2	15,8
4.1.Capacitación en general	15,6	17	14,3	18,3	10,5
4.2.Capacitación profesional	11,0	5,7	16,1	9,9	13,2
5.1.Cambio de hábitos	19,3	20,8	17,9	22,5	13,2
5.2.Participación social	3,7	7,5	0	5,6	0
5.3.Divulgación	7,3	11,3	3,6	9,9	2,6

Tabla 1: Porcentaje de estudiantes que mencionan objetivos de la EA, para toda la muestra y en función de la titulación y del sexo.

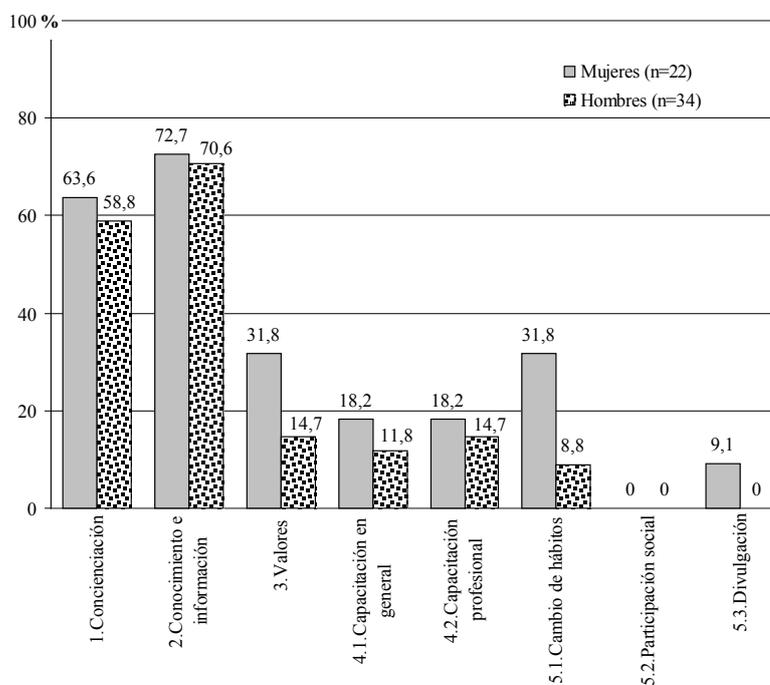


Gráfico 1: Porcentaje de estudiantes que mencionan objetivos de la EA, en función del sexo, para la titulación de EF.

En todos los casos se destacan los dos primeros objetivos de la EA con porcentajes superiores al 50%. Los otros tres objetivos de la EA también presentan porcentajes relativamente altos: 20- 30%.

Se observan diferencias en función de la titulación, de forma que en EF se señala en mayor medida haber adquirido conocimiento del problema y haberse capacitado profesionalmente; y en ES tienen más presente el haber participado en una acción colectiva. De los resultados de la Tabla 1 también podría desprenderse que en ES responden en mayor medida el haber divulgado la experiencia en su entorno cercano; pero, tal como se observa en el Gráfico 1, esta diferencia podría deberse más al sexo que a la titulación.

En cuanto a las diferencias en función del sexo, además de la mencionada anteriormente, son también éstas las que indican que han modificado sus hábitos y las que en mayor proporción dicen haber interiorizado valores.

En la Tabla 2 se presenta el resultado de las correlaciones entre las variables halladas, la correlación esperada a la vista de los porcentajes y la confirmación, o no, de ésta al realizar análisis de correlaciones unilaterales y bilaterales.

	Correlación hipotética	Correlaciones bilaterales	Correlaciones unilaterales
2. Conocimiento e información	Titulación (más en EF)	Sí (0,01)	Sí (0,01)
3. Valores	Sexo (más las mujeres)	No	No
4.2. Capacitación profesional	Titulación (más en EF)	No	Sí (0,05)
5.1. Cambio de hábitos	Sexo (más las mujeres)	Sólo para EF	Sólo para EF
5.2. Participación social	Titulación (más en ES)	Sí (0,05)	Sí (0,05)
5.3. Divulgación	Sexo (más las mujeres)	No	Sólo para EF

Tabla 2: Correlación entre los objetivos de la EA citados por el alumnado, la titulación y el sexo.

A continuación se discute la interpretación de estos resultados, si bien consideramos que determinados aspectos son susceptibles de análisis para investigaciones futuras.

La correlación entre la titulación y la capacitación profesional podría deberse a que los estudios que cursa el alumnado de EF tienen un destino claro, que es el de maestras/os de Educación Física en Educación Primaria. En cambio, en el caso del alumnado de ES, el destino profesional es más amplio, por lo que puede no visibilizar tan claramente la aplicabilidad de la EA y por tanto, no aludir a la capacitación profesional en la misma medida.

El diferente perfil del alumnado de estas titulaciones es el que puede explicar las otras dos diferencias. Así, la alusión a haber trabajado conocimientos e información se puede deber a que el alumnado de EF valora más que el de ES la adquisición de conocimientos. Podemos pensar en dos razones diferentes por las que esto ocurre. Por una parte, porque el alumnado de EF se está formando para ser maestra/o y tiene la idea de que en su profesión va a trabajar conocimientos de este tipo y, por otra parte, porque tiene una mayor nota de entrada en la carrera (cuando ingresaron,

curso 2006/2007, 6,0 para acceder a EF y 5,0 para ES), es decir es más exitoso que el de ES en un sistema educativo que valora sobre todo los contenidos conceptuales. Pensamos que cualquiera de estos factores o la suma de ambos puede hacer que el alumnado de EF valore en mayor medida la adquisición de este tipo de contenidos.

El diferente perfil del alumnado también tiene su reflejo en que es mayor el número de estudiantes de ES que indican que han participado en una acción colectiva. Las personas que cursan ES son, en muchos casos, gente comprometida con problemas sociales y que realizan voluntariado en diversas asociaciones. La transformación de la sociedad y la participación social son las metas que persiguen la ES y la EA, por lo que pensamos que este resultado podría ser debido a la confluencia epistemológica y de fines, que existe entre ambas (Iglesias da Cunha y Meira, 2007).

Este no es el caso de las personas que estudian EF, cuyo principal interés es el deporte, como se constata en la investigación realizada con alumnado de 1º de EF en la Escuela Universitaria de Magisterio de Vitoria (Fontecha, 2008), según la cual tanto chicas como chicos tienen auténtica pasión por el deporte (dedican entre 3 y 5 horas semanales) y su pertenencia a grupos o asociaciones está mayoritariamente relacionada con el deporte.

Podemos relacionar los distintos resultados obtenidos en función del sexo con las diferencias culturalmente aprendidas que todavía observamos entre las mujeres y los hombres. Así, las mujeres siguen dedicando más tiempo al trabajo de casa, cuidado de la familia y compras (41 minutos frente a 23 minutos) (De la Fuente, 2007). La diferencia en la divulgación de la experiencia la podríamos interpretar en base a que también son las mujeres las que aprenden a interrelacionar más con su entorno cotidiano y tienden a compartir sus experiencias con éste.

CONCLUSIONES

Nos parece importante el hecho de que se nombren los tres últimos objetivos de la EA de modo significativo, ya que, como hemos dicho, son los dos primeros los que fundamentalmente se suelen trabajar.

Creemos que la actividad planteada ha favorecido que el alumnado se haya sentido capacitado y haya pasado a la acción críticamente, “atrapando” los valores necesarios para ello (Sanmartí y Pujol, 2002).

El alumnado se ha sentido implicado y motivado en la realización de la actividad y, con los datos analizados hasta ahora, podemos concluir que hemos conseguido que se sensibilice, adquiera conocimiento, interiorice valores, se haga competente en análisis de problemas y toma de decisión, y pase a la acción crítica, modificando sus propios hábitos e incluso intentando incidir en los de las personas que le rodean.

Por otra parte, hemos constatado diferencias en la percepción de los objetivos de la EA trabajados en la actividad, en función de la titulación y del sexo. Esto es, este tipo de tareas favorece el desarrollo de capacidades y de paso a la acción, pero el éxito en el logro depende en gran medida del perfil del alumnado. Esto indica que si queremos fomentar la consecución de determinados objetivos de la EA, deberemos no sólo diseñar actividades de este tipo, sino anticiparnos en dicho diseño a los posibles obstáculos que presente el alumnado para poder alcanzarlo.

De esta forma también es importante tener en cuenta la proporción de mujeres y hombres en los grupos con los que se realice la intervención para planificar estrategias de cambio más adecuadas, que traten de implicar a los hombres en el ámbito de lo privado y a las mujeres en el ámbito público.

BIBLIOGRAFÍA

- Breiting, S. (1997). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. *Carpeta informativa del CENEAM*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- De la Fuente, M. (Coord.) (2007). *Usos del tiempo, estereotipos, valores y actitudes*. Madrid: Instituto de la Mujer (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales).
- Dietz, T., Kalof, L., Stern, P. C. (2002). Gender, Values and Environmentalism. *Social Science Quarterly*, 83(1), 353-364.
- Fontecha, M. (2008). *Intervención Didáctica desde la Perspectiva de Género en la Formación Inicial de un grupo de Docentes de Educación Física*. Bilbao: Universidad del País Vasco. Dirección de Igualdad.
- García, J. E. (2006). Educación Ambiental y alfabetización científica: argumentos para el debate. *Investigación en la Escuela*, 60, 7-19.
- Iglesias da Cunha, L., Meira, P. (2007). De la Educación Ambiental a la Educación Social o viceversa. *Educación Social*, 35, 13-27.
- Jensen, B. B., Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 16-178.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (1998). Diseño curricular: Indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.
- Sadler, T., Barab, S., Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371-391.
- Sanmartí, N., Pujol, R. M. (2002). ¿Qué comporta “capacitar para la acción” en el marco de la escuela? *Investigación en la Escuela*, 46, 49-54.
- Tilbury, D. (2000). El cómo de la educación ambiental. *Ihitz*, 3, 25.
- UNESCO (1977). *Intergovernmental Conference on Environmental Education. Final Report*. Tbilisi (USSR). Último acceso el 21 de octubre de 2008, desde http://www.gdrc.org/uem/ee/EE-Tbilisi_1977.pdf
- Uskola, A., Maguregi, G., Fernández, M., Antón, Á. (2009). ¿Pagamos las bolsas de plástico? Trabajando en el aula con los objetivos de la educación ambiental en mente. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 884-889.
- Zelezny, L., Chua, P. P., Aldrich, C. (2000). Elaborating on Gender Differences in Environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56 (3), 443-457.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Cátedra UNESCO UPV/EHU sobre Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental (UNESCO 08/19).

¿Qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando toman decisiones ante un problema sociocientífico?

Domènech, A. M., Márquez, C.

*Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales.
Universitat Autònoma de Barcelona.*

AnaMaria.Domenech@campus.uab.cat

RESUMEN

El uso de problemas sociocientíficos en el aula de ciencias como contexto es una de las iniciativas propuestas para orientar la organización de los currículums y diseñar actividades con el objetivo de favorecer que los alumnos adquirieran la competencia científica. En este estudio, se ha diseñado y realizado una actividad teniendo como eje la reintroducción del oso en los Pirineos con la finalidad de analizar que tipo de argumentos utilizan los alumnos de segundo de ESO de dos centros de Barcelona para justificar sus decisiones frente esta iniciativa y su relación con el uso de evidencias y la conceptualización de la naturaleza de las ciencias. Los resultados de los primeros análisis realizados muestran que los alumnos utilizan mayoritariamente argumentos de categoría social y reconocen la existencia de diferentes opiniones de los científicos frente la reintroducción aunque justifican estas diferencias basándose en creencias en lugar de hacerlo mediante resultados de distintos estudios o pruebas.

Palabras clave

Argumentación, problemas sociocientíficos, toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Currículum de la Educación Secundaria Obligatoria (Decreto 143/2007 DOGC núm. 4915), el objetivo de la educación es que los alumnos adquirieran las herramientas necesarias para entender el mundo en el que están creciendo y éstas puedan guiar sus actuaciones como ciudadanos capaces de intervenir de forma activa y crítica en una sociedad plural, diversa y en continuo cambio. Para alcanzar este objetivo, se han descrito una serie de competencias que los alumnos deberían desarrollar a lo largo de su escolarización y que podemos clasificar en transversales (son la base del desarrollo personal y las que construyen el conocimiento) y específicas (relacionadas con la cultura y la visión del mundo).

Teniendo en cuenta este contexto y la finalidad de la educación, es importante diseñar instrumentos capaces de determinar el desarrollo de dichas competencias por parte del alumnado y evaluar la eficacia o idoneidad de los sistemas educativos implantados. Una iniciativa para conseguir esta finalidad fue impulsada por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) mediante la creación del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA). Este proyecto pretende evaluar la formación que tienen los alumnos de 15 años de los países participantes con el objetivo de permitir una comparación de los sistemas educativos impulsados por las diferentes políticas gubernamentales y poder guiar sus decisiones futuras. Sin embargo, este informe sigue sin dar respuesta a algunas preguntas fundamentales de la enseñanza y la didáctica de las ciencias ya que no aporta información específica sobre cómo organizar los currículums o cómo diseñar las actividades para trabajar en el aula el desarrollo de las competencias que el informe pretende evaluar.

En el ámbito científico, tanto en el marco de la evaluación PISA (marco teórico del informe PISA 2006) como en los currículums español y de otros países, la competencia científica se define como la capacidad de 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 en él se producen como consecuencia de la actividad humana, haciendo que esta comprensión guíe la toma de decisiones.

Considerando esta finalidad y teniendo en cuenta la necesidad de encontrar orientaciones para organizar los currículos y diseñar las actividades en el aula, una de las últimas propuestas educativas consiste en incorporar a las clases de ciencias los problemas socio científicos y hacer que éstos sean el eje de la actividad educativa en las ciencias naturales (Sadler Zeidler, 2009). Paralelamente, hay países como Francia y Portugal que están promoviendo la introducción de este tipo de problemas al currículo y muchos investigadores defienden esta iniciativa argumentando que son situaciones que permiten mostrar a los alumnos una imagen más real y humana de la actividad científica y esto es fundamental para formar una ciudadanía responsable en cuanto a los procesos de tomar decisiones (Albe Gombert, 2009, September; Kolsto, 2001a).

Se consideran problemas sociocientíficos (*Socioscientific Issues*) aquellos dilemas sociales en los que la ciencia está implicada como consecuencia de la relación compleja existente entre la ciencia y la sociedad (Gayford, 2002; Kolsto, 2001b; Sadler, 2004) y en los que la causa, la posible vía de solución, o ambas cuestiones, recaen en alguna aplicación del conocimiento tecn científico (España Prieto, 2009). Se trata de problemas caracterizados por ser abiertos, complejos y controvertidos como consecuencia de la falta de consenso científico y de la existencia de una respuesta única y definitiva ante el problema (Kolsto, 2001a; Sadler Zeidler, 2009; Simonneaux, 2007).

La controversia asociada a estas situaciones se manifiesta a partir del debate que mantienen las personas que tienen opiniones diferentes ante un determinado problema. Estas opiniones están relacionadas con diversos ámbitos como la biología, la sociología, la ética, la política, la economía y el medio ambiente, y las diferentes posturas pueden llegar a ser opuestas o contradictorias (Kolsto, 2001a; Sadler Zeidler, 2009; Simonneaux, 2007). Este desacuerdo y falta de consenso se interpreta como una consecuencia del hecho de entender y evaluar la validez o fiabilidad científica de una manera diferente (Kolsto 2001a).

El uso de las células madre en la investigación y las terapias, la selección de embriones, el cambio climático, el efecto del uso de la telefonía móvil, la pérdida de la biodiversidad ... son ejemplos de problemas sociocientíficos actuales que a menudo podemos encontrar en los medios de comunicación y que afectan a las personas en su vida cotidiana, de manera que se convierten en situaciones que el alumnado deberá enfrentar como ciudadano y, por tanto, deberá ser capaz de tomar decisiones y actuar al respecto. Es por este motivo, que algunos autores defienden que deberían ser una prioridad en la educación científica (Kolsto, 2001b).

El hecho de incorporar a las clases de ciencias se considera una propuesta que favorece la alfabetización científica del alumnado ya que el uso de problemas sociocientíficos aula se define como un contexto adecuado para contribuir a formar ciudadanos, de por un lado, conscientes de los avances científicos y tecnológicos, y por otro, preparados para tomar decisiones responsables teniendo en cuenta tanto determinados conocimientos científicos como las consideraciones éticas y morales implicadas (España Prieto, 2009).

El hecho de incorporar estos problemas en el aula permite el actual desarrollo de nuevas investigaciones en el campo de la enseñanza y la didáctica de las ciencias que se centran en 2 aspectos (España Prieto, 2009):

- a) La conceptualización sobre la naturaleza de la ciencia, conocimiento científico y toma de decisiones.
- b) Aspectos morales y éticos, la evaluación de la evidencia y la toma de decisiones.

En ambas líneas se pretende estudiar los factores que influyen la toma de decisiones por parte de los alumnos en este tipo de situaciones ya que dichos factores también influenciarán sus futuras decisiones como ciudadanos. Algunos autores como Kolsto (2001b) y Zeiler, (2002) sugieren que la respuesta de las personas ante problemas socio-científicos está afectada por el modelo que cada uno tiene sobre la naturaleza de la ciencia y que esta concepción guiará la aplicación que se hace del conocimiento científico cuando se justifica una determinada decisión. Análogamente, los conocimientos científicos de los que disponga el alumno y sus consideraciones éticas y morales también influyen en la configuración de la decisión (Albe Gombert, 2009). En consecuencia, consideramos que será importante desarrollar actividades o instrumentos que permitan:

- Conocer qué percepción tienen los alumnos de la naturaleza de la ciencia (cómo se genera y comunica el conocimiento científico entendiendo el conocimiento como una construcción humana).
- Explicar cómo se generan las opiniones y decisiones frente problemas sociocientíficos.
- Saber los conocimientos científicos en los que los alumnos basan sus opiniones y contrastarlos con los usados tras la intervención educativa.

En este trabajo hemos centrado nuestra atención en el segundo de los puntos anteriormente citados, es decir, en explicar cómo los alumnos generan las opiniones y decisiones frente problemas sociocientíficos. Por otra parte, también ha sido objeto de nuestro interés el trabajo de la argumentación con el alumnado como consecuencia de su relación con la competencia científica y con el contexto y oportunidades ofrecidas por los problemas sociocientíficos.

La argumentación científica, es decir, la justificación de afirmaciones científicas a partir de evidencias, es un aspecto clave en la ciencia, de hecho, es a través de la argumentación que la ciencia avanza (Jiménez-Aleixandre, 2009). Sin embargo, la mayoría de veces la ciencia se presenta a las aulas sin ninguna o con muy pocas evidencias que fundamenten las afirmaciones que se transmiten. Esta tendencia está relacionada con la imagen de ciencia que generamos en los alumnos y con la metodología que los docentes siguen en el aula.

La importancia de la argumentación en la enseñanza de las ciencias y su relación con las competencias de comunicación, modelización y comprensión de la naturaleza de la ciencia ha promovido su inclusión en los currículos de ciencias de muchos países y que haya sido objeto de estudio de importantes trabajos en la investigación didáctica (Jiménez-Aleixandre, 2009). Asimismo, la incorporación en el aula de temáticas socio-científicas conlleva el uso de textos de divulgación y periodísticos- en distintos formatos-. Lo que plantea como usarlos desde una perspectiva de lectura crítica (Oliveras Sanmartí, 2008) para favorecer la capacidad de argumentar (Márquez Prat, 2010).

En una de estas búsquedas (Tiberghien, 2009) se ha propuesto distinguir los dos tipos de argumentación que pueden tener lugar en la escuela:

- a) Argumentación para la educación científica: pieza fundamental del proceso de comprensión de los conceptos, teorías y la naturaleza de la ciencia, ligada a las

disciplinas científicas como la biología, la física, la química o las ciencias de la Tierra.

- b) Argumentación para la educación ciudadana: argumentación sobre temas sociocientíficos, medioambientales, de salud o éticos, de carácter más transversal e interdisciplinar como por ejemplo la asignatura de bachillerato de ciencias del mundo contemporáneo.

Así, la incorporación de problemas sociocientíficos en el aula estaría ligada con la argumentación para la educación ciudadana y permitiría ofrecer una visión más real del desarrollo de la ciencia. Complementando esta relación, es importante señalar que en la definición de la competencia científica se incluye la capacidad de reconocer, usar y evaluar pruebas y que esta está estrechamente relacionada con los argumentos que los alumnos utilizaran para justificar sus decisiones en contextos sociocientíficos y es objeto de estudio principal junto a la competencia de construcción, uso y revisión de modelos científicos del proyecto MEC 2009 del grupo LIEC (Lenguaje y Educación Científica de la Universitat Autònoma de Barcelona) con referencia EDU1009-13890-C02-02 (subprograma EDUC).

METODOLOGÍA

Para poder encontrar la respuesta a nuestra pregunta de investigación hemos diseñado una actividad relacionada con un problema sociocientífico y se ha desarrollado en los cursos de segundo de ESO de dos institutos públicos de Barcelona, situados en Rubí y en La Garriga respectivamente, siendo la muestra de 100 alumnos.

El problema sociocientífico utilizado es la reintroducción del oso en los Pirineos teniendo en cuenta los contenidos que marca el currículum para este curso (bloque de “la vida en acción” en el apartado de “análisis de un ecosistema cercano identificando el papel de cada elemento que lo configura y valoración de las posibles consecuencias de esta modificación en las cadenas tróficas), las competencias (en este caso se trabajan la competencia específica de analizar críticamente cuestiones científicas socialmente controvertidas y la competencia comunicativa lingüística basándonos en la justificación y la argumentación) y los temas trabajados por los alumnos de ambos centros (bloque de ecología) antes de la realización de dicha actividad.

Descripción de la actividad

La actividad se ha desarrollado en dos sesiones de una hora de duración cada una de ellas. En la primera sesión, los alumnos se aproximaban a la reintroducción del oso en los Pirineos mediante la lectura de una noticia publicada en diciembre de 2009 sobre una campaña iniciada con el objetivo de bautizar a uno de los oseznos de la osa Hvala, la misma osa que en setiembre de 2008 protagonizó un ataque a un cazador. Los alumnos leían esta segunda noticia y conocían opiniones distintas de políticos y personas de entidades ecologistas. A continuación, debían posicionarse frente una serie de argumentos y explicar su opinión sobre la reintroducción (después de leer información sobre los factores bióticos y abióticos relacionados) y justificar que existan opiniones distintas frente esta iniciativa (Figura 1).

Teniendo en cuenta toda la información de la que dispones...

a) Posiciónate delante las diferentes afirmaciones indicando con una *x* tu grado de desacuerdo (1) o acuerdo (4) y explicando tus motivos:

Desacuerdo → Acuerdo

Argumento	1	2	3	4	Porqué:
Se debería replantear la reintroducción de los osos y hacerlo en una zona en la que no hubiera personas y nadie pudiera sufrir daños.					
Actualmente no podemos llegar a saber las consecuencias que tendrá la llegada del oso a los Pirineos, son necesarios más estudios y pruebas antes de hacer algo más.					

b) Responde las siguientes preguntas:

- ¿Como explicarías que los científicos de entidades ecologistas no se pongan de acuerdo y unos consideren que la reintroducción es una buena iniciativa mientras que otros consideren que no lo es?.....
- ¿Piensas que el hecho que haya diferentes opiniones implica que unos están equivocados?
Sí Porqué.....
No Porqué.....

Figura 1. Preguntas de la primera sesión de la actividad diseñada relacionadas con la pregunta de investigación y que sus respuestas serán objeto del análisis.

En la segunda sesión, los alumnos debían escribir un texto argumentativo después debatir en grupos cooperativos para conseguir llegar a un consenso. La actividad finalizaba con una autoevaluación de los alumnos. Los datos que se analizan en esta comunicación son las respuestas dadas por los alumnos a las preguntas que se muestran en la figura 1.

Análisis de los resultados

Con el objetivo de conocer qué tipo de argumentos utilizan los alumnos cuando justifican sus decisiones respecto la reintroducción del oso se ha realizado un análisis de contenido cualitativo de los datos que incluye el estudio de algunos parámetros cuantitativos siguiendo estrategias descritas en la revisión de (Wu Tsai, 2007).

Actualmente el análisis se encuentra en una fase inicial y, después de una primera lectura de las respuestas del alumnado, se han establecido unas categorías emergentes de los datos que se han utilizado para clasificar los ámbitos a los que hacen referencia los argumentos de los alumnos. Posteriormente se ha observado que estas categorías descritas se corresponden a las utilizadas en estudios realizados previamente (Patronis, Potari, Spiliotopoulou, 1999; Yang Anderson, 2003), siendo estas: social (distinguimos cuando la focalización se centra en el ser humano o en el oso, cuando se justifica en términos de ataque, de seguridad, de mejor calidad de vida tanto del ser humano como del oso), moral (aparecen juicios de valor y percepciones de derechos o justicia), ecológico (incluyen explicaciones relacionadas con los factores bióticos y abióticos).

Respecto los parámetros cuantitativos que hacen referencia al patrón observado en el uso de estas categorías. El análisis inicial ha mostrado que la mayoría de los alumnos justifican su grado de acuerdo o desacuerdo con la propuesta de reintroducir los osos en un lugar que no esté habitado por

personas mediante un argumento que hace referencia a tan solo una de estas categorías mientras que un pequeño porcentaje utiliza argumentos de diferentes categorías para justificarse. Por otra parte, es importante destacar el hecho que aunque esta actividad se haya desarrollado como una aplicación del bloque de ecología que acaban de trabajar, la mayoría de los argumentos pertenecen al ámbito social y no al ecológico.

En una fase más avanzada del análisis se pretende profundizar en la relación existente entre la tipología de argumento utilizado y la capacidad de reconocer y justificar que delante un mismo problema existan opiniones distintas e incluso contradictorias con el objetivo de estudiar como se generan las decisiones en este tipo de contextos, el uso de las pruebas y la influencia del concepto de naturaleza de la ciencia en este proceso siguiendo estrategias utilizadas en estudios previos como (Albe, 2008).

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Esta comunicación permite una primera aproximación a la argumentación generada por un problema sociocientífico en un grupo de alumnos del curso de segundo de ESO y un análisis tanto del tipo de argumentos utilizados como de la relación existente entre estos argumentos y el uso de evidencias relacionado con una de las capacidades definidas en la competencia científica. Por otra parte, también es importante destacar que el análisis de las respuestas de algunas preguntas de la actividad diseñada permite dibujar posibles vínculos entre el concepto de naturaleza de la ciencia, epistemología y toma de decisiones, factores relevantes en el momento de diseñar orientaciones para la actividad educativa escolar.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados de los primeros análisis realizados los alumnos de segundo de ESO de los dos centros participantes en este estudio utilizan diferentes tipos de argumentos para justificar sus decisiones respecto la reintroducción del oso en los Pirineos, siendo los mayoritarios los relacionados con el aspecto social aunque el contenido científico vinculado al problema sociocientífico presentado este estrechamente relacionado con las unidades didácticas recientemente trabajadas en el aula. Por otra parte, la mayoría de los alumnos son capaces de reconocer que hay diferentes opiniones frente a una misma iniciativa pero no utilizan evidencias en sus argumentaciones, siendo su justificación principal el hecho que cada persona implicada tiene su propia opinión y cuando ésta es diferente o incluso opuesta a la de otra persona es resultado de centrarse en partes implicadas diferentes (por ejemplo, focalizar en los intereses del ser humano o en el derecho de los osos de estar en su hábitat) coincidiendo con Albe (2008). Los siguientes estudios tendrán el objetivo de validar estos resultados analizando los argumentos de los alumnos frente a otros problemas sociocientíficos y el uso de estos contextos para trabajar la argumentación con el alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

- Albe, V. (2008). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science Education*, 17, 805-827.
- Albe, V., Gombert, M.-J. (2009, September). *Student engagement in a classroom citizens' conference on global warming*. Comunicación presentada en el Congreso ESERA
- España, E., Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: El contexto de los problemas sociocientíficos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación De Las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- Gayford, C. (2002). Controversial environmental issues: A case study for the professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1191-1200.

Jiménez-Aleixandre, M. P., Puig, B., Bravo, B. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, XX, 137-142.

Kolsto, S. D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291-310.

Kolsto, S. D. (2001b). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85, 291-310.

Márquez, C., Prat, À. (2010). Favorecer la argumentación a partir de la lectura de textos. *Alambique*, 63, 39-50.

Oliveras, B., Sanmartí, N. (2008). Análisis de una actividad orientada a promover la lectura crítica en las clases de ciencias. *XXIII Encuentros De Didáctica De Las Ciencias Experimentales*. Almería.

Patronis, T., Potari, D., Spiliotopoulou, V. (1999). Student's argumentation in decision making on a socio-scientific issue: Implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21, 745-754.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.

Sadler, T. D., Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921.

Simonneaux, L. (2007). Argumentation in socio-scientific contexts. In S. Erduran, M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education. perspectives from classroom-based research* (pp. 179-200) Springer Netherlands.

Tiberghien, A. (2009). Foreword. In S. Erduran, M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Springer.

Wu, Y.-T., Tsai, C.-C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29(9), 1163-1187.

Yang, F. Y., Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25, 221-244.

Zeiler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86, 343-367.

¿Son solidarios los alumnos y alumnas en sus actuaciones en los grupos de trabajo y en los trabajos grupales?

García, P., Sanz, M.C., Colomer, M., Duran, H., Gold, G., Llitjós, A., Puigcerver, M.

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Barcelona.

palomagarcia@ub.edu

RESUMEN

El objetivo de la presente comunicación es el presentar y discutir los resultados de una experiencia de trabajo cooperativo empleando la plataforma de aula virtual Moodle y la plataforma telemática BSCW. La experiencia que se presenta se ha llevado a cabo con tres grupos de alumnado de la titulación de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Barcelona. En ella se discuten los posibles comportamientos disruptivos dentro de cada grupo de trabajo en la realización de los trabajos grupales y su incidencia en el proceso de evaluación. Asimismo se valora la existencia y la extensión de alumnos/as “polizones” y “tutores” dentro de los diferentes grupos de trabajo. Para ello se han establecido unos ítems de valoración y se ha utilizado una metodología de investigación cuantitativa.

Palabras clave

Plataforma telemática, plataforma de aula virtual, alumnos tutores, alumnos polizones, trabajo cooperativo.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio, llevado a cabo con varios grupos de alumnos de la titulación de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Barcelona, y empleando la plataforma de aula virtual Moodle y la plataforma telemática BSCW, es valorar la incidencia que tienen en las calificaciones individuales de los alumnos los comportamientos disruptivos dentro de los grupos de trabajo cooperativo, detectando la existencia y la extensión de de alumnos/as “polizones” y “tutores” dentro de los diferentes grupos de trabajo. Con este objetivo se quiere analizar y valorar si los alumnos y alumnas son solidarios en los trabajos grupales, tan de actualidad, sobre todo si se tienen en cuenta las actuales directrices de los nuevos planes de estudio de grado del plan Bolonia.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo cooperativo (Johnson et al.1999) se caracteriza, entre otros aspectos, por ser un trabajo grupal en el que los miembros trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes, por haber igualdad de roles entre miembros, producirse interdependencia positiva y porque los miembros presentan destrezas diferentes, aunque sus contribuciones deban tener el mismo peso en el resultado final.

La metodología de trabajo cooperativo tiene una cierta implantación en las aulas de diferentes niveles educativos, más aún si se tienen en cuenta las directrices actuales en los nuevos títulos de grado. En ello interviene, además, otros factores, como la irrupción y consolidación de plataformas telemáticas de trabajo cooperativo (Klößner 2000) como BSCW (*Basic Support for Cooperative*

Work), o su adaptación al mundo docente, Synergeia (ver Llitjós et al. 2007 para más información), y la plataforma de aula virtual Moodle, implantada recientemente en el entorno docente universitario.

En este tipo de trabajo cooperativo, el profesorado 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 sufre un cambio notable respecto al papel que juega en un contexto de enseñanza tradicional. En este contexto, se considera que la evaluación individual es innecesaria, mientras que la coevaluación y la autoevaluación pueden ser unos buenos procedimientos, no solamente de evaluación entre iguales y de uno mismo, sino también de una parte del proceso docente (Topping 1998, Bould 1995).

Como ya se ha expuesto en la bibliografía, la cesión del proceso de evaluación al alumnado es un proceso delicado que ha generado ciertas suspicacias. Entre ellas, podemos citar:

- a) Existe el riesgo de que el alumnado se auto-otorgue puntuaciones idénticas, normalmente elevadas (Kaufman et al. 2000).
- b) Una parte del alumnado considera que solamente el profesorado está capacitado para evaluarlos correctamente y, consecuentemente, son escépticos respecto a las coevaluaciones que reciben de sus compañeros (Zhao 1998).
- c) No siempre todos los miembros de un grupo de trabajo cooperativo trabajan de forma realmente cooperativa. Por ello, pueden aparecer diferentes comportamientos disruptivos (ver Jiménez 2008), que generan, entre otras tipologías, la aparición de los llamados "polizones", que muestran una pobre ciudadanía de equipo al eludir sus responsabilidades dentro del grupo, pero que intentan conseguir la misma calificación que sus compañeros, más responsables (Kerr y Bruun 1983). Así, los compañeros/as de grupo de trabajo no muestran siempre una actitud solidaria con el resto de compañeros/as.

Nuestro equipo, en trabajos anteriores, ha mostrado que los apartados a) y b) no son problemáticos, a partir de nuestros datos empíricos.

Sin embargo, con respecto al apartado c) nos planteamos: entre alumnos/as y profesores se pone una calificación grupal, la misma para todos los miembros del grupo de trabajo cooperativo, partiendo de una premisa de honesta ciudadanía de equipo. Pero... ¿trabajan y se implican todos los miembros de la misma forma? ¿Qué pasa cuando dentro de un grupo hay comportamientos disruptivos que exhiben una pobre ciudadanía de equipo?

Por ello, el trabajo que ahora se presenta se centra en:

- a) Valorar la incidencia de comportamientos disruptivos dentro de los grupos de trabajo cooperativo por parte de individuos con una pobre ciudadanía de equipo.
- b) Describir la extensión de estos "polizones", que pueden provocar que el funcionamiento del grupo sea disruptivo.
- c) Y, a la inversa, describir la extensión de los alumnos/as "tutores" que generan grupos de trabajo efectivos.

Soluciones y recomendaciones

El estudio se ha realizado en tres grupos de estudiantes de segundo curso (2008-2009) de la titulación de Maestro de Educación Infantil de la Universidad de Barcelona, dentro de la asignatura troncal de "Conocimiento del Medio Natural". Ello supone un total de 88 alumnos, distribuidos en

tres grupos de 33, 28 y 27 alumnos, dos de turno de mañana y uno de tarde, y 10, 8 y 7 grupos, respectivamente, de trabajo cooperativo (25 en total).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura, el profesorado solicita la elaboración de una unidad didáctica de algún tema de Conocimiento del Medio Natural incluida en el vigente currículum de Educación Infantil. Esta tarea se realizó en grupos de trabajo cooperativo de aproximadamente cuatro alumnos. Los diferentes grupos de trabajo cooperativo colgaron sus trabajos en la plataforma telemática BSCW o en el aula virtual Moodle, ya que dependiendo del profesorado se utilizó una u otra plataforma. De esta forma, cada alumno pudo acceder a todas las unidades didácticas para efectuar, no solamente una autoevaluación del propio trabajo, sino también una coevaluación del resto de trabajos de grupos cooperativos. En dichas plataformas, se colgaron, igualmente, plantillas para que cada grupo evaluara los trabajos de los diferentes grupos siguiendo unos parámetros determinados y la ciudadanía de equipo, así como las normas a seguir para realizar dicha evaluación. Cada alumno/a, de manera individual y confidencial, envió sus evaluaciones mediante correo electrónico al profesor correspondiente.

A partir de estas autoevaluaciones y coevaluaciones recibidas, se pudieron efectuar las oportunas comparaciones estadísticas entre ambas y con respecto a las evaluaciones efectuadas por el profesorado; para ello, se aplicó la prueba t de datos apareados. Por otra parte, se aplicó el método de Goldfinch y Raeside (1990) para obtener una calificación individual de un estudiante en una actividad cooperativa a partir de la calificación obtenida por su grupo. Ello permitió comparar ambas calificaciones mediante la prueba de Wilcoxon (Siegel 1991) y valorar así la incidencia real que tienen los miembros de grupo con pobre ciudadanía de equipo en las evaluaciones cooperativas.

Los resultados más relevantes de este estudio se muestran a continuación.

1.- Incidencia de comportamientos disruptivos dentro de los grupos de trabajo cooperativo por parte de individuos con una pobre ciudadanía de equipo.

No se observan diferencias entre los tres grupos-clase, ni en la calificación de grupo (Prueba de Kruskal-Wallis: $X^2=5.5$, 2 g.l., $p=0.063$), ni en la calificación individual de cada alumno (Prueba de Kruskal-Wallis: $X^2=2.74$, 2 g.l., $p=0.254$), después de tener en cuenta la ciudadanía de equipo de los componentes de los grupos.

Por tal motivo se han tratado los tres grupos-clase de forma conjunta ($n=88$ alumnos). Este dato es interesante, ya que, a menudo, se contempla la posible existencia de un comportamiento distinto entre el alumnado de mañana y el de tarde, ya que la mayoría del alumnado de tarde compagina sus estudios con un trabajo remunerado.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre la calificación de grupo y la calificación individual de cada alumno, después de tener en cuenta la ciudadanía de equipo de los componentes de los grupos (Prueba de Wilcoxon: $Z=-0.519$, $p=0.604$).

Los grupos disfuncionales representan un 8 % del total de grupos analizados. Los dos grupos disfuncionales encontrados pertenecen a uno de los grupos de mañana y el otro al turno de tarde. Este dato también muestra uniformidad de comportamiento entre el alumnado de mañana y de tarde. El dato también muestra que la incidencia en el proceso de evaluación no es estadísticamente significativa.

2.- Describir la extensión de estos "polizones", que pueden provocar que el funcionamiento del grupo sea disruptivo.

3.- Y, a la inversa, describir la extensión de los alumnos/as "tutores" que generan grupos de trabajo efectivos.

Solamente se ha detectado un 5.7 % de alumnos con comportamiento de "polizones". Y, a la inversa, un 9.1 % de 'alumnos "tutores". De los alumnos "polizones", tres pertenecen a los grupos de turno de mañana y dos al turno de tarde. Y respecto a los alumnos "tutores", 6 pertenecen a los grupos de turno de mañana y dos al turno de tarde.

Estos datos concuerdan con el número de grupos disfuncionales encontrados, teniendo en cuenta que los alumnos "polizones" pueden provocar que el funcionamiento del grupo sea disruptivo, ya que el número de grupos disfuncionales es de 2 y el número de polizones es 5.

Y, también concuerda con el número de alumnos/as "tutores", que generan grupos de trabajo efectivos, ya que el número de grupos efectivos es 5 y el número de tutores es 8.

CONCLUSIONES

Cabe señalar que los resultados obtenidos deben considerarse como una primera aproximación, a la espera de poder ampliar el tamaño de muestra en los años venideros; ello permitirá efectuar las consiguientes generalizaciones con una mayor fiabilidad, sin las actuales limitaciones derivadas de un bajo tamaño de muestra.

Hecha esta consideración, cabe destacar que los tres grupos-clase estudiados no muestran diferencias significativas entre los grupos de turno de mañana y de tarde ni en la calificación del trabajo de grupo, ni en la calificación individual de cada alumno, después de tener en cuenta la ciudadanía de equipo de los componentes de los grupos. Este dato es significativo y nos muestra que, a pesar de que el alumnado de turno de mañana y de tarde suele ser algo distinto, el comportamiento delante de los trabajos y sus valoraciones son similares.

Tampoco hay diferencias significativas entre la calificación de grupo y la calificación individual de cada alumno, después de tener en cuenta la ciudadanía de equipo de los componentes de cada grupo.

Los grupos disfuncionales encontrados significan un bajo porcentaje (8%), lo que significa un buen funcionamiento a nivel grupal de los alumnos, teniendo la mayoría de los grupos un comportamiento normal o efectivo. Este dato también es válido tanto para los grupos de mañana como de tarde, ya que los dos grupos disfuncionales encontrados son uno de mañana y otro de tarde. El dato también muestra que la incidencia en el proceso de evaluación no es estadísticamente significativa.

Los porcentajes de alumnos "polizones" y "tutores" indican que, en un contexto de trabajo cooperativo, existen más alumnos "tutores" que "polizones", es decir, más alumnos que guían para generar un trabajo más efectivo que alumnos que se aprovechan del trabajo de los demás miembros del grupo. Este dato sugiere, por tanto, una forma de trabajar más solidaria que egoísta, aunque se debería intentar localizar prematuramente a los "polizones" y hacerles cambiar su actitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, A., Ayuste, A., Gros, B., Guerra, V., Romañá, T. (2005). Construir conocimiento con soporte tecnológico para un aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36 (1), 15 pp.

Bould, D. (1995). The role of self assessment in student grading. En D. Bould (Ed.), *Enhancing learning through self assessment* (pp. 167-176). London: Kogan Page.

Goldfinch, J., Raeside, R. (1990). Development of a peer assessment technique for obtaining individual marks on a group project. *Assessment, Evaluation in Higher Education*, 15 (3), pp. 210-231.

- Kaufman, D.B., Felder, R.M., Fuller, H. (2000). Accounting for individual efforts in cooperative learning teams. *Journal of Engineering Education*, 89 (2), pp. 133-140.
- Kerr, N.L., Bruun, S.E. (1983). Dispersability of member effort and group motivation losses: Free rider effects. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44 (1), pp. 78-94.
- Jiménez, G. (2006). Obtención de notas individuales a partir de una nota de grupo mediante una evaluación cooperativa. *Revista Iberoamericana de Educación*. 38 (5), pp. 1-15.
- Johnson, D., Johnson, R., Holubec, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Quilmes: Paidós-Educador.
- 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.
- Llitjós, A., Colomer, M., Garcia, P., Jiménez, G., Miró, A., Sanz, M.C., Puigcerver, M. (2007). Trabajo telemático cooperativo en ciencias. En: P. Membiela (coord.), *Experiencias innovadoras de utilización de las NTIC en actividades prácticas de ciencias*, pp. 72-94. Vigo: Educación Editora.
- Puigcerver, M., Colomer, M., Durán, H., Garcia, P., Gold, G., Miró, A., Sanz, M.C., Llitjós, A. (2008). Autoevaluación, coevaluación y evaluación del profesorado en el trabajo cooperativo: ¿son coincidentes? En *Almería: Actas de los 23 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9 pp.
- Puigcerver Oliván, M.; Sanz Lopez, M.; Garcia Wehrle, P.; Colomer Busquets, M.; Gold Gormaz, G.; Duran Gilabert, H.; Llitjós Viza, A. (2009). ¿Es realmente viable la evaluación no individualizada en el trabajo cooperativo? *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 785-788.
- Siegel, S. (1991). Estadística no paramétrica. México: Ed. 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.
- Zhao, Y. (1998). The effects of anonymity on computer-mediated peer review. *International Journal of Educational Telecommunications*, 4, pp. 311-345.

Posibilidades y límites de una experiencia colaborativa de innovación y formación docente

Mengascini, A. (1,3), Cordero, S. (1,2), Mordeglia, C. (1,3), Dumrauf, A.G. (1,2)

(1) *Grupo de Didáctica de las Ciencias, Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, Universidad Nacional de La Plata (UNLP)-CIC-CONICET.*

(2) *Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.*

(3) *Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.*

cordero@iflysib.unlp.edu.ar

RESUMEN

Presentamos una experiencia de trabajo colaborativo entre investigadoras y docentes de diferentes niveles educativos de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). La misma se enmarca en una propuesta de formación docente en servicio, que a su vez articula con un proyecto de investigación, y plantea el diseño, implementación y evaluación de propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales. El proceso seguido permite presentar reflexiones locales y contextualizadas sobre las posibilidades y límites de esta modalidad de trabajo.

Palabras clave

Colaboración – Innovación – Formación docente continua

INTRODUCCIÓN

¿Cuáles son las posibilidades y los límites del trabajo colaborativo entre investigadores/as y docentes participantes en procesos de innovación y formación? ¿Qué puede aportar a la práctica cotidiana de docentes de ciencias naturales su participación en una experiencia de este tipo? Según diversos autores, un problema importante actualmente para la investigación en educación en ciencias naturales es la disociación entre el conocimiento generado académicamente y el utilizado en el aula. El trabajo colaborativo se presenta como alternativa para superar dicho obstáculo, al ser los y las docentes co-responsables del proceso de innovación e investigación y generarse así una redefinición de sentidos, roles, interacciones, problemáticas y usos de la investigación rompiendo moldes y jerarquías propios de la investigación producida exclusivamente en la academia. Por otra parte, constituye una estrategia de abordaje de la complejidad de los problemas educativos, las dificultades de las instituciones educativas para desarrollar proyectos pedagógicos fructíferos, así como el descreimiento sobre la posibilidad de transformar positivamente prácticas docentes (de Oliveira Rosa-Silva y Lorencini Júnior, 2007).

Presentamos aquí un primer análisis de los procesos y productos elaborados dentro de una propuesta de formación docente en servicio implementada desde el proyecto “*Investigación colaborativa para la reconstrucción de prácticas y la innovación en educación en ciencias naturales*”. Desde 2005 un equipo de docentes-investigadoras de la Unidad Académica “Victoriano Montes” (Dolores, Pcia. de Bs. As., Argentina) y de la Universidad Nacional de La Plata (La Plata, Pcia. de Bs. As., Argentina), venimos construyendo conocimientos y compartiendo experiencias de investigación y formación docente. A partir de 2008 ampliamos el desafío, incluyendo a cerca de 50 docentes de diferentes niveles de siete distritos educativos en el grupo de trabajo¹. Nos planteamos tres ejes de

trabajo concurrentes: 1) caracterización de las prácticas de enseñanza actuales en ciencias naturales en diversos niveles educativos; 2) elaboración, puesta en práctica y análisis de propuestas innovadoras; y 3) desarrollo de un proceso de formación docente en servicio basado en la reflexión sobre la práctica. Venimos abordando estos ejes a través de una vía cuantitativa y extensiva de aproximación a prácticas y representaciones docentes, con la aplicación de cuestionarios (Mengascini *et al*, 2008); y a partir de una perspectiva cualitativa, mediante la realización de talleres de formación docente e investigación participativa. Aquí focalizamos en el proceso de innovación y las propuestas educativas implementadas por 15 grupos de docentes de educación primaria y secundaria, como resultado de su participación en el proyecto.

El concepto de innovación en educación no posee una única definición, dado que resulta de la confluencia de una pluralidad de miradas y opiniones (Sancho *et al*, 1998). Para ser así consideradas, las innovaciones dependen de la coyuntura en la que emerjan, de quiénes sean sus promotores y de la incidencia y la extensión que adquieran. Sin embargo, en un sentido amplio, acordamos con Sancho *et al* (1998), quienes sostienen que una innovación tiene lugar cuando se introducen nuevas áreas de aprendizaje dentro del *currículum* o se desarrollan prácticas alternativas a las existentes. Consideran a la innovación como “mecanismos y procesos que son el reflejo de una serie de <dinámicas explícitas que pretenden alterar las ideas, concepciones y metas, contenidos y prácticas escolares, en alguna dirección renovadora respecto a la existente>. (...) La innovación, desde esta óptica, no puede considerarse en términos algorítmicos, sino como una tarea compleja, en la que los procesos interpretativos son una constante. Lo que hace que la innovación sea una tarea socialmente necesaria, (...) útil y, probablemente, enriquecedora a nivel personal y que se caracterice por su multidimensionalidad” (Sancho *et al*, 1998, p.44).

Acordamos con Ezpeleta (2004) en que los y las docentes quienes deben asumir la proyección práctica de toda innovación “Comprometiendo sus conocimientos, creencias y habilidades, ellos deben actuar y construir los cambios en su propia práctica, en un contexto específico que es el de su trabajo” (p. 406). En un trabajo previo (Mengascini *et al*, 2008) afirmábamos que “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 su papel fundamental como promotores/as del cambio” (s/p.).

Enmarcadas en ese ideario, nos propusimos como objetivos de nuestro trabajo colaborativo:

- Elaborar propuestas didácticas innovadoras para la enseñanza de ciencias naturales en educación primaria, secundaria y superior, desde una mirada situacional y transformadora.
- Poner en práctica las propuestas didácticas elaboradas.
- Evaluar colaborativamente dichas propuestas.

PRINCIPAL APORTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

Contexto de la investigación

Implementamos esta experiencia durante 2008 y 2009, incluyendo diversas instancias de trabajo:

- reuniones del equipo coordinador (4 docentes-investigadoras del ISFD N°168 y 3 de la UNLP) de planificación y evaluación del proceso

- encuentros generales de formación, pensados como “talleres de formación docente” (Achilli, 2004), con asistencia de todos los y las docentes participantes;
- reuniones de los grupos docentes;
- reuniones del equipo coordinador con grupos docentes;
- intercambios informales entre grupos docentes.

Los encuentros generales de formación fueron 8 (4 por año), abordándose en el primer año temáticas generales de educación en ciencias, tales como construcción del conocimiento científico, modelos de enseñanza y aprendizaje, finalidades de la enseñanza de las ciencias y características de las innovaciones educativas. En el primero, al presentarse el proyecto, se aplicó un cuestionario indagando representaciones y prácticas de enseñanza de los y las docentes. También se desarrolló una conferencia y se evaluó conjuntamente el proceso vivido en 2008. En los encuentros se conformaron los grupos de trabajo docente (definidos por cercanía geográfica, nivel educativo, afinidades preexistentes y/o interés temático) y delimitaron los tópicos disciplinares para la innovación.

En el segundo año se trabajaron temáticas más específicas, pretendiendo abarcar los contenidos conceptuales y metodológicos básicos para el desarrollo de las propuestas. Así, se abordaron: educación ambiental, vinculándola a la enseñanza por proyectos; educación para la salud sexual y modalidad de taller; y luz y enseñanza a través de abordajes experimentales. A lo largo del año, se afianzaron los grupos docentes, redefinieron los tópicos a abordar y diseñaron las propuestas áulicas. En ese proceso, el equipo coordinador acompañó a los grupos a través de visitas a las instituciones de procedencia de las y los docentes participantes. Así procuramos una instancia individualizada de diálogo, conocimiento personal y contextual, apoyo y orientación, en un espacio más propio y distendido y, en ese sentido, facilitador de la explicitación de dificultades e incertidumbres. En el último encuentro general de formación se presentaron las innovaciones implementadas y se evaluó el camino recorrido.

Registramos sistemáticamente todas las instancias mencionadas (excepto los intercambios informales entre grupos docentes) a través de grabaciones de audio y video, fotografías y notas de campo. También recopilamos producciones individuales y grupales realizadas en los talleres. En períodos entre encuentros generales hubo un acompañamiento vía telefónica y correo electrónico en el diseño de propuestas. Cada grupo docente registró la implementación de innovaciones con la/s técnica/s seleccionada/s según disponibilidades, preferencias y contextos.

Con respecto al contexto del trabajo colaborativo, como equipo coordinador habíamos definido condiciones de partida, basadas en experiencias previas (Dumrauf et al., 2009) pretendiendo facilitar y fomentar la participación:

- La existencia de apoyo institucional -enmarcado en un proyecto subsidiado por una agencia estatal, y organismos educativos nacional y provincial- gestionado con autoridades educativas provinciales, regionales y locales, con acuerdos de funcionamiento.
- El carácter voluntario de la participación para los y las docentes convocadas.
- La estructura de formación en servicio, es decir, una propuesta de actualización de docentes en actividad en el marco de sus jornadas laborales (Cordero et al., 2008).
- El reconocimiento simbólico para los y las docentes a través de la acreditación curricular como instancia de formación.

- El no arancelamiento de la propuesta formativa y la cobertura de gastos derivados de su participación para los y las docentes (viáticos y bibliografía).
- Un formato global de trabajo preestablecido (base imprescindible para negociar tanto con las autoridades cuanto con los y las docentes) a reformularse durante el proceso. Este incluía número, frecuencia y duración de encuentros; objetivos; contenidos; formas de interacción.
- Respecto del rol de coordinación, la asunción de una actitud crítica explícita a fin de estimular la revisión de representaciones obstaculizadoras del proceso de innovación (Dumrauf et al., 2009).

Algunos resultados y primer análisis

Como resultado del trabajo a lo largo de los dos años, se formaron 15 grupos docentes que diseñaron e implementaron propuestas innovadoras sobre:

- Educación ambiental: Agua: características, contaminación, potabilización, disponibilidad (educación primaria). Residuos: basurales a cielo abierto, reducción de consumo de materiales plásticos (primaria). Agroquímicos: ciclos de nutrientes y uso racional de agroquímicos (secundaria). Contaminación sonora en la escuela (primaria).
- Educación para la salud sexual (primaria y secundaria).
- Físico-química: Sistemas materiales: clasificación, separación de fases, cambios físicos y químicos (primaria y secundaria). Luz y materiales: tipos de materiales, ondas (primaria).
- Biología: Reproducción en plantas (secundaria). Caracterización y clasificación de plantas (primaria).
- Uso de laboratorio: abordajes experimentales de fenómenos fisicoquímicos y biológicos (secundaria).

El acompañamiento durante 2009 apuntó al ajuste de propuestas respecto del marco teórico pedagógico-didáctico del proyecto, bibliografía sobre contenidos disciplinares específicos, nuevos diseños curriculares, definición de modos de registro, y establecimiento de modos de presentación y comunicación de innovaciones. La mayoría de los grupos realizó las actividades pautadas gradualmente desde la coordinación; otros sólo presentaron sus propuestas cuando ya estaban por ser implementadas.

Las innovaciones más adecuadas desde el marco teórico del proyecto, atendiendo a las orientaciones conceptuales y metodológicas formuladas, y manteniendo un trabajo grupal sostenido durante el proceso, fueron alrededor de la mitad. Los grupos que las desarrollaron tuvieron en su funcionamiento características comunes:

- las docentes se atrevieron a hacer algo nuevo, que consideraban un desafío desde lo conceptual, institucional o social a partir del apoyo grupal, en sus palabras²:

...elegimos este tema porque era un tema tabú para mí (..) no me animaba a trabajarlo

así [en grupo] siempre tengo el aporte de alguien que puede decirme, "(...) le estás errando... o estás acertando"

- demostraron un alto compromiso con la propuesta de trabajo;
- lograron un nivel importante de reflexión y desarrollaron un fructífero proceso grupal:

... el docente que era yo, antes de [la participación en el proyecto] y después, yo noto el cambio y calculo que mis alumnos también

...cómo yo explicaba y escuchándome en el registro (..) “cambio químico es esto y cambio físico es esto” y no hay otra opción

- requirieron y obtuvieron formación conceptual específica:

...hay cosas que sí, que tuve que leer y que no sabía (...) esos [otros temas] los tuve que releer porque no me los acordaba

Un segundo grupo de innovaciones (3 casos) corresponde a propuestas puntuales, que no se insertaron en un proyecto más amplio, y que fueron elaboradas e implementadas hacia la finalización del período de trabajo. El proceso seguido por estos grupos evidenció un menor grado de compromiso frente a la propuesta y escasa reflexión, ya que no hubo revisión de los fines de la enseñanza, no se profundizó conceptualmente, ni se abordó una problemática de interés local (como sí ocurrió en varias de las innovaciones del grupo anterior). De cualquier modo, en todos los casos se trató de propuestas innovadoras dado que:

- los y las docentes trabajaron colaborativamente:

Sí, sí, lo armamos entre todas, ese proyecto lo armamos entre todas

- modificaron algún aspecto de su práctica habitual:

Esto es diferente porque los chicos están manipulando el material, están trabajando sobre eso, están descubriendo

- cambiaron el contexto de enseñanza:

“Yo no trabajo mucho en laboratorio, trabajo más en el salón, entonces desde el año pasado empezamos a plantear esto de que hubiera laboratorio, entonces le dimos dos finalidades una la llamamos “descubriendo el laboratorio”, descubriendo para nosotros como docentes, y otra que los chicos (...) descubrieran el laboratorio

Lo primero que hicimos, elegimos el agua como para trabajarlo y fue salir a una laguna (...) a tomar una muestra

Dos subgrupos evidenciaron funcionamientos grupales problemáticos (conflictos personales), aunque uno logró implementar una innovación puntual. A las propuestas de otros dos grupos, el proyecto parece haberles brindado un marco de fundamentación de prácticas preexistentes, ya de por sí innovadoras.

CONCLUSIONES

Retomando nuestra pregunta inicial respecto de las posibilidades y límites del trabajo colaborativo, en nuestro caso éste creó condiciones que propiciaron la asunción del compromiso de los y las docentes con un proceso de reflexión e implementación de cambios sobre su propia práctica. Entre las posibilidades rescatamos: el logro de la propia valoración profesional y aumento de la autoestima; el vivir la experiencia como inicio de un proceso de formación que va a trascender el proyecto mismo; la introducción de “novedades” en las instituciones; el trabajo conjunto de docentes de diferentes niveles (primario y secundario) e instituciones (urbanas y rurales), permitiendo el intercambio y conocimiento de diferentes realidades; el ingreso de docentes al “mundo” de la investigación educativa; la creación y mantenimiento de relaciones de confianza entre los miembros del equipo. También, acordando con otras experiencias (Villani *et al*, 2009), se consideró la importancia de compartir las propias búsquedas con el colectivo docente y, en muchos

casos, se aceptó el desafío de auto-confrontarse y aproximarse a la comprensión de los propios procesos de aprendizaje.

Por otra parte, “*las estructuras presentes contienen y condicionan la posibilidad de cambiar*” (Archer, 1986, *apud* Ezpeleta, 2004, p 418, cursiva en el original). Así, en nuestra experiencia, las condiciones de partida del trabajo colaborativo se presentaron como posibilidades pero también funcionaron como límites. Por ejemplo, el haber enmarcado el proceso de formación e innovación en una estructura de curso de actualización docente acreditable curricularmente, resultó favorable desde el punto de vista de ofrecer beneficios simbólicos compatibles con el esfuerzo y la dedicación requeridos a los y las participantes. Pero al mismo tiempo, significó, en algunos casos, un límite al imprimir lógicas de participación características de las propuestas de capacitación habituales, tal como el evitar el compromiso personal y la autoevaluación, desplazándolo hacia la solicitud de una evaluación y dirección permanente por parte de las coordinadoras del proyecto, poniéndonos en un rol jerárquico tradicional.

Otros límites se relacionaron con las distancias entre los diversos lugares de trabajo de docentes participantes e investigadoras, difíciles de superar a través de la comunicación por correo electrónico (vía poco usual para las historias formativas de estos docentes); y con actitudes de resistencia de algunos docentes, no sólo como el miedo a la pérdida que involucra el cambio, sino también como una manifestación de desconocimiento de alternativas didácticas consideradas contextualmente viables.

En este marco de “límites” y “posibilidades” reconocidas hasta el momento, consideramos que el aporte fundamental de la implementación de nuestro proyecto está vinculado a lo que Ezpeleta (2004) llama el inicio de un lento camino de pruebas y búsquedas para la construcción de nuevas prácticas y “*el cambio en las formas de pensar*” (pp. 413-414, cursiva en el original). Este camino, basado en las condiciones de partida explicitadas, modificado y afianzado con el trabajo conjunto de docentes, investigadoras y autoridades educativas regionales y locales, evidenció la posibilidad de creación y concreción de nuevas prácticas individuales y colectivas superando el escepticismo respecto a la posibilidad de cambio.

BIBLIOGRAFÍA

- Achilli, E. (2004) *Investigación y formación docente*. Rosario: Laborde Editor.
- Archer, M. (1996). Social origins of educational systems. En: Richardson, J. (Ed.), *Handbook of Theory and research for the sociology of education*, Nueva York: Greenwood Press. Citado en Ezpeleta Moyano, J. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (21), 403-424.
- Cordero, S., Dumrauf, A., Mengascini, A. (2008). Formación en servicio, innovación e investigación colaborativa: Un entramado complejo para la transformación de la educación científica. Actas electrónicas del *Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física*.
- De Oliveira, R., Lorencini JR, A. (2007) Superando conflitos na construção de uma pesquisa colaborativa na escola. *Ensaio*, 9 (2), 1-18
- Dumrauf, A., Cordero, S., Mengascini, A., Mordegli, C. (2009). La “cocina” de una investigación colaborativa: escenarios, escenas y algunos ensayos. *Ciência & Educação*, 15 (2), 221-244.
- Ezpeleta Moyano, J. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9 (21), 403-424.
- González M. T., Escudero J. M. (1987) Innovación educativa: teorías y proceso de desarrollo. Humanitas. Barcelona. Citado en: Sancho JM, Hernández F, Carbonell J, Tort A, Sánchez-Cortés E,

Simó, N. (1998) *Aprendiendo de las innovaciones en los centros. La perspectiva interpretativa de investigación aplicada a tres estudios de caso*. Barcelona: Ed. Octaedro.

Mengascini A., Cordero S., Marsiglia M.R., Herrero G., Dumrauf A. (2008). Palabras desde el camino: reconstrucción de una experiencia de investigación colaborativa en educación en ciencias naturales. *Actas del 23º Congreso de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería.

Sancho J.M., Hernández F., Carbonell J., Tort A., Sánchez-Cortés E., Simó N. (1998). *Aprendiendo de las innovaciones en los centros. La perspectiva interpretativa de investigación aplicada a tres estudios de caso*. Barcelona: Ed. Octaedro.

Villani, A., de Freitas, D., Brasilis, R. (2009) Professor pesquisador: o caso Rosa. *Ciência & Educação*, 15 (3), 479-496.

¹ Con subsidios otorgados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICTO Educación N° 36034), el Instituto Nacional de Formación Docente y la Universidad Nacional de La Plata.

² Fragmentos de los registros en audio de visitas distritales.