ORGANIZAN:

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Zaragoza

APICE Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Facultad de Educación Universidad de Zaragoza

Facultad de Ciencias Universidad de Zaragoza

Instituto de Ciencias de la Educación Universidad de Zaragoza

PATROCINAN:

Universidad de Zaragoza

Zaragoza AYUNTAMIENTO

GOBIERNO DE ARAGON Departamento de Ciencia, Tecnología y Universidad

XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Zaragoza, 13-16 septiembre 2006

EDUCACIÓN CIENTÍFICA: TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

http: wzar.unizar.es/actos/edce/intro.html

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni si tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

© Los autores
© De la presente edición, Prensas Universitarias de Zaragoza

Editado por Prensas Universitarias de Zaragoza
Edificio de Ciencias Geológicas
C/ Pedro Cerbuna, 12
50009 Zaragoza, España

Prensas Universitarias de Zaragoza es la editorial de la Universidad de Zaragoza, que edita e imprime libros desde su fundación en 1542.

La reduplicación del CD-ROM ha corrido a cargo de Cóndor, S.L. (Calatayud)

ISBN: 84-7733-845-0
D.L.: Z-2387-2006

Comité Organizador

Coordinación general
María Dolores Sánchez González
María Jesús Morales Lamuela
Ángel Luis Cortés Gracia

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Zaragoza
José Miguel Calvo, José Carrasquer, Ana de Echave, Rosario Fernández, Milagros de la Gándara, María José Gil, Aránzazu Hueto, Begoña Martínez

APICE
Roque Jiménez, Alicia Benarroch

Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza

Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza

Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza

Comité Científico

Enrique Banet, Óscar Barberà, Pedro Cañal, Antonio de Pro, Isabel Echevarría, Susana García, Enrique García, María José Gil (coordinadora), Mercé Izquierdo, María Pilar Jiménez, Rut Jiménez, Rosa Martín, Begoña Martínez, Mercedes Martínez, Vicente Mellado, Pedro Membiela, Teresa Nuño, José Otero, Francisco Javier Perales, Rafael Porlán, Manuel Puigcerver, Rosa María Pujol, Emigdia Repetto, Vicente Sanjosé

Presentación

Los *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* tienen una larga tradición y una excelente aceptación y participación entre los profesores e investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en particular, y entre todos aquellos que se dedican a la enseñanza de las ciencias y contribuyen a la investigación en didáctica, en general. Prueba de ello es la realización hasta el momento de 21 ediciones de este evento, que en los últimos años ha tenido un carácter bianual.

Durante la celebración en San Sebastián de los *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* durante el mes de septiembre de 2004, el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza se comprometió con la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) a organizar los siguientes encuentros en el mes de septiembre del año 2006.

De esta manera, tomamos el testigo del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) que organizó los anteriores encuentros con un tema prioritario: "La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea".

En esta ocasión, el tema del congreso es ***"Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad"***, de acuerdo con líneas destacadas en la investigación educativa: la utilización de las TIC en la Educación Científica y la Educación Ambiental y el Desarrollo Sostenible.

Existe un acuerdo mayoritario entre los investigadores del área sobre el hecho de que la Didáctica de las Ciencias Experimentales debe integrar una visión del currículo para la ciencia escolar que permita la participación activa de los estudiantes y propugna una "ciencia para todos" que facilite la formación de una ciudadanía científicamente culta.

Por otro lado, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) permiten al usuario plantear situaciones concretas y próximas a su realidad cotidiana y, así mismo, ofrecen la posibilidad de obtener un gran volumen de información sobre situaciones similares en otros puntos alejados. Es decir, posibilitan relacionar lo local con lo global. Ahora bien, la simple utilización de las TIC no asegura una correcta construcción de significados sobre los objetos y hechos del mundo que nos rodea. Sólo el adecuado conocimiento de los diferentes elementos que componen el medio capacita, o debería capacitar, a las personas para su comprensión. Si éstas tienen un modelo coherente sobre las relaciones que se dan entre los aspectos científicos, tecnológicos y sociales, podrían llegar a reflexionar y a poseer una opinión crítica ante cualquier actuación en el medio.

En relación con esto último, adquiere especial interés la introducción, cada vez más frecuente, en la sociedad, en general, y en los distintos niveles educativos, en particular, de conceptos como sostenibilidad y desarrollo sostenible. Estos conceptos globales son difíciles de comprender si no somos capaces de entender el medio que nos rodea y actuar en él.

La ciudad de Zaragoza nos ofrece una coyuntura temática que debe ser aprovechada desde la Didáctica de las Ciencias. En esta ciudad se creó, ya a principios del siglo XX, la *Confederación Hidrográfica del Ebro*, primera confederación hidrográfica española, con un moderno enfoque para ese momento histórico: el de la gestión integrada de todos los recursos hidrográficos de una cuenca. En 1994, tiene lugar la conferencia europea de ciudades sostenibles en Aalborg (Dinamarca). La ciudad de Zaragoza firma la *Carta de Aalborg* sobre ciudades sostenibles para la elaboración de su propia AGENDA 21. La campaña "Zaragoza, ciudad ahorradora de agua", puesta en marcha en 1999, ha sido un referente mundial, fue distinguida por la ONU y situó a la localidad como el municipio con mayor ahorro en recursos hídricos de España. Recientemente, las Naciones Unidas han declarado el período 2005-2015 como Decenio Internacional "Agua para la vida", y han decidido que Zaragoza sea la sede de la Secretaría Internacional del mismo durante esta próxima década. Al mismo tiempo, se prepara un importante evento internacional en la ciudad, la Expo 2008 con el tema "Agua y desarrollo sostenible". En la Expo 2008 se prevé la realización de numerosos seminarios, conferencias internacionales, etc. con el agua y el desarrollo sostenible como ejes temáticos fundamentales.

Con todos estos referentes, el Comité Organizador de los *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* propuso a APICE la celebración, dentro del propio congreso, de un simposium sobre "Agua y Desarrollo Sostenible". Este simposium constará de una Conferencia Plenaria, una Mesa Redonda y un conjunto de comunicaciones presentadas en una sesión temática específica del tema.

Se han recibido un total de 90 comunicaciones que han sido publicadas en este volumen en formato electrónico. Éstas se han agrupado según criterios temáticos configurando nueve tópicos que dan nombre a las sesiones científicas con los siguientes títulos:

1. *Propuestas de innovación didáctica para la enseñanza de las ciencias experimentales en distintos niveles educativos.*
2. *Repercusiones de la Convergencia Europea en la Formación del Profesorado de Ciencias.*
3. *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como recurso para el aprendizaje de las ciencias.*
4. *Entornos telemáticos en la educación científica.*
5. *Educación Ambiental y Sostenibilidad*
6. *Agua y desarrollo sostenible*
7. *Formación del profesorado y práctica docente*
8. *Investigación sobre las ideas del alumnado*
9. *Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica*

En relación con los ejes temáticos que dan título a los Encuentros "*Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad*", el Comité Organizador invitó a cuatro ponentes que cuentan con una amplia trayectoria profesional en relación a los mismos.

- *Dr. Francisco José Serón Arbeloa*, Catedrático de Universidad del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, Adjunto al Rector para Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad de Zaragoza.
- *Dra. Anna Llitjós Viza*, Catedrática de Escuela Universitaria del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica de la Universitat de Barcelona, Investigadora principal del grupo ECEM (Ensenyament de les Ciències i Educació Mediambiental).
- *Dr. Pedro Arrojo Agudo*, Profesor Titular del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza, Presidente de la Fundación Nueva Cultura del Agua y Premio *Goldman* de Medioambiente 2003.
- *Dra. Neus Sanmartí Puig*, Catedrática de Universidad del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Directora del Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Agradecimientos

A Carlos Liesa (Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza), por sus valiosas orientaciones en los momentos iniciales de la organización de este evento; a Agustín Urdangarín (Centro de Documentación Científica de la Universidad de Zaragoza), por la realización de la página web; a María Jesús Ruiz (Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales), por su disponibilidad en los diversos trámites y gestiones que requiere el desarrollo de esta actividad; a Lorena Valdearcos (antigua becaria de colaboración de nuestro departamento) por su ayuda en el trabajo de corrección y maquetación de esta publicación. A los y las colegas del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), por poner a nuestra disposición los archivos y datos correspondientes a los anteriores Encuentros.

El Comité Organizador agradece la colaboración de diferentes personas que, desde las Instituciones Organizadoras y Patrocinadoras, han ayudado con sus recursos y sugerencias a la realización de estos *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Ángel Luis Cortés Gracia
María Dolores Sánchez González
Zaragoza, junio de 2006

Educación científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad

INDICE

Editores:
Ángel Luis Cortés Gracia
María Dolores Sánchez González

XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Zaragoza, 13-16 septiembre 2006

Portada

XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales

Zaragoza, 13-16 septiembre 2006

Presentación

Sesiones

I. Propuestas de innovación didáctica para la enseñanza de las ciencias experimentales en distintos niveles educativos

II. Repercusiones de la Convergencia Europea en la Formación del Profesorado de Ciencias

III. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como recurso para el aprendizaje de las ciencias

IV. Entornos telemáticos en la educación científica

V. Educación Ambiental y Sostenibilidad

VI. Agua y desarrollo sostenible

VII. Formación del profesorado y práctica docente

VIII. Investigación sobre las ideas del alumnado

IX. Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica

Comité Organizador y Comité Científico

Agradecimientos

Indice

PRESENTACIÓN

Los *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* tienen una larga tradición y una excelente aceptación y participación entre los profesores e investigadores del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en particular, y entre todos aquellos que se dedican a la enseñanza de las ciencias y contribuyen a la investigación en didáctica, en general. Prueba de ello es la realización hasta el momento de 21 ediciones de este evento, que en los últimos años ha tenido un carácter bianual.

Durante la celebración en San Sebastián de los *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* durante el mes de septiembre de 2004, el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Zaragoza se comprometió con la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales (APICE) a organizar los siguientes encuentros en el mes de septiembre del año 2006.

De esta manera, tomamos el testigo del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) que organizó los anteriores encuentros con un tema prioritario: "La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea".

En esta ocasión, el tema del congreso es ***"Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad"***, de acuerdo con líneas destacadas en la investigación educativa: la utilización de las TIC en la Educación Científica y la Educación Ambiental y el Desarrollo Sostenible.

Existe un acuerdo mayoritario entre los investigadores del área sobre el hecho de que la Didáctica de las Ciencias Experimentales debe integrar una visión del currículo para la ciencia escolar que permita la participación activa de los estudiantes y propugna una "ciencia para todos" que facilite la formación de una ciudadanía científicamente culta.

Por otro lado, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) permiten al usuario plantear situaciones concretas y próximas a su realidad cotidiana y, así mismo, ofrecen la posibilidad de obtener un gran volumen de información sobre situaciones similares en otros puntos alejados. Es decir, posibilitan relacionar lo local con lo global. Ahora bien, la simple utilización de las TIC no asegura una correcta construcción de significados sobre los objetos y hechos del mundo que nos rodea. Sólo el adecuado conocimiento de los diferentes elementos que componen el medio capacita, o debería capacitar, a las personas para su comprensión. Si éstas tienen un modelo coherente sobre las relaciones que se dan entre los aspectos científicos, tecnológicos y sociales, podrían llegar a reflexionar y a poseer una opinión crítica ante cualquier actuación en el medio.

En relación con esto último, adquiere especial interés la introducción, cada vez más frecuente, en la sociedad, en general, y en los distintos niveles educativos, en particular, de conceptos como sostenibilidad y desarrollo sostenible. Estos conceptos globales son difíciles de comprender si no somos capaces de entender el medio que nos rodea y actuar en él.

La ciudad de Zaragoza nos ofrece una coyuntura temática que debe ser aprovechada desde la Didáctica de las Ciencias. En esta ciudad se creó, ya a principios del siglo XX, la *Confederación Hidrográfica del Ebro*, primera confederación hidrográfica española, con un moderno enfoque para ese momento histórico: el de la gestión integrada de todos los recursos hidrográficos de una cuenca. En 1994, tiene lugar la conferencia europea de ciudades sostenibles en Aalborg (Dinamarca). La ciudad de Zaragoza firma la *Carta de Aalborg* sobre ciudades sostenibles para la elaboración de su propia AGENDA 21. La campaña "Zaragoza, ciudad ahorradora de agua", puesta en marcha en 1999, ha sido un referente mundial, fue distinguida por la ONU y situó a la localidad como el municipio con mayor ahorro en recursos hídricos de España. Recientemente, las Naciones Unidas han declarado el período 2005-2015 como Decenio Internacional "Agua para la vida", y han decidido que Zaragoza sea la sede de la Secretaría Internacional del mismo durante esta próxima década. Al mismo tiempo, se prepara un importante evento internacional en la ciudad, la Expo 2008 con el tema "Agua y desarrollo sostenible". En la Expo 2008 se prevé la realización de numerosos seminarios, conferencias internacionales, etc. con el agua y el desarrollo sostenible como ejes temáticos fundamentales.

Con todos estos referentes, el Comité Organizador de los *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* propuso a APICE la celebración, dentro del propio congreso, de un simposium sobre "Agua y Desarrollo Sostenible". Este simposium constará de una Conferencia Plenaria, una Mesa Redonda y un conjunto de comunicaciones presentadas en una sesión temática específica del tema.

Se han recibido un total de 90 comunicaciones que han sido publicadas en este volumen en formato electrónico. Éstas se han agrupado según criterios temáticos configurando nueve tópicos que dan nombre a las sesiones científicas con los siguientes títulos:

1. *Propuestas de innovación didáctica para la enseñanza de las ciencias experimentales en distintos niveles educativos.*

2. *Repercusiones de la Convergencia Europea en la Formación del Profesorado de Ciencias.*

3. *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como recurso para el aprendizaje de las ciencias.*

4. *Entornos telemáticos en la educación científica.*

5. *Educación Ambiental y Sostenibilidad*

6. *Agua y desarrollo sostenible*

7. *Formación del profesorado y práctica docente*

8. *Investigación sobre las ideas del alumnado*

9. *Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica*

En relación con los ejes temáticos que dan título a los Encuentros "*Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad*", el Comité Organizador invitó a cuatro ponentes que cuentan con una amplia trayectoria profesional en relación a los mismos.

- *Dr. Francisco José Serón Arbeloa*, Catedrático de Universidad del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, Adjunto al Rector para Tecnologías de la Información y la Comunicación de la Universidad de Zaragoza.

- *Dra. Anna Llitjós Viza*, Catedrática de Escuela Universitaria del Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica de la Universitat de Barcelona, Investigadora principal del grupo ECEM (Ensenyament de les Ciències i Educació Mediambiental).

- *Dr. Pedro Arrojo Agudo*, Profesor Titular del Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza, Presidente de la Fundación Nueva Cultura del Agua y Premio *Goldman* de Medioambiente 2003.

- *Dra. Neus Sanmartí Puig*, Catedrática de Universidad del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Directora del Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Indice

I.
Propuestas de innovación didáctica para la enseñanza de las ciencias experimentales en distintos niveles educativos

Desarrollo de estrategias de autorregulación en el aprendizaje de las Ciencias
García Carmona, Antonio

La cámara oscura en la clase de ciencias. El tamaño de la imagen
Criado, Ana Mª; del Cid, Rosa; García-Carmona, Antonio

¿Es más eficiente la enseñanza de la genética desde una perspectiva constructivista? El ejemplo de la situación de los genes
Íñiguez Porras, F. Javier; Puigcerver, Manel

La ciencia en los trucos caseros de limpieza: ¿para qué y cómo llevarla al aula?
Sánchez Guadix, Mª Ángeles; De Manuel Torres, Esteban; Jiménez Liso, Mª Rut

¿Por qué el padre de César saca a los galápagos del río?
Franco Manero, Teresa; Herguido Alegre, María

Fundamentación y desarrollo de una propuesta de enseñanza para el estudio del cambio químico con apoyo de analogías
Aragón Méndez, M. del Mar; Oliva Martínez, José M.

Utilización de competencias cognitivo-lingüísticas y métodos al diseñar secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza
Etxabe Urbieta, José M.

Evaluación de un guión experimental
Méndez Chávez, Lucila C.; Flores Almazán, Susana A.; Sanmarti Puig, Neus

El diálogo disciplinar entre las ciencias experimentales y la danza como eje orientador de la ambientalización curricular en la formación inicial de maestros
Calafell, G.; Bonil, J.; Pujol, R.M.

Evaluación de actividades innovadoras en la formación inicial en ciencias de los maestros
Membiela, Pedro

Experimentos de bajo coste en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias. Un proyecto europeo
Pérez de Landazábal Expósito, Mª Carmen; Martín Pérez, Mª Piedad; Sierra Ayala, Lina

La Hipótesis de la Complejidad como integración reflexión-práctica
Vázquez Bernal, Bartolomé; Jiménez Pérez, Roque; Mellado Jiménez, Vicente

Elaboración, validación y aplicación de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica de profesores en servicio
Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Cadiz, J.; Cuéllar, L.; Saffer, G.; Camacho, J

Enseñar historia de la ciencia en libros de texto escolar. Una propuesta editorial basada en el modelo cognitivo de ciencia
Quintanilla, M.; Cuéllar, L.; Camacho, J.; Merino, C.

Indice

II.
Repercusiones de la Convergencia Europea en la Formación del Profesorado de Ciencias

Experiencia piloto de implantación del sistema de crédito ECTS en la asignatura "Ciencias de la Naturaleza I" de la Diplomatura de Maestro (Educación Primaria)
Vázquez Moliní, A.; Aguirre Pérez, C.

Los profesores de secundaria de Física y Química en la Unión Europea: primeros resultados de una investigación en Alemania y España
Tárraga Poveda, Pilar; de Pro Bueno, Antonio

¿Qué percepción tienen los maestros de sus competencias profesionales? Primeros resultados
Varela Nieto, Mª Paloma; Martínez Aznar, Mª Mercedes; Cervelló Collazos; Josep

Una propuesta de Formación del Profesorado de Educación Primaria en Ciencias en el marco educativo europeo
Pérez Ceballos, J.; Varela Calvo, C.

La situación actual de la formación inicial del profesorado: Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior y reforma de los planes de estudio
Membiela, Pedro

La Didáctica de las Ciencias Experimentales en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria desde la óptica de la Convergencia Europea: Análisis de una propuesta
Hernández-Abenza, Luis; Hernández Torres, Ester

Indice

III.
Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como recurso para el aprendizaje de las ciencias

Utilización de analogías sobre soporte digital
Elórtegui, Nicolás; Moreno, Teodomiro; Medina, Mercedes; Portela, Luis E.

Los dispositivos tecnológicos cotidianos como objetos de enseñanza
Fernández González, Manuel; Torres Gil, Antonio J.

TIC y aprendizaje de la ciencia. Evaluación de la eficiencia didáctica de algunos aspectos del DVD "Relatividad Especial" en el contexto de la formación de maestros y profesores
Lahera Claramonte, Jesús; García Pastor, Fernando

Las Nuevas Tecnologías y el aprendizaje colaborativo en Química
Márquez, José R.; Specia, Consuelo; Nadal, Anabella; Castro, Leopoldo

Laboratorio de química con equipos de adquisición automática de datos
Tortosa Moreno, Montserrat

Utilización de las TIC para la sensibilización ambiental ante las catástrofes naturales
García Ruiz, Andrés; Castro Guío, Mª Dolores

Estudiando la Complejidad de Sistemas Ecológicos Mediante Simulaciones en Entorno Multiagente
Francisco Rivero, Guillermo; Resines Gordaliza, José A.; del Pino Gutiérrez, Javier

Un enfoque 'modelizador' para la enseñanza de una 'química básica para todos'
Izquierdo, Mercè; Merino, Cristian

Una reflexión sobre la influencia de las TICs en la enseñanza de las ciencias y una aproximación al estado de los profesores chilenos
Contreras Palma, Saúl

Estrategia metodológica usando la simulación por computadora como recurso didáctico en el aprendizaje de la Unidad Temática de los gases
Velásquez, Dora del C.; Castro, Leopoldo; Saravia, Ben-Hur; Valdez, Ricardo

Elaboración de videos digitales para la enseñanza de temas fundamentales en los primeros semestres de las carreras de química
Padilla, Kira; Castillejos-Salazar, Adela; Cortés-Guzmán, Fernando; Escalante, Sigfrido; García-Ortega, Héctor; Fernández, Rosa; Fernández, Martha

Potencialidades do uso das TIC no trabalho prático percepcionadas por futuros professores de ciências
Balau, Sónia; Paixão, Fátima

Estado de la implantación del Aula de Nuevas Tecnologías en Catalunya en el 2004-05
Pintó, Roser; Saez, Marcel·la

El REVIR, Una Aproximación Secundaria-Universidad
Pintó, Roser; Couso, Digna; García, Pilar; Hospital, Susana; Oro, Julián; Saez, Marcel·la; Tortosa, Montserrat

Utilizando el entorno Stagecast Creator, para promover la autorregulación y la construcción del modelo de ciclo biológico de una planta
Mayerhofer, Natasha; García, Pilar; Pintó, Roser

Recursos audiovisuales para la enseñanza-aprendizaje de la química en la World Wide Web
Galán Giró, Àngels

IV.
Entornos telemáticos en la educación científica

Evaluación de un programa de educación ambiental "on line"
Ojeda Barceló, Fernando; Perales Palacios, F. Javier

Uso de la plataforma educativa "Moodle" en la enseñanza de la Ingeniería Química
Jarabo, Francisco; García, Francisco J.; Marrero, Mª del Cristo

Biotecnología y Medio Ambiente. Una webquest para la formación científica de los alumnos
Casas Serrate, M. Elena; García Rovira, M. Pilar

Producción de materiales hipermedia sobre el agua en entornos telemáticos cooperativos
Jiménez Valverde, Gregorio; Llitjós Viza, Anna

Actividades de ciencias en red orientadas al profesorado de Secundaria
Bergua, C., Camacho, A., de Echave, A., González, C., Lozano, J.M., Mazo, H., Morales, M.J., Roda, V., Rodríguez, V., Sánchez, M.D., Sebastián, J.L.

El ambiente virtual auxiliando el ambiente presencial de aprendizaje
Cardoso Mendes, Francisco A.; Rodrigues de Mattos, Cristiano

Juegos de simulación en red para el aprendizaje de los procesos geológicos: el entorno europeo de trabajo OIKOS
Cortés, Ángel L.; Calvo, José M.; Martínez, Begoña; Gil, M José

Naturaragon: una base de datos escolar en formato web para la valoración del patrimonio natural de Aragón
Cortés, Ángel L.; Calvo, José M.; Castillo, Eva; Martín, M. Jesús; Martínez, Begoña; Gil, M. José

Indice

IX.
Reflexiones sobre la ciencia y su didáctica

Imágenes de la ciencia en las noticias científicas de la prensa almeriense
Jiménez Liso, Mª Rut; Lapetina, Joaquín; Hernández, Lorenzo

Sobre el concepto de movimiento de Aristóteles
Fernández Durán, E.; Jiménez Gómez, E.; Solano Martínez, I.

Biografía de Dalton y sus implicaciones didácticas
Esteban Santos, Soledad

Actitudes de los estudiantes hacia las clases de ciencias
Vildósola, Ximena; Alsina, Joseph; Castelló, Joseph; García, Francisco; García, Paloma

Aspectos críticos de la línea de investigación sobre concepciones alternativas
Marín Martínez, Nicolás, Benarroch Benarroch, Alicia

La identidad de los líquidos en la obra de Piaget
Fernández Durán, E.; Solano Martínez, I.; Jiménez Gómez, E.

Veinticinco años de Museos y Centros Interactivos de Ciencia en España
Díaz, Mª. Pilar; Echevarria, Isabel; Morentin, Maite; Cuesta, Margarita

A noção de contexto no ensino de ciências
Machado Rodríguez, André; Rodrigues de Mattos, Cristiano

Contribución de la Historia de la ciencia en la enseñanza de la Química. Una propuesta desde la ley Periódica
Camacho, J.; Cuéllar, L.; Quintanilla, M

La enseñanza-aprendizaje de los ecosistemas desde el cambio conceptual
Ibarra Murillo, Julia; Gil Quílez, M. José

Algunas reflexiones críticas sobre la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales
Otero, José; Sanjosé, Vicente

V.
Educación Ambiental y Sostenibilidad

Percepción ambiental en futuros maestros de Educación Primaria
Perales Palacios, F. Javier

La percepción del cambio climático por los alumnos de 2º de bachillerato
Míguez Rodríguez, Luis J.; de Paz Villasenín, Carlos

Educación Ambiental y medios de comunicación escritos desde un enfoque CTS. Algunos datos sobre opiniones del profesorado
Enrique Mirón, Carmen; Cabo Hernández, José M.; Cortiñas Jurado, José R.

Diseño de un material didáctico sobre sostenibilidad basado en la Huella Ecológica
Fonolleda Riberaygua, Marta; Pujol Vilallonga, Rosa M.

Experiencia en formación permanente del profesorado en educación para el desarrollo sostenible: análisis del contraste en un contexto de trabajo multicultural
Guilera Paga, M. Mercè; Espinet Blanch, Mariona; Pujol Vilallonga, Rosa M.

La perspectiva sistémica en educación del consumo: la percepción del profesorado de secundaria
Querol, Maia; Bonil, Joseph; Pujol, Rosa M.

Un instrumento para evaluar propuestas puntuales de educación ambiental orientadas a la sostenibilidad
Castelltort Valls, Alba; Sanmartí Puig, Neus

El problema actitud-conducta y su relación con la educación ambiental
Rodríguez Barreiro, Luis Mª; Fernández Manzanal, Rosario

Energía, desarrollo sostenible y género: aprender a desenmascarar mentiras
Álvarez-Lires, Mari; Serrallé, J. Francisco; Pérez-Rodríguez, Uxío

Evaluación de la actitud que presenta la población juvenil frente al problema de la contaminación acústica en una ciudad de tipo medio
Rodríguez Casals, Carlos; Fernández Manzanal, Rosario

Integrar la complejidad en la formación científica de la ciudadanía como vía de acceso a la sostenibilidad
Bonil Gargallo, Josep; Pujol Villalonga, Rosa M.

Evaluación de un programa de didáctica de las ciencias en la formación inicial de maestros diseñado para avanzar hacia la sostenibilidad
Bonil Gargallo, Josep; Pujol Villalonga, Rosa M.

Indice

VI.
Agua y desarrollo sostenible

Enseñar el Agua a lo largo de la escuela general básica: ¿qué tiene de interesante?
Kauderer, Mirta

El agua subterránea: ideas previas de los alumnos y evolución de las mismas a lo largo de una sesión de clase
García García, Eugenia; Morcillo Ortega, Juan G.; Reyero Cortiña, Carmen

Ante un problema medioambiental real sobre el agua ¿Qué piensan y qué están dispuestos a hacer los alumnos de educación ambiental?
Jaén, M.; Martínez, M. A.

Las controversias sobre el agua. Razonamiento informal de profesorado cubano y español
Cabo Hernández, J.M.; Enrique Mirón, Carme; Rodríguez Sabiote, Clemente

Desarrollo de actitudes sostenibles hacia el uso del agua: propuestas de los futuros maestros
García Ruiz, Andrés; Castro Guío, Mª Dolores

La inteligencia naturalista en la Teoría de las Inteligencias Múltiples. Unidad Didáctica "El Agua"
Varela Calvo, Corina

Experiencia de una actividad didáctica en torno al agua desde el diálogo disciplinar para avanzar hacia la sosteniblidad
Calafell, G.; Bonil, J.

Los conocimientos de los alumnos de secundaria sobre los fenómenos de contaminación de las aguas
Lacosta Gabari, Idoya; Sánchez González, Mª Dolores; Fernández Manzanal, Rosario

Varias visiones en torno al Agua Subterránea
Cortés Gracia, Ángel L.; San Román Saldaña, Javier

Indice

VII.
Formación del profesorado y práctica docente

Educación en museos: una experiencia en los museos de la ciencia de Madrid, Valencia y Castilla-La Mancha con alumnos de magisterio
Aguirre Pérez, C.; Vázquez Moliní, A.

Las concepciones de los futuros maestros sobre cómo formular los contenidos para los alumnos
Martín del Pozo, Rosa; Porlán Ariza, Rafael; Rivero García, Ana

¿Cual es la secuencia de enseñanza del profesor de Ciencias?
González Rodríguez, Concepción; Martínez Losada, Cristina; García Barros, Susana

¿Cómo ha cambiado la opinión del profesorado de ciencias de secundaria sobre la práctica docente entre 1988 y 2002?
Tejera, Carmelo; Elórtegui, Nicolás; Fernández, José; de la Cruz, Esteban F.

Investigación sobre actividades prácticas de combustión en la formación inicial de los maestros
Vidal, Manuel; Membiela, Pedro

Los guiones de acción como elementos de reflexión para el profesorado de ciencias
Monteiro, Rute; Aguaded, Santiago; Carrillo, José

Las Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias: instrumentos para su representación
Solís Ramírez, Emilio; Porlán Ariza, Rafael; Rivero García, Ana

La enseñanza del Patrimonio en la ESO: concepciones de los profesores de Ciencias Experimentales y Sociales
Wamba Aguado, Ana M.; Jiménez Pérez, Roque; Cuenca López, José M.

Uso del laboratorio escolar en Educación Primaria: la visión de los estudiantes de Magisterio durante el Practicum
Escobar Benavides, Teresa; Vílchez López, J. Eduardo

Representaciones visuales del profesorado en formación en torno a la combustión
de Echave Sanz, Ana; Sánchez González; M. Dolores; Serón Arbeloa, Francisco J.

VIII.
Investigación sobre las ideas del alumnado

Estructura electrónica de los elementos y su comportamiento eléctrico: niveles de comprensión en alumnos de 14-15 años
García Carmona, Antonio

Las ideas del alumnado sobre nutrición en el último ciclo de Primaria y el primero de Secundaria Obligatoria
García Barros, Susana; Martínez Losada, Cristina

Estudio comparativo de las ideas de los niños/as sobre la reproducción ovípara y vivípara
Garrido Portela, María; García Barros, Susana; Martínez Losada, Cristina

¿Qué modelo de gas utilizan los alumnos de 3er ciclo de primaria y 1er ciclo de ESO?
Martínez Losada, Cristina; García Barros, Susana

La construcción del conocimiento de los estudiantes: una línea de investigación útil para la atención a las dificultades de aprendizaje
Benarroch Benarroch A.; Marín Martínez, N.

Percepción y valoración de los estudiantes de la ESO acerca de algunos elementos innovadores del currículum LOGSE
de Pro Bueno, Antonio; Sánchez Blanco, Gaspar; Valcárcel Pérez, Mª Victoria

Desarrollo de estrategias de autorregulación en el aprendizaje de las Ciencias

Antonio García Carmona

Área de Ciencias. Colegio Luisa de Marillac. Sevilla. E-mail: agarciaca@cofis.es

Resumen. Presentamos la *autorregulación* como un proceso que contribuye a mejorar el aprendizaje de las Ciencias. Se trata de un proceso orientado a fomentar el *aprendizaje autónomo* del alumnado, mediante estrategias que le permitan gestionar sus errores y progresos durante el aprendizaje. Con el propósito de mostrar su eficacia, se describen los resultados más interesantes de una experiencia llevada a cabo en clases de Física y Química de la ESO.

Palabras clave: aprendizaje autónomo, aprendizaje de las Ciencias, autorregulación.

Title: Development of self-regulation strategies in Science learning

Abstract. We present the *self-regulation* like a suitable process in the Science learning. It is a process oriented to promote the pupils' *autonomous learning*, by means of strategies that allow them to manage their learning mistakes and progresses. In order to show its efficiency, we describe the most interesting results of an experience carried out in Physics and Chemistry classrooms of Obligatory Secondary School.

Key-words: autonomous learning, sciences learning, self-regulation multimodality.

Introducción

Las corrientes actuales en Didáctica de las Ciencias abogan por una enseñanza que debe ir más allá de la simple transmisión de conocimientos. Entre otros aspectos, plantean la necesidad de integrar en los procesos educativos las dimensiones afectivas y motivacionales del alumnado (Rioseco y Romero, 1999), con objeto de enriquecer el proceso de aprendizaje. Este enriquecimiento debe partir de estrategias encaminadas a promover el aprendizaje activo, independiente, crítico y reflexivo de los alumnos (Pilleux, 2000).

Un aprendizaje como el que se plantea exige un cambio profundo en la práctica docente tradicional (Latorre, 2003). Se debe tratar que los alumnos *aprendan a aprender* (Dávila, 2000), con independencia y autonomía; construyan sus propios conocimientos y den sentido a lo que aprenden (Moreira y Greca, 2003). En definitiva, que sean emprendedores y verdaderos protagonistas de su propio aprendizaje. En esta línea surge el concepto de *autorregulación* (Castillo y Cabrerizo, 2003).

El aprendizaje basado en procesos de autorregulación es concebido, hoy día, como una práctica fundamental en la construcción del conocimiento

científico. Consiste en que el alumno conozca, desarrolle y emplee sus propias capacidades, con el propósito de elaborar estrategias personales que le proporcionen un aprendizaje más eficaz (García Carmona, 2005).

De acuerdo con esta perspectiva de la educación, y preocupados por mejorar el rendimiento de nuestros alumnos en las clases de Física y Química, nos propusimos impulsar estrategias de autorregulación del aprendizaje. Concretamente, nos cuestionamos:

– ¿Existen estrategias que permitan a los alumnos de ESO autorregular su aprendizaje en las clases de Física y Química?

– Y si es cierto lo anterior, ¿qué valoración hacen los alumnos de la aportación de estas estrategias a su aprendizaje?

En las cuestiones planteadas subyacen dos hipótesis implícitas que, *a priori*, tienen una respuesta afirmativa. Efectivamente, existen mecanismos prácticos que permiten a los alumnos regular su propio aprendizaje (Giné y Parcerisa, 2000); si bien, su eficiencia didáctica vendrá dada por una adecuada asimilación y puesta en práctica en el aula. Asimismo, en la medida en que el alumnado sea capaz de autogestionar sus errores, con el fin de avanzar en su aprendizaje, tanto más valorados serán los procesos de autorregulación. Por tanto, el propósito de la experiencia fue tratar de comprobar estas dos aseveraciones.

Marco teórico

El planteamiento de estrategias de autorregulación, en el aprendizaje de las Ciencias, exige que el profesor (García Carmona, 2005):

- *Ayude al alumnado a gestionar sus errores*. Se debe hacer hincapié en que el error es el punto de partida para la superación y progreso. Esto se consigue ayudando al alumnado a identificar sus errores, aportándole pautas y orientaciones que les faciliten gestionarlos y, en consecuencia, superarlos. Para ello, hay que abolir la noción de sanción que suele atribuírsele.

- *Ayude al alumnado a reforzar sus éxitos o aciertos*. Se hace necesario, también, animarles haciéndoles conscientes de sus éxitos y progresos durante el aprendizaje.

- *Conozca los problemas habituales que dificultan el progreso del alumnado.* Es imposible tratar todos y cada uno de los errores y problemas que surgen en clase (máxime si hay un número considerable de alumnos en el aula); por tanto, se trata de priorizar aquellos errores más importantes, que impiden el avance del alumnado en su aprendizaje. En este sentido, aunque no es tarea fácil, se intentará conocer cuáles son las causas de los errores que comete el alumnado y que obstaculiza su progreso en el aprendizaje.

- *Identifique las estrategias didácticas que ayudan a mejorar al progreso del alumnado.* Es importante que la evaluación formativa proporcione información acerca de qué estrategias funcionan bien, y cuáles deben ser modificadas con vistas a mejorar el aprendizaje del alumnado.

Por otra parte, mediante el *proceso de autorregulación* se intenta que el alumno sea capaz de:

- *Elaborar una representación bien definida de los objetivos* que se desean alcanzar, que son proporcionados por el profesor y deben ser interpretados por el alumno. Es una toma de conciencia metacognitiva, con respecto a uno mismo y al contenido y situación de la tarea a la que se enfrenta. Es esencial que el alumno conozca y entienda qué metas debe alcanzar, pues de no ser así, difícilmente podrá planificar acciones que le permitan lograrlas (Giné y Parcerisa, 2000). Por tanto, al comienzo de cada proceso de intervención educativa se debe transferir al alumnado los objetivos que se pretenden alcanzar (Ibáñez y Gómez Alemany, 2005), así como los *criterios de evaluación* para determinar el grado de consecución de dichos objetivos. Su conocimiento debe permitir a los alumnos valorar la evolución de su propio aprendizaje.

- *Planificar las acciones y operaciones*, con el fin de alcanzar los objetivos.

- *Evaluar el control* y resultado de las acciones y gestionar los errores.

Todas estas ideas nos permitieron elaborar un plan metodológico, orientado a promover en nuestros alumnos prácticas de autorregulación del aprendizaje en clases de Física y Química.

Descripción de la experiencia

Acción en el aula

La experiencia se realizó durante el curso 2004/05. Participaron los 26 alumnos de 3º de ESO (14-15 años) a los que impartía Física y Química el profesor-investigador; de manera que se trató de una investigación realizada en un escenario natural de la práctica docente.

Antes de iniciar la experiencia, a primeros de curso se familiarizó al alumnado con la metodología de aprendizaje basada en la autorregulación. Para ello, se dedicaron unas cuantas sesiones de clase a que los alumnos se acostumbraran a trabajar en grupo (como espacio de reflexión y discusión), fomentando en ellos una actitud investigadora, mediante el ejercicio reiterado de búsqueda de información, emisión de hipótesis y su comprobación, etc.

También aprendieron a realizar en su cuaderno un comentario reflexivo y autocrítico de lo acontecido en cada actividad durante el proceso de enseñanza/aprendizaje: dificultades encontradas, antes y durante la realización, tanto propias como del resto de compañeros; valoración de su propio aprendizaje, expresando su evolución, desde que se enfrenta por primera vez a la actividad hasta que se realiza la puesta en común, etc.

Una vez que los alumnos se habían familiarizado con la metodología de trabajo, se inició la experiencia. Al comienzo de cada tema se explica, en detalle, la finalidad de su estudio (objetivos, contenidos, criterios de evaluación, material necesario, temporización,...), así como los instrumentos de evaluación, con idea de que conociesen cuáles eran las metas que debían alcanzar en su aprendizaje y cómo iba a ser valorado.

Durante el desarrollo de los contenidos, el profesor dirigió la ejecución de cada actividad, incorporando aquellos elementos necesarios que favorecían el proceso de aprendizaje. Así, cuando los alumnos exponían sus conclusiones al resto de la clase, el profesor introducía aquellas orientaciones oportunas, a fin de encauzar la discusión y lograr, en lo posible, un consenso en las conclusiones.

Instrumentos de seguimiento del proceso de autorregulación

A) *Cuaderno de los alumnos*. Con el propósito de obtener información acerca del *proceso de autorregulación* realizado por los alumnos, se les pidió que escribieran en sus cuadernos un comentario, a modo de reflexión, sobre lo que habían aprendido en cada actividad. Esto permitió analizar los progresos y las dificultades de aprendizaje de los alumnos. En consecuencia, fue el instrumento con el que valoramos la eficiencia de la metodología basada en la autorregulación.

En cada actividad los alumnos indicaban las correcciones realizadas, después de la puesta en común, sobre su respuesta inicial. Aun cuando fuera errónea su primera respuesta, no se eliminaba del cuaderno con idea de contrastarla con la respuesta final corregida. También hacían una reflexión sobre lo acontecido durante el desarrollo de la actividad, utilizando argumentos como: “al principio pensaba que la respuesta era...”, “mientras intervenía mi compañero, me di cuenta que...”, “después de la puesta en común he comprendido que....”, “después de la discusión en clase, sigo sin comprender...”, etc.

Asimismo, los alumnos tenían que esforzarse en hacer una estimación propia del grado de comprensión logrado en la actividad (“entendía la actividad desde el principio”, “he logrado comprender la actividad cuando se ha hecho la puesta en común”, “aún sigo sin comprender la actividad”). Esto nos permitió hacer una clasificación de los niveles de aprendizaje alcanzados según una categorización preestablecida.

B) *Entrevistas personales*. Finalizado el curso, y con el propósito de profundizar en el análisis del proceso de autorregulación realizado por los alumnos, se entrevistó a 16 alumnos escogidos al azar. Las entrevistas fueron grabadas en audio y, posteriormente, trascritas en papel. Se empleó el método de *entrevista dirigida* (Padilla, 2002), que consiste en introducir indicaciones orales más explícitas, por parte del entrevistador (profesor), con el fin de activar una información más concreta en cada una de las preguntas. Las cuestiones tratadas en las entrevistas fueron las siguientes:

– Aspectos más y menos valorados por los alumnos en relación con la metodología basada en la autorregulación.

– Comparación de la metodología basada en la autorregulación, con la metodología tradicional (transmisión-recepción).

– Dificultades encontradas con la metodología basada en la autorregulación.

– Valoración global de la experiencia.

Resultados

A partir de los cuadernos de los alumnos, evaluamos los progresos y dificultades de aprendizaje, estimados por ellos mismos (*autoevaluación*), como parte del ejercicio de *autorregulación*. Las valoraciones y reflexiones registradas permitieron hacer una clasificación cualitativa de *niveles de aprendizaje*:

– *Nivel I*: Sigue sin comprender la actividad después de la puesta en común.

– *Nivel II*: Corrige sus errores iniciales y manifiesta comprender la actividad después de la puesta en común.

– *Nivel III*: Comprende bien la actividad desde el principio y no necesita corrección.

Autovaloración de los niveles de aprendizaje logrados

Con objeto de hacer una discusión concreta y explícita del proceso desarrollado, en lo que sigue se comentan los niveles de aprendizaje, manifestados por los alumnos, en las actividades de la unidad didáctica "Naturaleza eléctrica de la materia".

La distribución de frecuencias de los niveles de aprendizaje, declarados por los propios alumnos, se indica en la tabla 1. Se observa que en todas las actividades de la propuesta, el número de alumnos que manifiestan comprender el contenido de las mismas (una vez realizada la puesta en común) supera el 70% (niveles II y III). Si bien, es destacable que en seis de ellas (actividades 2, 3, 5, 6, 10 y 13), más del 45% de los alumnos necesitó de la puesta en común para lograr comprender la actividad (nivel II). Este resultado pone de manifiesto la importancia de las discusiones y puestas en común realizadas durante el proceso de enseñanza/aprendizaje y, en consecuencia, de los procesos de *autorregulación* efectuados. Los que siguen son ejemplos de cada uno de los niveles de aprendizaje, determinados a partir de las *reflexiones* y *comentarios* de los alumnos.

(N=60)	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Total
ACT1	1,7	31,7	66,7	100,0
ACT2	8,3	45	46,7	100,0
ACT3	18,3	58,3	23,3	100,0
ACT4	1,7	15	83,3	100,0
ACT5	11,7	48,3	40	100,0
ACT6	10	45	45	100,0
ACT7	15	31,7	53,3	100,0
ACT8	28,3	43,3	28,3	100,0
ACT9	11,7	41,7	46,7	100,0
ACT10	26,7	63,3	10	100,0
ACT11	30	41,7	28,3	100,0
ACT12	3,3	10	86,7	100,0
ACT13	10	65	25	100,0

Tabla 1. *Frecuencias (%) de los niveles de aprendizaje declarados por los alumnos en las actividades.*

Nivel I. *«[…] En clase, hablando de esta actividad, ha habido alguna vez que no he podido opinar, ya que no sabía qué se comentaba y me encontraba perdida. […] La verdad es que sigo sin comprender bien la actividad, aunque espero que haciendo las siguientes pueda llegar a entenderlo, porque me ha pasado con otras actividades.»* [Elena valora su aprendizaje en la actividad 9].

Nivel II. *«Esta actividad me ha resultado difícil porque no sabía el porqué; suponía que era por lo del signo de la carga. Mi hipótesis estaba más o menos bien, al igual que la de Laura. Mi profesor me llamó para que explicara en voz alta mi teoría […]. Ahora sí la entiendo bien.»* [Antonio valora su aprendizaje en la actividad 9].

Nivel III. *«No he encontrado ninguna dificultad en esta actividad, ya que hace poco que lo estudiamos y creo que he asimilado bien los conceptos de átomo y de las partículas que lo componen. He observado que durante la clase, haciendo esta actividad, nadie o casi nadie ha preguntado nada acerca de ella […].»* [Cristina valora su aprendizaje en la actividad 3].

Valoración global del proceso

Del análisis de las entrevistas personales se extrajeron conclusiones interesantes en torno a la utilidad didáctica de la autorregulación de los aprendizajes. En lo que sigue se indican los aspectos más valorados por los alumnos sobre la metodología.

Uno de los aspectos más valorados por los alumnos, en relación con la metodología basada en la autorregulación, es el *aumento de la atención en clase*. Esto lo explican los alumnos de la manera siguiente:

José Carlos: « *[…] tienes que prestar más atención en clase porque no te puedes perder. Por ejemplo, si estamos estudiando otra cosa, te pones a hablar con el compañero, pero aquí no; tienes que estar pendiente de coger lo que dice uno y otro para comprender mejor las actividades.*»

Dani: « *Es un método donde… donde tienes que prestar mucha atención en clase, y a mí me costaba antes mucho eso, y a la gente también; y esto es lo que hace falta para aprender Física y Química […].*»

Otro aspecto bastante valorado por los alumnos es la *motivación* y el *interés* por la asignatura, a consecuencia de la metodología de aprendizaje basada en la autorregulación; sin duda, una condición imprescindible de cara a tener éxito en cualquier proceso de aprendizaje. Esta motivación se ha puesto de manifiesto a través de diferentes respuestas como las que se detallan a continuación.

Javi: «*Lo que más me ha gustado… eh… que es una nueva forma de trabajar, distinta a todas las que hemos hecho antes; que todo el mundo se ha esforzado. Todo el mundo se ha metido más en la asignatura; todo el mundo… aunque no le salieran bien las cosas, se ha esforzado más y ha trabajado las actividades… se ha preocupado.*»

Miriam: «*Lo que más me ha gustado es que se ha valorado mucho el trabajo diario. Porque… no sé, aunque tú te esfuerzas en hacer las actividades, también tienes que prestar más atención a lo que estás haciendo y a lo que se dice en clase. Entonces el examen, al final, te resulta más fácil.*»

También valoran positivamente los diferentes aspectos que han favorecido el *aprendizaje autónomo*, a partir de la práctica de la autorregulación. Uno de estos aspectos es el *trabajo en equipo* desarrollado durante todo el proceso de enseñanza/aprendizaje, y el *fomento de la participación en clase*:

Alex: « *[…] se ha fomentado el trabajo en equipo porque tú, a lo mejor, si no entendías algo, te ponías con tú compañero: "a ver, ¿me puedes ayudar en esta actividad?". En otras clases si no sabes algo, a lo mejor ni te molestas en preguntar; por lo menos yo.*»

Elena: « *[…] lo que me gusta es que se participa más en las clases y me entero más de lo que yo sé y de lo que saben los demás, y así entiendo yo más.*»

Por último, y como aspecto importante del proceso de autorregulación, los alumnos manifiestan que esta práctica les ha ayudado a *comprender los contenidos de una manera progresiva*. Estas son algunas de las explicaciones de los alumnos al respecto:

Cristina: «*Los comentarios escritos son… para entender. Tú pones ahí todo lo que está pasando en la clase, y escribes tus dudas y de lo que te has enterado bien. Y cuando estás estudiándotelo es más fácil.*»

David: « *[…] lo que más me ha gustado es que aprendo más, sobre todo con la corrección en clase; que una vez hechos los comentarios, los ponemos en común…, y con eso se aprende mucho.*»

Israel: «*Yo ponía mis dudas, mis errores, y por qué me había equivocado; y, a la hora de los exámenes, me miraba el comentario y si yo había fallado en eso, pues sabía que no podía fallar otra vez. Entonces, al leerlo y saberlo, ya…ya lo hacía bien.*»

Los testimonios anteriores ponen de relieve la valoración positiva de los alumnos hacia el uso de procesos de autorregulación en el aprendizaje científico. Esto, además, surtió efecto en las pruebas escritas de evaluación. En todas las pruebas realizadas, el número de aprobados era mayor que en los dos cursos anteriores, aun cuando las capacidades de los alumnos eran, en general, bastante similares.

Conclusiones finales

En la experiencia descrita, se ha analizado la percepción que tienen los alumnos de su propio aprendizaje, cuando practican estrategias de autorregulación. Las conclusiones más interesantes del estudio son las siguientes:

1. La mayoría del alumnado manifiesta que esta metodología de aprendizaje le ha ayudado a comprender los contenidos de una manera progresiva y satisfactoria. Algo más de las dos terceras partes manifiesta haber comprendiendo el contenido de las actividades propuestas, una vez realizada la puesta en común.

2. El alumnado manifiesta haber aumentado su atención en clase a consecuencia de la metodología empleada. Y se ha sentido más motivado en

el estudio de la asignatura, en tanto ha sido consciente de los progresos de su aprendizaje.

3. El alumnado ha valorado positivamente el trabajo en equipo auspiciado durante todo el proceso de enseñanza/aprendizaje, así como el fomento de la participación en clase, con el fin de intercambiar ideas y opiniones con los compañeros.

En definitiva, observamos que los alumnos han adquirido confianza, se han sentido capaces de ir graduando su propio proceso de aprendizaje y han concebido sus errores como guía para seguir avanzando. En futuros trabajos, será interesante profundizar en el aprendizaje logrado por los alumnos, atendiendo al *qué* y al *cuánto* aprenden de Ciencias, en un marco metodológico basado en la autorregulación.

Referencias bibliográficas

Castillo, S. y Cabrerizo, J. (2003). *Evaluación Educativa y Promoción Escolar.* Madrid: Pearson.

Dávila, S. (2000). El aprendizaje significativo: esa extraña expresión utilizada por todos y comprendida por pocos. *Contexto Educativo*, 9. En: http://www.contexto-educativo.com.ar.

García Carmona, A. (2005). Un estudio de caso sobre la eficiencia de los procesos de autorregulación en el aprendizaje de la Física. *Ensaio: Pesquísa em Educação em Ciências*, 7(1). En: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v7_n1/volumeVIInI.htm.

Giné, N. y Parcerisa, A. (2000). *Evaluación en la Educación Secundaria. Elementos para la reflexión y recursos para la práctica*. Barcelona: Graó.

Ibáñez, V.E. y Gómez Alemany, I. (2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza/aprendizaje en las clases de Ciencias: análisis de una experiencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 97-110.

Latorre, A. (2003). *La Investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.

Moreira, M.A. y Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação,* 9 (2), 301-315.

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

Pilleux, M. (2000). ¿Aprendizaje o Aprendizajes? *Contexto Educativo*, 16. En: *http://www.contexto-educativo.com.ar/2000*.

Rioseco, M. y Romero, R.M. (1999). La dimensión afectiva como base para la contextualización de la enseñanza de la Física. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 25. En: http://mingaonline.uach.cl.

Estructura electrónica de los elementos y su comportamiento eléctrico: niveles de comprensión en alumnos de 14-15 años

Antonio García Carmona

Área de Ciencias. Colegio Luisa de Marillac. Sevilla. E-mail: agarciaca@cofis.es

Resumen. Planteamos la necesidad de llevar a cabo investigaciones didácticas encaminadas a consolidar la estructura electrónica de los elementos como concepto básico del currículo de Física y Química de la ESO. Su conocimiento favorece, entre otros aspectos, la comprensión del comportamiento eléctrico de la materia. En este sentido, presentamos parte de los resultados de un estudio sobre concepciones y dificultades de aprendizaje de alumnos de 3º de ESO (14-15 años), en relación con dicho tópico.

Palabras clave: ESO, estructura electrónica, niveles de comprensión.

Title: Elements electronic structure and its electrical behaviour: understanding levels in 14-15 years-old students.

Abstract: We support the need to carry out didactic investigations oriented to consolidate the elements electronic structure in physics and chemistry curriculum of Obligatory Secondary Education. The knowledge of it contributes to understand the matter electrical behaviour suitably. In this sense, we present a study of 14-15 years old students' conceptions and learning difficulties, regarding this concept.

Key words: Electronic structure, obligatory secondary education, understanding levels.

Introducción

El estudio del átomo suele generar dificultades de comprensión en las diferentes etapas educativas (De la Fuente *et al.*, 2003; De Posada, 1993, 1997; Gutiérrez *et al.*, 2000). Entre otras causas, ello se debe a que los conceptos no se manifiestan en el entorno macroscópico y cotidiano de los alumnos (Driver, Guesne y Tiberghien, 1999). Además, su adecuada comprensión necesita de una capacidad de abstracción que, en muchos casos, los alumnos no tienen suficientemente desarrollada (Pozo y Gómez Crespo, 1998). A esto hay que añadir otros aspectos que obstaculizan su aprendizaje: por un lado, el tratamiento desestructurado que suele darse a los contenidos relacionados con el átomo (Gil, Senent y Solbes, 1989); y, por otro, las excesivas simplificaciones que suelen hacerse de los conceptos, con el fin de hacerlos más comprensibles, y que suelen inducir a errores (García Carmona, 2002).

Uno de los conceptos más descuidados en la didáctica de la estructura interna de la materia –sobre todo, en la educación científica básica– es la

estructura electrónica de los elementos. Pese a que el estudio microscópico de la materia es uno de los núcleos básicos del currículo de Física y Química de la ESO (CEJA, 2004), éste no hace alusión explícita a dicho concepto. Ello explica que sólo el 60% de los libros de texto de la etapa lo introduzca, y con un tratamiento didáctico bastante desigual (García Carmona, 2004).

Somos conscientes de las dificultades que plantea la enseñanza/aprendizaje de la estructura electrónica de los átomos en la ESO –básicamente, por la capacidad de abstracción requerida–; sin embargo, creemos que es esencial hacer una primera introducción a la misma, con el fin de que los alumnos obtengan un conocimiento básico y adecuado del interior de la materia. Porque sus propiedades físico-químicas vienen determinadas por el modo en que se distribuyen los electrones en los átomos.

Desde una perspectiva didáctica, en la educación básica es aconsejable introducir la estructura electrónica en términos de las interacciones electrostáticas existentes en los átomos (García Carmona, 2004). Así, los niveles energéticos de los electrones se asocian con su energía potencial electrostática, debida a sus interacciones con los protones del núcleo. Los distintos niveles energéticos quedan, por tanto, determinados por la distancias de estos al núcleo. Ello puede plantearse en el contexto del modelo atómico de Rutherford/Bohr, una vez estudiada la interacción electrostática; otro contenido esencial del currículo de Física y Química de la ESO.

Desde hace varios cursos, en 3º de ESO (14-15 años) planteamos la enseñanza de la Electricidad a partir de nociones sobre *estructura y propiedades de la materia* (Rosado y García Carmona, 2004, 2005). Entre otros aspectos, intentamos que los alumnos comprendan el carácter conductor, aislante y semiconductor de los elementos en base a su estructura electrónica. En este trabajo describimos los niveles y dificultades de aprendizaje más significativos de los alumnos al respecto, así como algunas implicaciones didácticas que de ellos se derivan.

Planteamiento del problema y objetivos

La consolidación de la estructura electrónica de los elementos, como contenido básico de Física y Química en la ESO, exige una permanente revisión de los niveles y dificultades de aprendizaje de los alumnos. Por ello, nos planteamos indagar:

– ¿Cuál es el nivel de aprendizaje alcanzado por los alumnos, sobre la estructura electrónica, una vez concluido el proceso de enseñanza/aprendizaje?

– ¿Cuáles son las concepciones y dificultades más frecuentes en los alumnos sobre el tópico?

Los *objetivos* del estudio fueron, por tanto, buscar respuestas a estos interrogantes.

Metodología

El estudio se realizó durante los cursos 2002/03 y 2003/04 con 60 alumnos de 3º de ESO (14-15 años), en un espacio natural de la *praxis* docente; intervinieron todos los alumnos de 3º de ESO a los que impartió Física y Química el profesor-investigador, en dichos cursos.

Los alumnos fueron instruidos mediante una propuesta didáctica, que, por razones de espacio, no incluimos aquí, y que se describe con detalle en Rosado y García Carmona (2005).

Una vez concluido el proceso de enseñanza/aprendizaje, los niveles de comprensión de los alumnos fueron evaluados mediante una prueba escrita[1] (Anexo). Por una parte, se hizo un estudio cuantitativo orientado a comparar los resultados obtenidos en las dos ocasiones en que se llevó a cabo la experiencia (curso 2002/03 y 2003/04); y, por otra, se realizó un estudio cualitativo de las concepciones más relevantes de los alumnos, en relación con la estructura electrónica de los elementos.

En la evaluación de los aprendizajes alcanzados por los alumnos se establecieron cuatro categorías o niveles de respuesta:

– *Nivel I:* Respuesta en blanco.

– *Nivel II:* Respuesta errónea o confusa en el sentido de que no comprende, o no aplica adecuadamente los conceptos manejados.

– *Nivel III:* Respuesta correcta –en el caso de respuestas de opción múltiple–, pero no se justifica adecuadamente, o bien se hace de manera incompleta o imprecisa.

– *Nivel IV:* Respuesta correcta y justificada adecuadamente.

Resultados y discusión

Comparación de los niveles de aprendizaje entre los grupos estudiados

A fin de comprobar si existían diferencias significativas en los resultados de ambos cursos, se emplearon pruebas estadísticas de contraste. Mediante los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov y U de Mann-Whitney, no se observaron diferencias significativas –con un nivel de significación del 5% ($p<0,05$)– en los niveles de aprendizaje alcanzados por los alumnos de ambos cursos. Esto nos permitió, por un lado, tratar a los dos grupos como una sola muestra ($n=60$), y, por otro, afirmar la existencia de un patrón estable de concepciones y razonamientos en los alumnos de 14-15 años investigados.

Niveles de compresión y dificultades de aprendizaje

Con la *cuestión 2* se evaluó el nivel de comprensión de la regla del octeto. El 5% de los alumnos deja la respuesta en blanco (nivel I), y casi un 27% escoge una opción incorrecta (nivel II). Entre las explicaciones de nivel II, se observa la idea de que la estabilidad atómica viene dada siempre en términos de ganancia de electrones:

[1] Por razones de espacio, sólo describimos los niveles y dificultades de los alumnos en tres de las ocho cuestiones que componían la prueba de evaluación completa.

«Opción b). Porque es mejor ganar electrones que perderlos, y si se pierde, que sean pocos electrones como pasa con el potasio.» (Nivel II; Gloria, curso 2003/04).

Los niveles más altos de conocimiento fueron manifestados por cerca del 37%, para el nivel III (respuesta correcta, pero justificada de forma incompleta), y sobre un 30% para el nivel IV (nivel máximo). Como ejemplo de estos niveles, se muestran las siguientes respuestas:

«b). Porque es más fácil ganar dos electrones en el S y perder un electrón en el K que cualquier otra opción.» (Nivel III; Alex, curso 2003/04).

«b). En el caso del azufre, gana dos electrones porque es más "fácil" ganarlos que perder seis para conseguir la estabilidad. En el caso del potasio ocurre lo contrario, es más fácil ganar uno que perder siete. Los metales tienden a perder electrones porque tienen pocos en su capa de valencia, por el contrario, los no metales tienden a ganar.» (Nivel IV; Patricia, curso 2002/03).

El reconocimiento del carácter conductor o aislante de los materiales se analizó a través de la *cuestión 4*. Se obtuvo que sobre un 8% de los alumnos no contesta (nivel I), y la tercera parte no elige la opción correcta (nivel II). Entre las explicaciones del nivel II, interesa destacar la concepción errónea de asociar el carácter conductor con el hecho de que el elemento necesite ganar o perder –indistintamente– pocos electrones de valencia, en aras de lograr su estabilidad:

«d). Porque los dos tienen la capacidad para soltar uno [electrón] *o ganar uno. 'A' puede perder uno y 'B' puede ganar otro, por eso son los dos buenos conductores.»* (Nivel II; Víctor, curso 2002/03). [No-cursiva añadida]

Otra idea alternativa del nivel II consiste en relacionar el carácter conductor con el hecho de que el elemento tenga muchos electrones, con independencia de su distribución en los átomos (y sean o no electrones de valencia):

«c). Porque al tener más electrones de valencia el elemento 'B' (17 electrones), es mejor conductor y, por tanto, 'A' (11 electrones) será mejor aislante que 'B'.» (Nivel II; Miriam, curso 2003/04).

El nivel III fue alcanzado por otro tercio de la muestra. En este caso, se observa que las justificaciones dadas por los alumnos son demasiado escuetas y, por tanto, no profundizan en la explicación exigida:

«a). Porque 'B' tiene menos facilidad de desprenderse de la carga eléctrica que 'A'.» (Nivel III; Juan José, curso 2003/04).

Finalmente, el nivel máximo (nivel IV) fue alcanzado por una cuarta parte de los alumnos. Algunos ejemplos de estos dos niveles:

«'A' es mejor conductor que 'B' porque le interesa perder sus electrones [de valencia], por eso *se desprender de los átomos con mayor facilidad y tienen mayor libertad de movimiento dentro del material.»* (Nivel IV; Elena, curso 2002/03). [No-cursiva añadida]

El reconocimiento de un elemento semimetales, a partir de su estructura electrónica, se evaluó en la *cuestión 8*. Casi un 7% del alumnado dejó su respuesta en blanco (nivel I), y sobre un 18% contestó de manera errónea (nivel II). En este último, los alumnos asumen que el comportamiento eléctrico intermedio de los semimetales viene dado porque, al tener 4 electrones de valencia, tiene simultáneamente propiedades de conductor y de aislante (‘*dualidad conductor-aislante*’):

«[…] como tiene 4 electrones de valencia es un semiconductor. Al tener cuatro da igual que reciba 4 electrones para ser estable que le quiten 4 electrones para ser estable. De forma que en sus átomos habrá algunos que dejen pasar electrones y otros no.» (Nivel II; Begoña, curso 2002/03).

«[…] es un semimetal, por lo cual tiene la mitad de aislante y mitad de conductor, entonces es mejor conductor que los aislantes (no metales) y peor conductor que los conductores (metales).» (Nivel II; Santi, curso 2002/03).

Los niveles de conocimiento más altos fueron alcanzados por cerca del 50%, con el nivel III, y sobre un 26% con el nivel IV. Estos fueron algunas de las respuestas de los niveles:

«Elijo la opción c). El elemento es un semimetal porque tiene 4 electrones en su última capa. Como para ser estable le es igual de fácil o difícil perderlos que ganarlos, sus electrones no se mueven con tanta libertad como en los conductores, ni están tan agarrados como en los aislantes.» (Nivel IV; Cristina, curso 2003/04).

Valoración final

Creemos que la consolidación paulatina de la estructura electrónica, como un contenido básico de la educación científica básica, requiere de una revisión continua de los niveles de comprensión de los alumnos. En este sentido, hemos presentado algunos de los resultados de una modesta experiencia, en la que hemos observado un marco estable de concepciones y razonamientos de alumnos de 14-15 años (tabla 1). Estos resultados son tenidos en cuenta en acciones sucesivas, con el propósito de evitar, en lo posible, las dificultades aquí descritas.

Sólo se han abordado algunos de los conceptos y fenómenos relacionados con la estructura electrónica. En consecuencia, será necesario tratar, en futuros estudios, otros aspectos como, por ejemplo, su influencia en la compresión del Enlace Químico, que ya ha sido investigada en los niveles educativos post-obligatorios (Boo, 1998; De Posada, 1999; Solbes y Vilches, 1991; Zamora, Varcárcel y Sánchez, 2004), pero que aún queda mucho por explorar en los niveles básicos.

– Se observa una tendencia a pensar que la estabilidad atómica viene dada siempre en términos de ganancia de electrones.
– Se detecta la idea de asociar el carácter conductor con el hecho de que un elemento necesite, en términos de la regla del octeto, ganar o perder —indistintamente— muy pocos electrones para lograr su estabilidad.
– También, a la hora de identificar el carácter eléctrico de un elemento, los alumnos centran su atención en el número total de electrones en lugar de los electrones de valencia, y asumen que un buen conductor es aquel que tiene muchos electrones (sean o no de valencia).
– A consecuencia de que los semimetales tienen 4 electrones de valencia, los alumnos creen que tienen, simultáneamente, las propiedades de los metales y no metales; lo que explicaría su comportamiento intermedio.

Tabla 1. Concepciones alternativas más relevantes de los alumnos de 14-15 años, en relación con la estructura electrónica de los elementos.

Referencias bibliográficas

Boo, H.K. (1998). Students' understanding of chemical bonds and the energetic of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching,* 35(5), 569-581.

CEJA (Consejería de Educación de la Junta de Andalucía) (2004). *Currículo de Física y Química de la ESO.* En línea en: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/publicaciones/etapa_eso/fyq.pdf.

De la Fuente, A.M., Perrotta, M.T., Dima, G., Gutiérrez, E., Capuano, V. y Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los alumnos (13-14 años). *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 123-134.

De Posada, J.M. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 12-19.

De Posada, J.M. (1997). Conceptions of high school students concerning the internal structure of metals and their electric conduction: Structure and evolution. *Science Education,* 81(4), 445-467.

De Posada, J.M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 227-245.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1999). *Ideas científicas en la infancia y adolescencia* (4ª ed.). Madrid: MEC/Morata.

García Carmona, A. (2002). Los modelos atómicos en la Física y Química de la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Española de Física*, 16(3), 37-39.

García Carmona, A. (2004). Introducción a la configuración electrónica de los átomos en los niveles básicos de enseñanza. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 40, 25-34.

Gil, D., Senent, F. y Solbes, J. (1989): Física moderna en la Enseñanza Secundaria: Una propuesta fundamentada y unos resultados. *Revista Española de Física*, 3(1), 53-58.

Gutiérrez, E.E., Capuano, V.C., Perrotta, M.T., De La Fuente, A.M. Y Follari, B.R. (2000). ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 247-254.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

Rosado, L. y García Carmona, A. (2004). Concepciones y dificultades de aprendizaje de estudiantes de Secundaria sobre el comportamiento eléctrico de los semiconductores y otros materiales. *Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (San Sebastián, España), 273-280.

Rosado, L. y García Carmona, A. (2005). Enseñanza de nociones de electricidad a partir de la estructura y comportamiento de la materia. *Enseñanza de las Ciencias* (en revisión).

Solbes, J. y Vilches, A. (1991). Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 53-58.

Zamora, A., Varcárcel, M. y Sánchez, G. (2004). ¿Cómo conceptualizan los alumnos de ESO y Bachillerato (14-18 años) las ideas de modelo y enlace químico? *Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (San Sebastián, España), 293-300.

Anexo: Algunas cuestiones de la prueba de evaluación

2. La estructura electrónica del azufre (S) es (2, 8, 6), y la del potasio (K) (2, 8, 8, 1). Indica cuál será el comportamiento de cada elemento con el fin de lograr su estabilidad química:

a) El azufre perderá 6 electrones y el potasio ganará 7 electrones.
b) El azufre ganará 2 electrones y el potasio perderá un electrón.
c) El azufre perderá 6 electrones y el potasio perderá un electrón.
d) El azufre ganará 2 electrones y el potasio ganará 7 electrones.

Explicación: _____

4. Sean dos átomos A y B, cuyas estructuras electrónicas son, respectivamente, (2, 8, 1) y (2, 8, 7). Indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

a) A mejor conductor que B.
b) A y B son buenos aislantes.
c) A es mejor aislante que B.
d) A y B son buenos conductores.

Explicación: _____

8. La estructura electrónica del elemento que compone cierto material es (2, 8, 4). A temperatura ambiente:

a) Es mejor conductor que los metales.
b) Es mejor aislante que los no metales.
c) Es mejor conductor que los no metales y peor conductor que los metales.
d) Es peor conductor que los no metales y peor aislante que los metales.

Explicación: _____

Evaluación de un programa de educación ambiental "on line"

Fernando Ojeda Barceló[1], Francisco Javier Perales Palacios[2]

[1]Colegio de la Presentación de Málaga. fernando-ojeda@ecotopia-educacion.org
[2]Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. fperales@ugr.es

Resumen: En esta comunicación se ofrece una propuesta metodológica de evaluación de los programas de Educación Ambiental disponibles en Internet, a partir del estudio pormenorizado de uno de los más relevantes para los docentes de Educación Secundaria: el programa ENO, "Environmental On-Line".

Palabras clave: TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación), Internet, Educación Ambiental, programas internacionales, aprendizaje colaborativo mediado por ordenador.

Title: Assessment of an environmental education program on line.

Abstract: In this paper we offer a methodological proposal of assessment of the programs of Environmental Education through Internet, studying one of most excellent programs for Secondary Education: ENO, Environmental Online program.

Key words: ICT (Information and communication technologies), Internet, Environmental Education, international programs, CSCL (Computer supported collaborative learning).

La educación ambiental en proceso de cambio

En los últimos años se vienen produciendo cambios importantes en la ciencia, en la tecnología y en la sociedad que están motivando que el problema de enseñar aumente su complejidad y redefina su estatus (Sanmartí, 2002). También la Educación Ambiental (EA), debido al deterioro que sufre el Planeta, debe obligar a las instituciones educativas a buscar nuevas fórmulas más abiertas y flexibles, que permitan interactuar a quienes participan en los procesos formativos superando las barreras espaciales y las dificultades de comunicación que impone la lejanía (Novo, 1998), de ahí la importancia de reflexionar sobre el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en este ámbito.

Las TICs pueden constituir una herramienta para la EA de primer orden, pero todavía no existen estudios suficientes que valoren el grado de eficacia de los programas educativos que se están poniendo en marcha. La EA está adaptándose al cambio tecnológico para mantener su relevancia social, pero cada cambio debe producirse tras una reflexión previa que, de momento, es incipiente. El problema fundamental estaría en cómo usamos estas

herramientas para la docencia sin que se suplante al educador y al medio natural (Heimlich, 2003).

Lo cierto es que desde la EA tradicional se tiene un cierto reparo al uso de las nuevas tecnologías, ya que en este campo se entiende que lo que debe predominar es el contacto de los estudiantes con el medio para que se cree conciencia ambiental (Palmer *et al.*, 1999).

Dado que en nuestro centro educativo veníamos trabajando la EA desde diferentes ámbitos, en el contexto del Programa Ecoescuelas promovido por la Junta de Andalucía, surgió la oportunidad de aunar la enseñanza de las Ciencias y la EA con las TICs. Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos:

- Profundizar en los mismos objetivos que defiende el proyecto Ecoescuela.
- Trabajar con el 2º ciclo de la E.S.0. y Bachillerato, dado que los alumnos disponen ya de un bagaje suficiente de términos y conceptos informáticos.
- Desarrollar los proyectos con los alumnos de forma transdisciplinar, incluyendo los curricula de las asignaturas (Ciencias Naturales, Idiomas, Informática, Diseño, Tecnología, Ética) y proponiendo tareas evaluables a corto y largo plazo.
- Procurar un ajuste real de los contenidos a las necesidades de los alumnos, en cuanto a temas, dificultades, lenguaje, etc.
- Realizar prácticas a través de tareas significativas en relación con los objetivos de aprendizaje propuestos.
- Favorecer el trabajo colaborativo.
- Promover la creación de entornos activos y participativos de aprendizaje entre profesor y alumnos.

Lo local y lo global dentro del aula

Un ejemplo de las herramientas que se nos ofrecen a través de Internet son los programas colaborativos internacionales, los cuales promueven el uso de las TICs para hacer EA, tales como: “Jóvenes Reporteros para el Medio Ambiente”; “ENO Environmental Online”; “Science Across the World” y otras.

El aprendizaje colaborativo mediado por ordenador está bien asentado como una estrategia docente (Comeaux *et al.*, 1998). Existen multitud de investigaciones que sugieren que el aprendizaje colaborativo favorece la motivación de los estudiantes, proporciona herramientas para el razonamiento lógico y el pensamiento crítico, crea una sensación de cohesión social y recrea un ambiente de aprendizaje productivo (Abrami, 1995).

La actividad pedagógica más sistemática que llevamos a cabo en nuestro centro estuvo relacionada con uno de los programas colaborativos con más solera y fundamentación pedagógica que existe hoy en Internet es el ENO-*Environment Online*© (http://eno.joensuu.fi), una escuela global virtual

para promover la sensibilización ambiental en la que se estudian cuatro temas medioambientales al año a través de tareas semanales evaluables (Anexo I). En ella participan 180 centros escolares de 68 países de los cinco continentes y más de 200 profesores con estudiantes de edades comprendidas entre 12 y 18 años.

Sus objetivos son:

- Aprender a estudiar cooperativamente en una comunidad web.
- Promover el uso de nuevas tecnologías y de comunicación en lenguas extranjeras.
- Profundizar en la EA.
- Promover una conciencia global e internacionalidad en la Educación.
- Favorecer el desarrollo sostenible.
- Vincular a países en vías de desarrollo como participantes activos.

El estudio y evaluación se basan en trabajos semanales complementados por:

- Materiales, discusiones, encuestas o "chats", todo ello en inglés.
- "Video chats" cada segunda semana del mes promovido por los profesores de ENO.
- Diario de aprendizaje para autoevaluación.
- Base de datos con materiales en formato PDF

Los temas de trabajo son:

- El lugar donde vivimos (medio físico, social y medioambiental).
- La forma en que vivimos (Desarrollo Sostenible).
- Esta es nuestra Naturaleza (medio natural).
- Esta es nuestra Cultura (medio cultural).

El espacio del aula se abre a otros horizontes, los alumnos comparten sensaciones y experiencias de forma directa, de primera mano, y además en texto escrito, en la lengua propia o en un idioma extranjero. Estas actividades pueden ser completadas con otras: intercambio de textos, imágenes, gráficos, datos e informes; aumentando la capacidad de interacción, favoreciendo entornos de aprendizaje autónomo, entornos abiertos y estrategias de exploración y descubrimiento; y generando intercambios auténticos entre usuarios provenientes de contextos culturales diferentes pero con intereses similares.

La necesidad de saber qué estamos haciendo: metodología de investigación

A partir de aquí, y tras participar en el programa ENO durante dos años, nos surgió la necesidad de reflexionar sobre si verdaderamente es posible hacer EA a través de algo tan frío y gris como son los ordenadores, y

estudiar qué criterios educativos queremos encontrar en los programas en que participamos.

Por ello comenzamos a investigar qué programas existen en Internet sobre EA y cuáles serían más adecuados para nuestra tarea, dándonos cuenta de que existen muchas iniciativas pero con pautas poco normalizadas y con escasa solvencia pedagógica. Así que nos planteamos la posibilidad de evaluar estos programas y establecer una pauta de comparación entre ellos para hacer propuestas de mejora. Diseñamos una plantilla de valoración y, a partir de ella, un cuestionario para la evaluación del programa en cuestión, que es la que hemos utilizado para el presente estudio.

En la revisión documental que hemos hecho para este trabajo, intentando escudriñar las investigaciones que relacionan la EA con las TICs, hemos apreciado que existen escasos estudios de relevancia. De hecho, en las tres revistas especializadas de mayor prestigio no pasan de diez los artículos relacionados, aunque sea de forma aproximada, con dicha temática. La mayor parte de ellos no examinan la tecnología, su relevancia o pertinencia en EA, sino que se limitan al estudio de sus aplicaciones didácticas o al de adaptaciones de las mismas.

Para verificar si efectivamente el programa cumple con los requisitos mínimos de la EA nos fijamos, entre otros, en las propuestas hechas desde la Asociación Norteamericana para la Educación Ambiental (NAAEE, 2000) en su “Environmental Education Materials: Guidelines for Excellence”, así como en las pautas de algunos autores (Horton, 2004) para la evaluación de programas de aprendizaje virtual, adaptándolas al ámbito que nos interesaba.

La evaluación la hemos fundamentado en ocho dimensiones relevantes en este tipo de materiales:

1. Objetivos del programa
2. Contenidos
3. Actividades propuestas y tareas a realizar
4. Metodología empleada
5. Características del programa y materiales generados
6. Posibilidades del proyecto y participación
7. Sistemas de evaluación empleados
8. Diseño, usabilidad y aspectos técnicos

La metodología empleada para la evaluación cuantitativa entra dentro de los modelos más comúnmente empleados para este tipo de análisis, se basa en la utilización de un cuestionario “on-line” tipo-Likert con una escala de 7 puntos para la valoración numérica de los atributos o parámetros que definen las características del programa. Además hemos complementado el estudio con otras herramientas de corte cualitativo que vienen a reforzar y ampliar la riqueza de matices de los que podría carecer un estudio exclusivamente cuantitativo. Para ello se han incluido en los cuestionarios una serie de preguntas abiertas que contribuyen a dotar de significado a los

resultados obtenidos por la vía cuantitativa (Figura 1). El referido cuestionario se envió por vía electrónica a los profesores coordinadores del programa en cada uno de los centros educativos adscritos al mismo (180), respondiendo un 52% (94). Por último se ha complementado la técnica cualitativa a través de un "chat" temático, donde se aclaraban algunos términos clave del cuestionario y de un foro de discusión por vía telemática y correo electrónico, que nos han permitido recoger aspectos referidos a la valoración subjetiva que de otro modo quedarían ocultos.

Resultados y su análisis

Los datos y respuestas obtenidos se volcaron directamente sobre una hoja Excel y posteriormente en el programa SPSS 12.0 para Windows. Asimismo se recogieron las respuestas cualitativas y se categorizaron siguiendo las dimensiones del cuestionario.

Dada la extensión de los mismos, se recoge a continuación el análisis de los más relevantes:

1. Si un indicador de la calidad del programa fuese el grado de satisfacción de los participantes, el programa evaluado queda muy bien parado. Tanto la percepción que posee el profesorado sobre la motivación en el alumnado como el interés por repetir la experiencia así lo demuestran.

2. Tanto los profesores como los alumnos implicados muestran una gran motivación con el programa colaborativo evaluado y coinciden en defender que sus objetivos son los mismos que los que promueve la EA.

3. Los programas colaborativos como éste se integran con mucha dificultad en el currículo escolar y presentan problemas a la hora de adecuar contenidos y objetivos con los curricula de cada profesor, ya que es materialmente imposible poner de acuerdo planes de estudio y cursos de tantos países implicados. La diversidad, que es uno de los alicientes, se convierte en un inconveniente para la correcta adecuación en los programas de cada una de las asignaturas y, por la misma causa, no cubre todas las necesidades curriculares de los profesores en sus asignaturas.

4. La naturaleza de este tipo de programas tiende a forzar la dinámica de las clases, en cuanto a horarios, metodología, etc., y no siempre es lo más adecuado para llegar a conseguir determinados objetivos.

5. La cuestión idiomática puede constituir un problema, una cortapisa a la hora de la comunicación, y un empobrecimiento cultural si sólo se utiliza un solo idioma. Debería contemplarse la posibilidad de hacerlos multilingües, al menos en sus apartados fundamentales. En este sentido pensamos que la implementación de un programa para la población hispanohablante sería de sumo interés.

6. Constituye un adecuado sistema para promover actividades complementarias y, por lo tanto, un buen núcleo de interés para un centro educativo. La posibilidad de intervención directa en el medio le da una relevancia especial en el ámbito de la EA. La mayor parte de los centros implicados realizan campañas de sensibilización, contactos con ONGs, participan en debates, interpelan a los poderes públicos y se coordinan con campañas en los medios de comunicación

7. La forma de evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje se considera como uno de los puntos débiles en el programa estudiado.

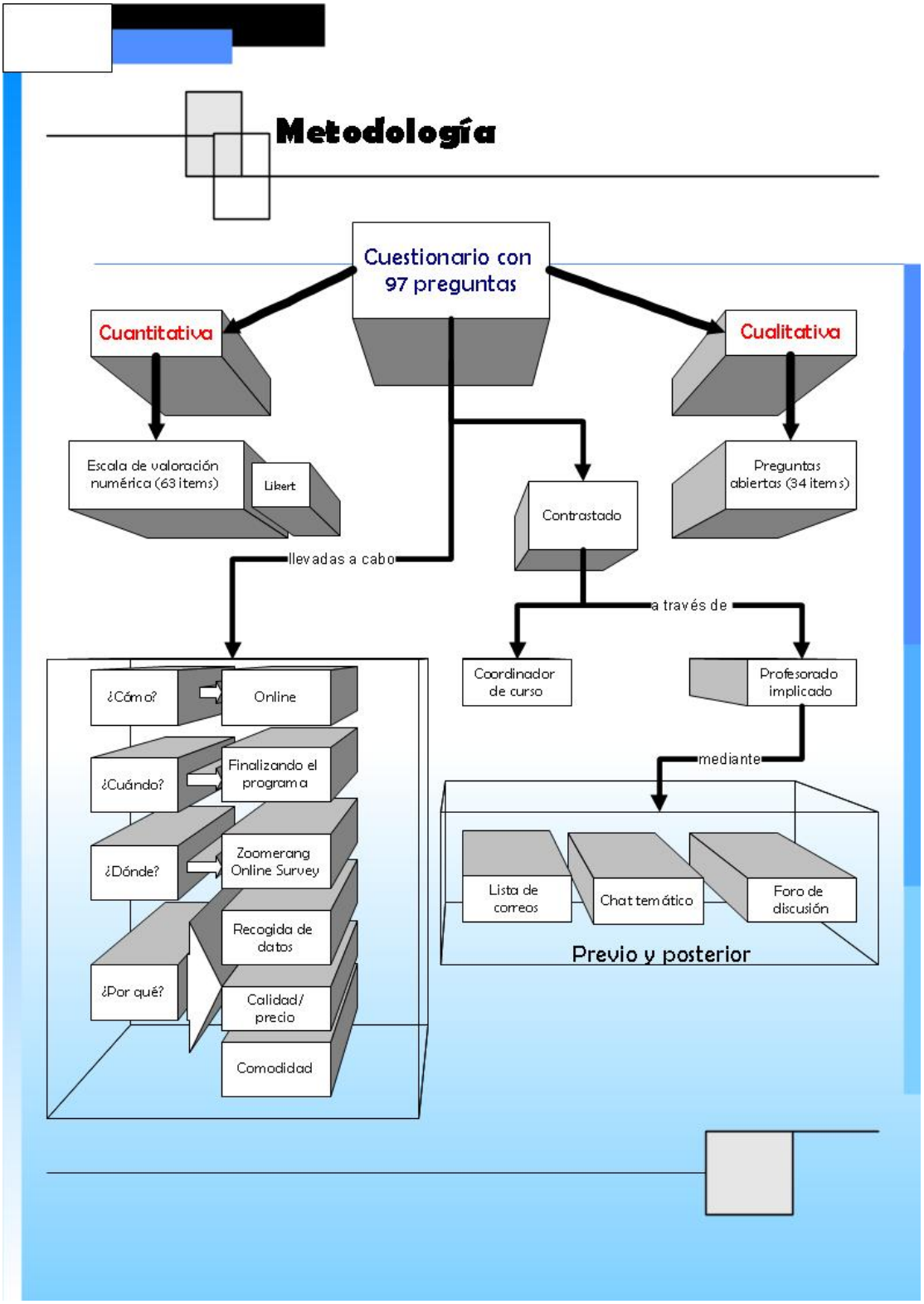


Figura 1. Metodología seguida para la evaluación del Programa ENO.

Conclusiones

Internet constituye una herramienta de sensibilización ambiental de primera magnitud, en la que existen iniciativas de muy diversa naturaleza, pero todavía no se han articulado programas que impliquen a la enseñanza formal de manera adecuada y pertinente, debido a la escasez de estudios apropiados en esta línea de trabajo.

Creemos no obstante que se puede hacer EA utilizando Internet como vía de comunicación, a través de los programas colaborativos internacionales medioambientales, que cumplen los requisitos mínimos de la EA. En ellos se puede hacer educación en, desde y para el medio, con un enfoque constructivista y mediante procesos que crean conciencia y llevan a comprender las relaciones entre los humanos y el ambiente (natural, social, cultural, tecnológico, económico, etc.). Asimismo incorporan conceptos, procedimientos y actitudes que pueden favorecer un comportamiento responsable con respecto al medio y un compromiso para participar de forma activa en un cambio de actitudes.

La inercia de algunos educadores ambientales en considerar estos métodos como poco apropiados para hacer EA estimamos que está cambiando. Defendemos aquí la utilidad de estos programas como complemento o suplemento, no como norma, pero con indudable utilidad, ya que permiten:

a) Una interacción multisensorial muy rica, por complementar los medios tradicionales con otros más novedosos, en la que priman el factor humano y el contacto con el medio ambiente.

b) Un equilibrio armónico entre las tradiciones epistemológicas (oral, literaria, virtual).

c) Un fortalecimiento del proceso pedagógico.

d) La promoción del aprendizaje cooperativo, el trabajo en grupo y el aprendizaje activo y centrado en el alumno.

e) La creación de comunidades de aprendizaje.

f) Una generación más fluida de los roles tradicionales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias bibliográficas

Abrami, P.B. (1995). *Classroom connections: Understanding and using cooperative learning*. Toronto, Ontario: Harcourt-Brace.

Comeaux, P., Huber, R., Kasprazak, J. y Nixon, M.A. (1998). Collaborative Learning in Web-Based Instruction. En *WebNet World Conference of the WWW, Internet and Internet Proceedings*. Orlando.

Heimlich, J.E. (2003). Environmental Educators on the Web: Results for a National Study of Users and Nonusers. *Journal of Environmental Education,* 34, 4-11.

Horton, W. (2004). *Evaluating e-learning*. Alexandria: ASTD.

NAAEE (2000). *Environmental Education Materials: Guidelines for Excellence. Workbook. Bridging Theory & Practice*. Rock Spring: North American Association for Environmental Education.

Novo, M. (1998). La Educación Ambiental a distancia: su alcance y posibilidades. *Revista Iberoamericana de Educación*,16,101-105.

Palmer, J.A., Suggate, J., Robottom, I. y Hart, P. (1999). Significant Life Experiences and Formative Influences on the Development of Adults Environmental Awareness in the UK, Australia and Canada. *Environmental Education Research,* 5 (2), 181-200.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Sauve, L. (1999). La Educación Ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco de referencia educativo integrador. *Tópicos en Educación Ambiental*, 1, 7-25.

Anexo I. Página principal de “ENO-Environment Online©”

Percepción ambiental en futuros maestros de Educación Primaria

Francisco Javier Perales Palacios

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. fperales@ugr.es

Resumen: Se presentan los resultados de una encuesta pasada a alumnos de Educación Medioambiental en estudios de Maestro de Educación Primaria. Dichos resultados se analizan para dicha muestra y en relación con los obtenidos en encuestas de ámbito andaluz, nacional y europeo.

Palabras clave: Educación Ambiental, formación inicial del profesorado, currículum.

Title: Environmental perception of training teachers of primary education.

Abstract: The results of a poll responded by a sample of Primary Education preservice teachers are shown. Such results are analysed as for that sample as in relation with other European, Spanish and regional polls.

Key words: Environmental Education, preservice teachers, curriculum.

Introducción

Durante los últimos años, en línea con la importancia que los temas ambientales han venido adquiriendo en nuestra sociedad, han ido apareciendo cuestiones sobre dicha temática en las encuestas de opinión más representativas (Ecobarómetro en Andalucía, Ecología y Medio Ambiente-C.I.S. en España o Eurobarómetro en Europa). Por otro lado, la Educación Ambiental (EA, en adelante) también ha impregnado progresivamente el discurso educativo, tanto en los ámbitos formales como en los informales, habiéndose elaborado paulatinamente distintos documentos a nivel nacional (Libro Blanco de la Educación Ambiental, 1999) y autonómico (p. ej., Estrategia Andaluza de Educación Ambiental, 2003), que intentan desarrollar los presupuestos de la Agenda 21 establecida en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992).

En un contexto más próximo, en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada, la asignatura de Educación Medioambiental aparece como obligatoria de universidad en el curso 3º de Maestro de Educación Primaria. Su carga lectiva es de 4,5 créditos (3 teóricos y 1,5 prácticos). Con ello pretendimos dotar a los futuros maestros de una formación mínima en un área de vital importancia para la supervivencia de nuestro planeta.

Este trabajo muestra los resultados de la primera actuación que tenemos con los estudiantes, esto es, un cuestionario de percepción ambiental con el que pretendemos disponer de una aproximación inicial a sus

comportamientos ambientales, conocimientos y creencias sobre la situación del medioambiente, las posibles soluciones a sus problemas y las fuentes de información que manejan. Sus resultados nos servirán para el diseño y evaluación del currículum, así como para detectar posibles cambios anuales de tendencia.

Marco teórico

La fundamentación de este trabajo se enmarca en las últimas formulaciones teóricas de la EA (García, 2004; Gutiérrez, 1995), que nos han servido para la elaboración de las categorías y la interpretación de los resultados, así como en las encuestas sociológicas previamente mencionadas y los estudios de percepción similares (Gil, 2004), para el análisis comparativo.

Metodología

Instrumento: El cuestionario empleado[1] consta de 11 items, 8 de carácter abierto y 3 de opción múltiple. Para su redacción se tuvo en cuenta el Ecobarómetro andaluz, el estudio de Gil (2004), así como los objetivos propios de la asignatura. En la Tabla I se resumen los contenidos del mismo.

CONTENIDO	SUBCONTENIDO	ITEM
Educación Ambiental	objetivos	1
Problemas ambientales	nacionales	2
	locales	4
Situación medioambiental	nacional	3
	local	5
Prácticas proambientales personales	deseables	6
	reales	7
Medidas institucionales	deseables	8
Información ambiental	grado	9
	fuentes	10
	organizaciones ecologistas	11

Tabla I. Descripción del cuestionario de percepción ambiental.

Muestra: Los resultados que mostramos corresponden a la aplicación del citado instrumento en el año 2004. Participaron 55 jóvenes, de los que 12 estudiaban Ciencias Ambientales, 2 Ingeniería Química y el resto Maestro de Educación Primaria. Asimismo, 31 residían en la ciudad de Granada y 22 en su provincia.

Aplicación: El cuestionario fue aplicado el primer día de clase, tras exponerles el programa de la asignatura y la metodología a seguir en el desarrollo del curso. No tuvieron límite de tiempo para cumplimentarlo.

Categorización de las respuestas: El procedimiento seguido para analizar las respuestas a los items de carácter abierto fue, en un principio, de

[1] Se puede solicitar al autor en su dirección electrónica.

carácter inductivo. Una vez que tuvimos conciencia de la tendencia de las respuestas (subcategorías), elaboramos las categorías y fuimos incluyendo el resto de las respuestas. Para el resto de los items utilizamos un recuento de las respuestas.

Resultados

Los vamos a ir exponiendo siguiendo el orden de los contenidos contemplados en la Tabla I. En todos los casos, N representa el número de respuestas (que coincide con el número de personas que respondieron, caso de la columna encabezada por N, o no, caso de la columna de Categoría). Hemos eliminado de las tablas las respuestas que no se corresponden con alguna de las categorías implicadas.

Objetivos de la EA (item 1). Los mostramos en la Tabla II.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	N
¿Qué? (N=115)	Actitudes (dimensión cognitiva, afectiva y comportamental)	101
	Valores	14
¿Cómo? (N=129)	Para el medio	114
	Sobre el medio	12
	En el medio	3
¿Para qué? (N=44)	Para resolver problemas ambientales	29
	Para educar	15
¿Quiénes? (N=20)	Niños/alumnos	14
	Personas/ciudadanos	6
¿Dónde? (N=9)	Medio natural	7
	Social	2

Tabla II. Categorías de respuesta al item 1 sobre los objetivos de la EA (nº de respuestas = 129).

Problemas ambientales nacionales (item 2). Mostrados en la Tabla III.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	N
Contaminación (N=78)	atmosférica (acústica, por tráfico, industrial, global...)	58
	del agua	20
De la flora y la fauna (N=40)	flora (desforestación, incendios, desertización...)	36
	fauna (extinción)	4
Residuos	basuras	18
Desinterés social	falta de educación, consideración del medioambiente en la toma de decisiones...	12
Desarrollo urbanístico	crecimiento	8
Falta de agua	escasez, sequía	8
Energía (N=8)	contaminante	4
	Falta de desarrollo de energías alternativas	4

Tabla III. Categorías de respuesta al item 2 sobre los problemas ambientales en España (nº de respuestas = 180).

Problemas ambientales locales (item 4). Los mostramos en la Tabla IV.

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	N
Contaminación (N=78)	atmosférica (acústica, por tráfico, industrial, global...)	56
	gaseosa	14
	del agua	8
De la flora y la fauna (N=9)	flora (desforestación, incendios, desertización...)	8
	Fauna (extinción)	1
Residuos	basuras (residuos, falta de tratamiento, suciedad...)	30
Desinterés social		5
Desarrollo urbanístico (N=18)	crecimiento	6
	falta de zonas verdes	11
Falta de agua		4

Tabla IV. Categorías de respuesta al item 4 sobre los problemas locales (nº de respuestas = 152).

Situación medioambiental en España (item 3). Los mostramos en la Tabla V.

CATEGORÍA	N
Muy buena	0
Buena	2
Regular	36
Mala	17
Muy Mala	0

Tabla V. Categorías de respuesta al item 3 sobre la situación medioambiental en España (nº de respuestas = 55).

Situación medioambiental local (item 5). Los mostramos en la Tabla VI.

CATEGORÍA	N
Muy buena	1
Buena	7
Regular	32
Mala	15
Muy Mala	0

Tabla VI. Categorías de respuesta al item 5 sobre la situación medioambiental en España (nº de respuestas = 55).

Prácticas proambientales personales deseables (item 6). Los mostramos en la Tabla VII.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	N
Consumo (N=76)	transporte (reducción transporte privado, uso del público, bicicleta...)	33
	productos contaminantes (no usar, disminuir, sustituir por productos naturales...)	16
	energía (ahorrar, utilizar energías renovables)	10
	agua (ahorrar, racionalizar su uso)	9
	materiales (tres R, consumo responsable...)	8
Reciclaje	de distintos tipos de residuos, incremento de contenedores...	45

Basura	recoger, no arrojar, no ensuciar, reducir...	15
Educación (N=19)	concienciar a niños, gente, amigos, familiares...	12
	respeto, cuidado y valoración del entorno...	7
Flora	reforestar...	7
Contaminación acústica	reducir	2

Tabla VII. Categorías de respuesta al item 6 sobre las prácticas proambientales personales deseables (nº de respuestas = 165).

Prácticas proambientales personales que realizan habitualmente (item 7). Los mostramos en la Tabla VIII.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	N
Consumo (N=53)	transporte (reducción transporte privado, uso del público, bicicleta...)	18
	productos contaminantes (no usar, disminuir...)	12
	energía (ahorrar, utilizar energías renovables)	8
	agua (ahorrar, racionalizar su uso)	10
	materiales (reducción...)	5
Reciclaje	de distintos tipos de residuos...	48
Basura	no arrojar, depositar en lugares adecuados...	14
Educación (N=10)	concienciar a gente, amigos, familiares, informarse...	7
	respeto al entorno	3
Flora	reforestar...	3
Contaminación acústica	reducir	3

Tabla VIII. Categorías de respuesta al item 7 sobre las prácticas proambientales personales que realizan habitualmente (nº de respuestas = 132).

Medidas institucionales deseables (item 8). Los mostramos en la Tabla IX.

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	N
Educación (N=37)	informar a la sociedad	25
	en centros educativos	8
	estimular	4
Régimen sancionador (N=21)	multar/penalizar	16
	controlar productos contaminantes	5
Legislación (N=18)	normativas (endurecer, cumplir, introducir nuevas...)	14
	política más ecológica	4
Residuos	favorecer reciclaje/recogida	16
Consumo (N=13)	transporte (favorecer el público, reducir el privado...)	9
	energía (facilitar el uso de las no contaminantes)	2
	agua (medidas para reducir su consumo)	2
Recursos	incrementarlos (infraestructuras, presupuestos, personales...)	8
Flora	más y mejores zonas verdes	4

Tabla IX. Categorías de respuesta al item 8 sobre las medidas institucionales deseables (nº de respuestas = 126).

Grado de información ambiental (item 9). Los mostramos en la Tabla X.

CATEGORÍA	N
Muy alto	8
Alto	8
Regular	18
Poco	18
Muy Poco	3

Tabla X. Categorías de respuesta al item 9 sobre el grado de información ambiental (nº de respuestas = 55).

Fuentes de información ambiental (item 10). Los mostramos en la Tabla XI.

CATEGORÍA	N
TV	36
Prensa	32
Radio	21
Internet	20
Libros	13
Revistas	13
Facultad y profesores	12
Publicidad	5
Boca a boca	4
Medios de comunicación	3
Cursos	3

Tabla XI. Categorías de respuesta al item 10 sobre las fuentes de información ambiental (nº de respuestas = 167).

Organizaciones ecologistas conocidas (item 11). Los mostramos en la Tabla XII.

CATEGORÍA	N
Greenpeace	47
Ecologistas en acción	17
Adena-WWF	14
Icona	3
Los Verdes	2
Ecoembares	2

Tabla XII. Categorías de respuesta al item 11 sobre las organizaciones ecologistas conocidas (nº de respuestas = 93).

Análisis de los resultados.

Si comenzamos por el *grado de respuesta* de los alumnos a los items de carácter abierto, destaca su elevada frecuencia, que se sitúa en torno a tres respuestas por alumno e item.

Analizando la visión que poseen los estudiantes sobre el *concepto de EA*, parece haber una coincidencia con los pronunciamientos históricos (Belgrado, 1975, Tblisi, 1977, Moscú, 1985...), excepto en las dimensiones de: aptitudes para resolver problemas ambientales, capacidad de evaluación y participación (García, 2004, pp. 73-74), que o no aparecen, o lo hacen con una baja frecuencia. Destaca también el que se centre más en los niños que en la población en general.

En cuanto a los *problemas ambientales* a nivel nacional o local, destaca la mayor presencia relativa de los relacionados con la flora y fauna en el primer caso (nacional) y de los residuos y desarrollo urbanístico en el segundo (local).

Considerados sólo los nacionales, existe también coincidencia con otros estudios como el de Agraso y Jiménez (2003), en cuanto a la prevalencia de los relacionados con la degradación del medio sobre los que tienen que ver con la conservación y gestión de los recursos.

Por otra parte, la *situación del medio ambiente* a nivel local es percibida como mejor que a nivel nacional, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa (mediante un test de contraste de hipótesis). Algo similar ocurre cuando se establece una comparación entre la localidad de residencia de los estudiantes, apareciendo ligeramente mejor la situación en las ciudades provinciales que en Granada capital. En cualquier caso, dicha situación se considera, en promedio, como regular.

En lo que respecta a las *prácticas proambientales* deseables, hay un paralelismo entre ellas y las que declaran llevar a cabo los estudiantes, aunque la frecuencia de estas últimas es significativamente menor que la de las primeras.

En relación a las *medidas institucionales deseables*, resalta la importancia concedida a la Educación, seguramente debido a la procedencia de la muestra analizada, junto con las medidas punitivo-legislativas.

En cuanto a la *información ambiental*, su grado se estima como regular en promedio. La televisión y la prensa se configuran como las principales fuentes de información. Finalmente, la organización ecologista más conocida es, con gran diferencia, Greenpeace.

Si nos centramos ahora en la comparación de estos datos con los procedentes de las encuestas comentadas en la Introducción, destacamos los siguientes aspectos:

Andalucía.

La situación ambiental también se percibe menos mala a nivel local que en relación con ámbitos geográficos más amplios, aunque las diferencias entre ambas situaciones son más acentuadas en la encuesta andaluza que en nuestro caso.

En los principales problemas ambientales a nivel local se da también una clara coincidencia con nuestros datos, excepto en la calidad del agua, dado que la población mayoritaria de la muestra reside en Granada, donde esta problema posee poca relevancia.

Por lo que se refiere al grado de información ambiental, nuestra muestra se considera mejor informada que la andaluza, seguramente debido a que aquella está formada por estudiantes universitarios.

En cuanto a las conductas personales proambientales de los encuestados, nuestra muestra sigue un orden decreciente: reciclaje, reducción de transporte privado, de basura y de productos contaminantes; en cambio la población andaluza sigue el siguiente: ahorro de agua, reciclaje, reducción de transporte privado y de productos contaminantes.

España.

Con relación a los problemas ambientales locales de los encuestados por nosotros, la principal diferencia estriba en la menor incidencia de la contaminación acústica en la muestra nacional, aunque también puede deberse a que se considere incluida en el tráfico de vehículos. Por el contrario, en la muestra española también existe una mayor preocupación por el desarrollo urbanístico que en la nuestra. Respecto a los problemas ambientales en España, en nuestra muestra existe una mayor preocupación por la flora y fauna, los residuos, la energía, así como con la contaminación acústica, aunque menos con relación al tráfico.

Con respecto a la información ambiental, su grado es equivalente en ambas muestras. Para las diferencias en las fuentes de información, en la muestra nacional

se mencionan de forma significativa las organizaciones ecologistas y la Administración; y en nuestra muestra la publicidad y el "boca a boca".

Si comparamos las conductas personales proambientales, nuestros jóvenes declaran, en general, realizar menos actuaciones que las declaradas por la muestra nacional (aquí se utilizan items de opción múltiple). Otro tanto ocurre con las conductas deseables.

Europa.

Dada la naturaleza de los items, sólo pudimos establecer una comparación con: (a) grado de información, mostrándose la muestra europea mejor informada; (b) medidas para resolver los problemas ambientales, teniendo para los nuestros más importancia las medidas educativas (seguramente por tratarse de futuros educadores); (c) conductas personales deseables, teniendo más importancia para los europeos el ahorro de energía.

Finalmente, con respecto al *diseño de la asignatura*, la identificación de los problemas ambientales hecha por nuestros alumnos nos permitió considerar el problema del desarrollo urbanístico, que no habíamos tenido en cuenta inicialmente en nuestra propuesta de trabajo de aula.

Referencias bibliográficas

Agraso, M.F. y Jiménez, M.P. (2003). Percepción de los problemas ambientales por el alumnado: los recursos naturales. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 17, 91-105.

Centro de Investigaciones Sociológicas (2005). *Ecología y medio ambiente*. Enero-Febrero http://www.cis.es/.

Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (2003). *Estrategia Andaluza de Educación Ambiental*. Sevilla.

European Comisión (2005). *Special Environment Eurobarometer "Attitudes of Europeans towards the Environment"* http://europa.eu.int/comm/environment/barometer/index.htm.

García, E. (2004). *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Sevilla: Diada Ed.

Gil, E. (2004). *La percepción de los problemas ambientales en Andalucía*. Granada: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Gutiérrez, J. (1995). *La Educación Ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Madrid: Ed. La Muralla.

Instituto de Ciencias Sociales de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (2004). *Ecobarómetro de Andalucía* http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/ecobarometro/ecobarometro.html.

Ministerio de Medio Ambiente (1999). *Libro Blanco de la Educación Ambiental*. Madrid: Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente.

Educación en museos: una experiencia en los museos de la ciencia de Madrid, Valencia y Castilla-La Mancha con alumnos de magisterio.

Aguirre Pérez, C[1] y Vázquez Moliní, A.[2]

[1] E.U. de Magisterio de Cuenca (UCLM), [2] E.U. de Magisterio de Albacete (UCLM)

Resumen: Con base en los trabajos de Hein (1993), Legendre (1983, 1988), Allard et al (1994) y Allard (1999) sobre educación en Museos, hemos venido desarrollando en los últimos años una serie de experiencias didácticas (Aguirre et al, 2004,) con alumnos de segundo y tercer curso de Magisterio de las especialidades de Educación Primaria y Audición y Lenguaje de Cuenca y de Educación Musical de Albacete dentro de las asignaturas "Ciencias de la Naturaleza I", "Didáctica de las Ciencias Experimentales" y "Conocimiento del medio Natural", consistentes en la integración dentro del currículo formal de la asignatura de un recurso no formal como es la visita a uno o varios museos de la Ciencia siguiendo una serie de pautas establecidas por uno de lo mencionados autores y su grupo (Allard, 1999) y orientado a que los estudiantes como futuros maestros sean capaces de organizar y gestionar la visita a un museo de la ciencia con sus futuros alumnos de Primaria. En este trabajo nos centraremos en la experiencia correspondiente al último curso académico en el que se realizaron visitas y trabajos a los siguientes museos: Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha en Cuenca, Ciudad de las Artes de Valencia y Cosmocaixa de Madrid. Analizaremos los fundamentos teóricos de la experiencia, su desarrollo práctico y los resultados de las encuestas que cumplimentaron los alumnos después de la visita.

Palabras Clave: Educación formal/ no formal, Educación en museos, Museos de la Ciencia, museo constructivista, currículum.

Title: Education in museums: An experience in the Science Museums of Madrid, Valencia and Castilla-La Mancha with Teacher Training Students

Abstract: Taken into account the works of Hein (1993), Legendre (1983, 1988), Allard et al (1994) and Allard (1999) on education in Museums, we have developed a series didactic experiences during the three last years (Aguirre et al, 2004,) with Teacher Training students of second and third course of the specialities of Primary Education, Hearing and Language (Cuenca) and Musical Education (Albacete) within the subjects “Sciences of Nature I”, “Didactics of Experimental Sciences” and “Knowledge of Natural Environment”. These experiences consist on the integration in the formal curriculum of the subject of a non-formal resource as the visit to one or several museums of Science following a series of guidelines established by one of the mentioned authors and its group (Allard, 1999) and oriented to that the students, as future teachers, be able to organize and to manage the visit to a museum of science with their future pupils of Primary Education. In this work we have considered the experience corresponding to the last academic course in which visits and works to the following

museums were made: *Museum of Sciences of Castilla-La Mancha* in Cuenca, "*Ciutat de les Arts i les Cienciès* in Valencia and "Cosmocaixa" in Madrid. We will analyze the theoretical foundations of the experience, their practical development and the results of the surveys that complimented the students after the visit.

Keywords: formal/non formal education, education in museums, science museums, constructivist museum, curriculum.

Introducción

En España disponemos, en la actualidad, de aproximadamente una veintena de establecimientos museísticos que se reclaman "de la ciencia" estos lugares patrocinados tanto por entidades públicas (Gobiernos autonómicos, Ayuntamientos, etc.) como por entidades privadas (entidades financieras fundamentalmente). Algunos de ellos han optado por acogerse a otro tipo de denominación quizá más acorde con la función que pretenden desarrollar: "*Casa de las Ciencias***"** en la Coruña, ***"****Parque de las Ciencias***"** en Granada, el *Centro de Ciencia Principia* de Málaga, "*Espacio de la Ciencia***"** de San Sebastián. Otros ejemplos de fuera de España serían el *Exploratorium* en San Francisco. *"Palais de la Découverte"* en París. Más amplia información sobre estos y otros museos o centros de Ciencia y Técnica se pueden encontrar en algunas publicaciones españolas (Pérez y otros, 1998), por lo menos de los existentes hasta ese momento aunque en los últimos seis años la nómina ha crecido notablemente. Otro trabajo de las mismas autoras incide en una recopilación posterior sobre los mismos incluyendo algunos nuevos creados posteriormente (Cuesta et al., 2000).

Otra característica importante de estos espacios es que casi siempre van acompañados por otras instalaciones complementarias como "*Planetarios"*, casos de Cuenca, Barcelona, la Coruña, etc. *"Acuarios"* (La Coruña, Valencia,...) cines IMAX u otros tipos de salas de proyección de gran formato que constituyen un indudable atractivo añadido que estimula la visita.

En aplicación de las ideas introducidas por el GREM (Groupe de Recherche sur l'Éucation et les musées), nos propusimos hace tres años (tres cursos académicos) utilizar una serie de recursos cercanos a la ciudad de Cuenca como son el *Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha* ubicado en Cuenca, la *"Ciudad de las Artes y las Ciencias"* con el "*Museo Príncipe Felipe"* de Valencia y el *"Museo de la Ciencia COSMOCAIXA"* de Madrid con el fin de trabajar varios aspectos de este tipo de museos con alumnos de segundo y tercer curso de la Escuela de Magisterio de las especialidades de Educación Primaria y de Audición y Lenguaje en las asignaturas "*Ciencias de la Naturaleza I"* (CNI) y *"Didáctica de las Ciencias Experimentales"* (DCE) respectivamente. Posteriormente hemos surgió la posibilidad de trabajar también en e Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha en Cuenca con alumnos de la especialidad de Educación Musical de Albacete en la asignatura "Conocimiento del medio Natural".

En principio, estos alumnos no están especialmente motivados hacia las ciencias dada su formación previa y, en algunos casos, su especialidad aunque como futuros profesionales de la Educación se muestran deseosos de conocer recursos pedagógicos y didácticos susceptibles de mejorar la

docencia y el proceso de enseñanza/aprendizaje. Esto es así tanto para ellos como actuales alumnos como para los destinatarios futuros de su trabajo cual son los alumnos de Educación Primaria. En consecuencia hemos incluido en el programa de cada una de las asignaturas mencionadas anteriormente para estas especialidades un Bloque Temático muy importante dedicado a los Museos de las Ciencias en el que se incluyen los siguientes aspectos evaluables al objeto de la calificación final de la asignatura:

- Educación formal, no formal e informal.

- Los museos de la ciencia como recurso educativo.

- El papel de los museos de la ciencia en la alfabetización científica de la sociedad.

- El Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha en Cuenca: contenidos

- Visita guiada al Museo de las Ciencias (incluidas dos sesiones del Planetario y visita a la exposición temporal del momento).

- Visitas opcionales a la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia (Museo "Príncipe Felipe") y "Cosmocaixa" de Alcobendas (Madrid).

- Análisis y debate de la visita.

- Preparación de una unidad didáctica de Educación Primaria utilizando como recurso alguno de los contenidos de los Museos citados.

Marco teórico

La experiencia realizada durante estos dos cursos académicos se encuadraría dentro de lo que se ha dado en llamar *educación no formal (o extra escolar)*: que se podría definir como "*toda actividad organizada, sistemática, educativa, realizada fuera del marco del sistema oficial, para facilitar ciertas clases de aprendizajes a subgrupos particulares de la población tanto adultos como niños***"**. (Coombs, 1973), que se caracteriza por la realización de una serie de actividades que están:

- *organizadas* y *estructuradas* (de otro modo serían clasificadas como informales);

- diseñadas para un *grupo meta identificable*; – organizadas para lograr un conjunto específico de *objetivos de aprendizaje*;

- *no institucionalizadas*, llevadas a cabo fuera del sistema educacional establecido y orientadas a estudiantes que no están oficialmente matriculados en la escuela (aún si en algunos casos el aprendizaje tiene lugar en un establecimiento escolar).

Por otra parte, hemos dejado abierta la cuestión del triángulo pedagógico propuesto por Légendre (1983). Siendo:

Temática: Tema unificador de todos los objetos reunidos en un Museo con finalidad de colección, de investigación, de exposición y de educación.

Interviniente: Miembro del personal del Museo o persona ajena al museo que interviene cerca de un visitante del museo antes, durante o después de su visita al mismo.

Visitante: Persona que visita un Museo solo o en grupo.

Relación de apropiación: Relación por la cual el visitante hace suyo intelectualmente, afectivamente o imaginariamente un objeto del Museo.

Relación de apoyo: La ayuda aportada al visitante del Museo en su proceso de apropiación.

Relación de Transposición: Adaptación de la temática de un Museo a la capacidad de apropiación del visitante.

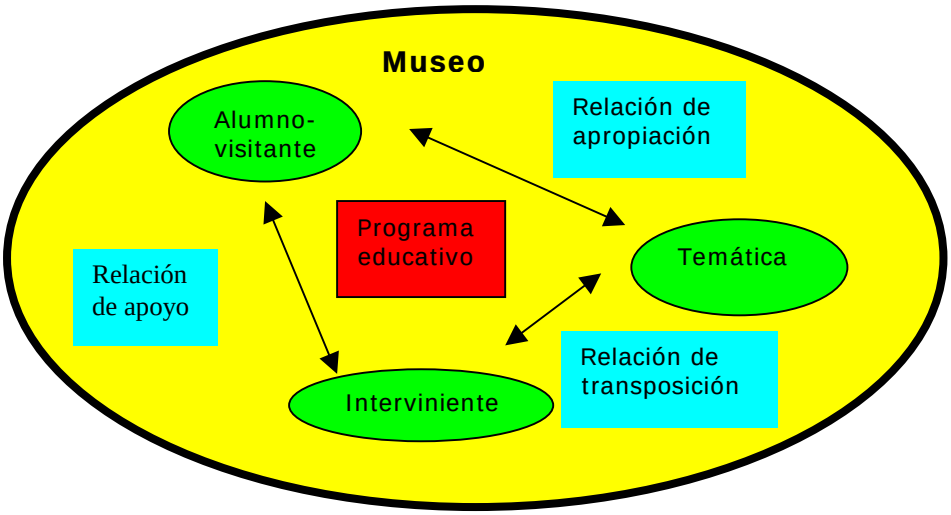


Figura 2: triángulo de Légendre aplicado al Museo

Utilización del museo con fines educativos

El denominado *"Groupe de recherche sur l'éducation et les Musées (GREM)"* (Grupo de Investigación sobre la Educación y los Museos) de la Universidad de Québec en Montreal ha realizado una serie de trabajos e investigaciones desde 1981, a raíz de los cuales han llegado a desarrollar un modelo de utilización de los museos con fines educativos potenciando la colaboración entre la Escuela y el museo (Allard et al, 1991). Es un modelo basado en un enfoque del objeto museográfico desde tres perspectivas (interrogación, observación y apropiación) articuladas en un proceso de investigación (formulación de cuestiones, recolección de datos, análisis y síntesis) que se realizan en tres etapas sucesivas (preparación, realización y prolongación) correspondientes a tres momentos distintos (antes, durante y después de la visita al museo) y en dos espacios (escuela y museo).

Lo podemos esquematizar de la siguiente forma:

MOMENTOS	ESPACIOS	ETAPAS	ENFOQUES	PROCESOS
Antes	Escuela	Preparación (previa)	Interrogación	Cuestionamiento del objeto (museo)
Durante	Museo	Realización	Recolección de datos y Análisis	Observación y manipulación del objeto
Despues	Escuela	Prolongación (posterior)	Análisis y síntesis	Apropiación del objeto

Cuadro 1.- Preparación de la visita al museo.

La gran ventaja de este modelo reside en la unión del museo y la escuela en un mismo proceso pedagógico. Propone una serie de cuadros de elaboración, realización y prolongación de actividades didácticas que se

desarrollan en el museo y en la escuela. No opone a las dos instituciones sino que las reúne.

Valoración de las visitas a las exposiciones permanentes

Después de las visitas se ha pasado individualmente a los alumnos una encuesta (véase Anexo I) en la que se trataba de valorar de 1 a 5 para cada sección el carácter de la misma atendiendo a una serie de categorías o aspectos tales como su actitud ante los paneles explicativos, el aprendizaje de nuevos conocimientos en cada uno de ellos y como segunda parte calificar de 1 a 5 cada uno de los museos visitados en función de su carácter constructivista (Hein, 1993) e interactivo, en función de su atención a todas y cada una de las Ciencias Experimentales, de la adecuación de sus instalaciones a los contenidos expuestos y a su posibilidad de adaptación para alumnos de Primaria.

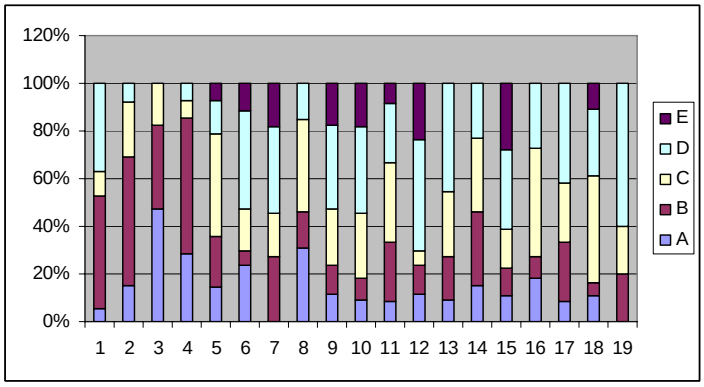


Tabla 1. Encuesta sobre los tres museos % (2º primaria)

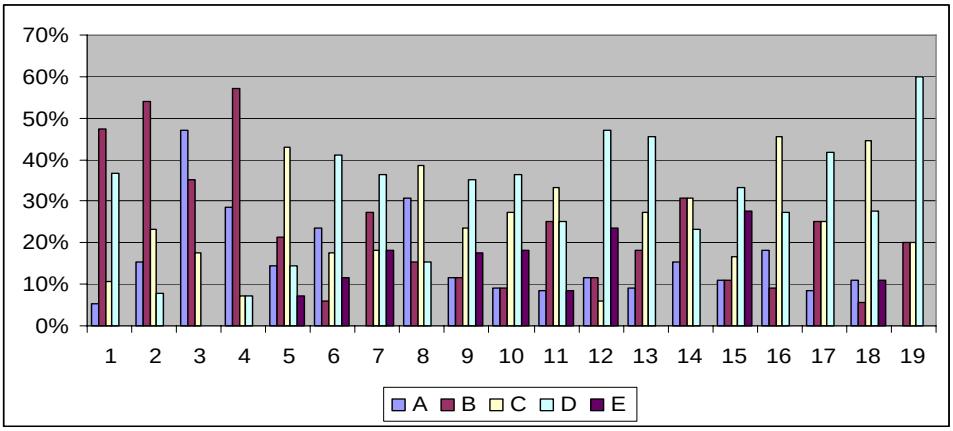


Tabla 2. Encuesta sobre los tres museos valores absolutos (2º primaria)

En la cual podemos destacar lo siguiente:

Categorías 1, 2, 3 y 4

Casi la mitad de los alumnos (48%) afirma leer los paneles explicativos antes o durante la manipulación de los módulos interactivos; mientras que es muy bajo (5%) el porcentaje de alumnos que afirma no leer, en absoluto, dichos paneles.

Más de la mitad de los alumnos asegura haber contemplado aspectos de la ciencia que ya sabía pero desde un nuevo punto de vista en los museos de Cuenca (53%) y Madrid (58%) y aproximadamente un tercio (35%) en el de Valencia en el que además casi la mitad, un 47%, manifiesta haber aprendido cosas que no sabía.

Categorías 5, 6 y 7

En cuanto a su carácter constructivista según los criterios de Hein ha resultado el primero el de Valencia, seguido muy de cerca por el de Cuenca y en tercer lugar el de Madrid.

Categorías 8, 9 y10

Respecto al carácter interactivo de sus módulos el orden resultante ha sido: Madrid > Valencia > Cuenca. El caso de Madrid es especialmente significativo dado que, si consideramos conjuntamente los porcentajes de alumnos que ha puntuado igual o mayor que tres (sobre 5) se alcanza un 84%; siendo Valencia un 76% y Cuenca un 55% sin que ningún alumno se haya decantado en este caso por la máxima puntuación de 5.

Categorías 11, 12 y 13

En lo que se refiere a la atención dedicada a las diferentes ciencias experimentales sobresale Valencia con un 74% de puntuaciones por encima del 3, seguido muy de cerca por Madrid con un 73%. Cuenca se queda en un modesto 65%

Categorías 14, 15 y 16

Estas categorías hacen referencia a la adecuación de las instalaciones a los contenidos expuestos. Valencia obtiene nuevamente el mayor porcentaje de notas altas (78%), frente a Madrid (74%) y Cuenca.

Referencias bibliográficas

Aguirre, C. y Vázquez, A.M. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. R*evista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC).*Vol. 3 núm. 3. 26 páginas

Aguirre, C. y Vázquez, A.M. (2004). Una experiencia educativa en el Museo de las Ciencias de Castilla-la Mancha con alumnos de tercer curso de Magisterio. *Revista digital "Educación y Futuro"* Edición especial sobre el Congreso "La Nueva alfabetización: una educación para el siglo XXI". 13 páginas.

Allard, M., Boucher, S., Forest, L. y Gauthier, C. (1991). *Politique pédagogique: Musée de la Nouvelle-France.* Rapport inédit, Groupe de recherche sur l'éducation et les musées, Montréal.

Allard, M. y Dufour, P. Évaluation d'une éxposition du musée de Paléontologíe et d'évolution. Ëtude réalisé en 1994. *Les cahiers du GREM, 3.* Montreal: Groupe de recherche sur l'éducation et les musées, 43 páginas.

Allard, M. (1999). Le partenariat École-Musée: Quelques pistes de reflexio*n.*

Coombs, P.H. *et al.* (1973). *New Paths to Learning.* New York, UNICEF.

Cuesta M, Díaz Palacios, M.P., Echevarría, I, Moretín, M. y Pérez Abad, C. (2000). Museos y centros de ciencia en el mundo. *Alambique*, 26. pp 67-71

Hein, G.E. (1993). *The significance of constructivism for museum education,* en *Museums and the Needs of the People*. Jerusalem. Israel: ICOM Committee.

Légendre, R. (1983). *L'éducation totale.* Montréal: Nathan/Ville-Marie.

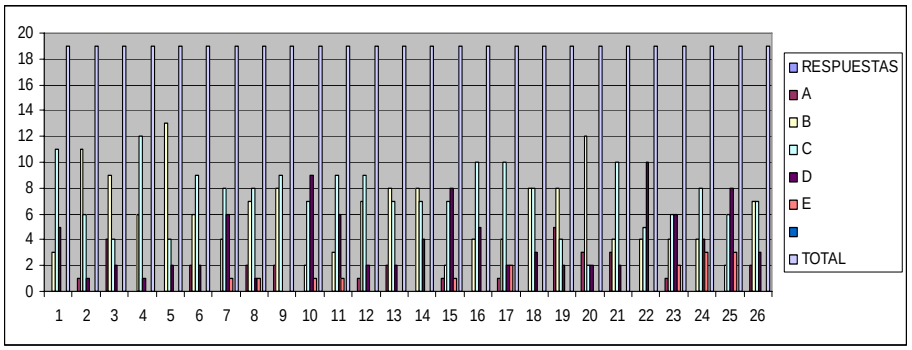
Légendre, R. (1988). *Dictionnaire actuel de l´´education.* Montreal: Larousse.

Pérez, C.; Díaz, M. P.; Echevarría, I.; Moretín, M. Y Cuesta, M. (1998). *Centros de Ciencia. Espacios interactivos para el aprendizaj*e. Bilbao: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.

Anexo

ENCUESTA COMPARATIVA SOBRE LOS TRES MUSEOS					
	A	B	C	D	E
1.PANELES EXPLICATIVOS (Módulo interactivos)	No los leo	Los leo antes o durante la manipulación	Los leo después de la manipulación	A veces los leo y a veces no	Desisto cuando no me sale a la primera
2.Museo Cuenca	He aprendido cosas que no sabía	He visto cosas que sabía pero desde un nuevo punto de vista	La mayor parte de las cosas eran nuevas para mí	Me ha resultado aburrido pues casi todo me era conocido	No me ha gustado en absoluto por diversas razones
3.Museo "Príncipe Felipe" Valencia	He aprendido cosas que no sabía	He visto cosas que sabía pero desde un nuevo punto de vista	La mayor parte de las cosas eran nuevas para mí	Me ha resultado aburrido pues casi todo me era conocido	No me ha gustado en absoluto por diversas razones
4.Museo "Cosmocaixa" Madrid	He aprendido cosas que no sabía	He visto cosas que sabía pero desde un nuevo punto de vista	La mayor parte de las cosas eran nuevas para mí	Me ha resultado aburrido pues casi todo me era conocido	No me ha gustado en absoluto por diversas razones
Calificar los museos visitados por su carácter constructivista de 1 a 5					
	1	2	3	4	5
5.Museo Cuenca					
6.Museo Valencia					
7.Museo Madrid					
Calificar cada museo visitado de 1 a 5 por su carácter interactivo					
8.Museo Cuenca					
9.Museo Valencia					
10. Museo Madrid					
Calificar cada museo visitado por su carácter "completo" en función de la atención que dedica a todas las CC. de la Naturaleza (Física, Química, Biología , Geología, Medicina, etc.)					
11. Museo Cuenca					
12. Museo Valencia					
13. Museo Madrid					
Calificar cada museo visitado en función de la adecuación de las instalaciones (edificio, espacios, módulos, etc.) a los contenidos expuestos					
14. Museo Cuenca					
15. Museo Valencia					
16. Museo Madrid					
Calificar cada museo visitado de 1 a 5 en función de la posibilidad de adaptación de sus contenidos para ser visitados por alumnos de Educación Primaria (hasta 12 años)					
17. Museo Cuenca					
18. Museo Valencia					
19. Museo Madrid					

Resultados Museo Cuenca (2º primaria)



Encuesta sobre el museo de las ciencias de Castilla-La Mancha en Cuenca: Indica tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes frases

	1	2	3	4	5
1. El Museo me parece apropiado para, con adaptaciones, se visitado por alumnos de tercer ciclo de Primaria					
2.- El interés principal del museo radica en su carácter motivador					
3. Están suficientemente cubiertas la cuatro ciencias básicas (Física, Química, Biología y Geología)					
4. El edificio del museo me parece adecuado a las funciones del mismo					
5. Lo que más me ha gustado es el edificio por su carácter espectacular					
6. El Museo me parece ubicado en un entorno adecuado					
7. Yo tenía conocimiento de la mayor parte de los conceptos científicos que se abordan en el Museo					
8. Lo más interesante del Museo es el planteamiento con carácter interactivo de la mayor parte de las exposiciones del museo					
9. el grado de interactividad de las diferentes experiencias está suficientemente conseguido					
10. Me parece un museo más orientado a un carácter divulgativo de la ciencia orientado al gran público que al mundo educativo					
11. Los conceptos y las experiencias expuestas son fáciles de comprender y asimilar					
12. Está suficientemente cubierto todo el temario de la asignatura Conocimiento del Medio Natural de Educación Primaria					
13. Me ha resultado sorprendente todo lo allí expuesto					
14. Ha sido una grata sorpresa: he hallado más de lo que esperaba					
15. Me parece adecuada la denominación “Museo de las Ciencias”					
16. La idea de utilizar el Museo como recurso didáctico para Educación Primaria me parece absolutamente necesaria					
17. La idea de utilizar el Museo como recurso didáctico para alumnos de Magisterio me parece absolutamente necesaria					
18. Creo que he sacado mucho provecho de la visita al Museo de las Ciencias					
19. En líneas generales me gusta leer toda la parte expositivo-teórica de una experiencia antes de empezar la manipulación práctica					
20. Me gusta más comprender teóricamente la explicación de los fenómenos y experimentos observados que los fenómenos y experimentos en sí					
21. Antes de leer las explicaciones me lanzo a realizar los experimentos					
22. El museo me parece interesante solamente a nivel motivador					
23. Una visita bien preparada por parte del profesor al museo puede sustituir a una o varias clases teóricas en el aula					
24. Me parece imprescindible un conocimiento previo del museo, explicado por el profesor, antes de la vista real al mismo					
25. Tengo la intención de volver a visitar El museo y detenerme en las secciones que más me han interesado					
26. Si fuera maestro en ejercicio traería, sin duda, a mis alumnos a visitar el museo					
27. El entorno urbano del museo me parece idóneo					

NOTA: 1: totalmente en desacuerdo; 2; bastante en desacuerdo; 3: de acuerdo; 4: bastante de acuerdo; 5: totalmente de acuerdo.

Imágenes de la ciencia en las noticias científicas de la prensa almeriense.

Jiménez Liso, Mª Rut*, Lapetina, Joaquín y Hernández, Lorenzo****

* Dpto. Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería. mrjimene@ual.es **Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

Resumen: La comprensión de noticias científicas suele usarse para analizar el grado de la alfabetización científica de los estudiantes (de secundaria o de la población en general) sin tener en cuenta que, implícitamente, se manifiesta unas imágenes determinadas sobre la ciencia (algunas de ellas pueden ser imágenes distorsionadas de la ciencia). Presentamos el análisis de la imagen de ciencia que se manifiesta en una selección de noticias extraídas de dos diarios almerienses utilizando, para ello, las categorías de Gallego-Torres (2000) con el objeto de comparar los resultados con los de los cómics y de los dibujos animados (Vilchez, 2004).

Palabras clave: Divulgación científica; Imágenes distorsionadas de la ciencia; Noticias científicas; Alfabetización científica

Title: Scientific images in scientific news in Almeria´s press

Abstract: Scientific news are usually used to analyze the students scientific literacy grade (mostly secoundary students or citizenship). But newspaper science articles can show some distorted views about science. In this paper we show the science views analysis in science articles extracted from two almerian newspaper. Gallego-Torres (2000) categories have been usedto compare them with the comics and cartoons results.

Key words: Scientific Divulgation; Public Understanding of Science; Science news; Scientific Literacy; Distorted views about science.

Fundamentación

La alfabetización científica constituye la finalidad prioritaria del siglo XXI de la educación científica y, por ello, numerosas líneas de investigación emergentes en Didáctica de las Ciencias la han convertido en su principal propósito. Entre ellas, la interdisciplinar (periodismo, ciencia y educación) “divulgación científica” ya que, como afirman Cantero y García (2005), es un medio privilegiado de información a través del cual la ciudadanía accede a los conocimientos científicos ya sea durante su etapa escolar o finalizada ésta.

La relación entre divulgación y alfabetización científicas se pone de manifiesto a través de numerosas definiciones de esta última: por ejemplo, Desautels y Larochelle (2003) destacan que una persona está científicamente alfabetizada en función de su comprensión básica de la ciencia (procesos y aplicaciones) y de su toma de decisiones. Depende, por tanto, de si sólo reconoce los términos científicos usados en los medios de comunicación (alfabetización científica pasiva) o si, además, es capaz de leer y comprender un artículo científico en un periódico (alfabetización

científica funcional, Shamos, 1995) y es capaz de forjarse una opinión diferenciándola de las evidencias o de si reconoce fuentes fiables de información científica y tecnológica y las usa en el proceso de toma de decisiones (definición del NSTA citado por Membiela, 1997). En esta linea se encuentran los trabajos de Hazen y Trefil (1990) y de Brennan (1992) quienes indagan sobre la comprensión de la ciencia a través de noticias científicas.

Por tanto, la prensa (y las noticias científicas contenidas en ella) se convierten en una pieza clave para la alfabetización científica ya que, por un lado, sirven como medida de la comprensión sobre la ciencia de la ciudadanía y, por otro, influyen en la alfabetización científica pues constituyen un medio informal de transmisión (su análisis permite observar la ciencia que transmiten). Este último aspecto fue el principal objetivo de un trabajo previo (Lapetina y Jiménez-Liso, 2005), en la presente comunicación queremos analizar si las noticias científicas se pueden usar como medidor de la alfabetización científica. Para ello, nos centraremos en el análisis de la imagen de ciencia que se muestra a través de las noticias científicas de dos diarios almerienses con el objeto de ver si muestran una imagen adecuada de la ciencia (y, por tanto, contribuyen a la alfabetización de la ciudadanía) o, si por el contrario, manifiestan imágenes distorsionadas de la ciencia que inducen o refuerzan entre la población.

Metodología

Este trabajo es un fragmento de un trabajo más amplio en el que hemos analizado la cobertura y el contenido de las noticias científicas en la prensa escrita almeriense. Para ello, hemos diseñado dos protocolos tomando como punto de partida el aplicado por Dimopoulos y Koulaidis (2003) para 1867 artículos de prensa griega. En el análisis de contenidos incluimos la indagación de las imágenes de ciencia según las aplicadas por Gallego-Torres (2002) para los cómics y Vílchez (2004) para los dibujos animados con clara intención de poder compararlos.

Previo a la aplicación del protocolo de análisis de contenido a la muestra definitiva y, para su evaluación por diferentes investigadores, solicitamos a un grupo de estudiantes de 1º de Maestro (especialidad E. Primaria), matriculados en la asignatura *Didáctica de las Ciencias Experimentales I*, que entregaran a su profesora una noticia científica tomada de los diarios almerienses *La voz de Almería* o el *Ideal* con la única indicación de que subrayaran lo que no entendían. El condicionamiento de pertenecer a esta asignatura fue minimizado reclamando las noticias al comienzo del curso 2004-2005, previo a la introducción de los contenidos científicos del curso.

La muestra “piloto” recogida y válida ascendió a 23 artículos diferentes, de ellos, sólo el 30% de los artículos seleccionados por los estudiantes provienen del periódico *Ideal* lo que confirma las diferencias de tirada, difusión y estimación del numero de lectores de ambos periódicos (Lapetina y Jiménez-Liso, 2005).

Tras la aplicación del protocolo de análisis de contenido por dos investigadores se analizaron las diferencias y la modificación del protocolo por consenso argumentado, con la participación de un tercer investigador

para la aplicación en los 6 artículos con mayor discordancia. Las imágenes de ciencia fueron analizadas según los criterios que figuran en la Tabla 1. En el protocolo completo de contenidos se incluían algunos items que permitieron argumentar algunas de estas imágenes, por ejemplo, uno de los items hacía referencia a la imagen de consenso o de controversia que se manifestaba en las noticias, en otro se contabilizaron las referencias a los investigadores (a los grupos, a los individuos, a cuántos eran mujeres, cuántos jóvenes, cuántos no europeos, etc.), también se anotaron la/s metodología/s utilizadas para contabilizar en cuántos artículos no aparecían o aparecían más de una, etc. (Lapetina, 2005).

Empirista y ateórica: cuando no nombra ningún sustento teórico (no orientadas por teorías) ni se guía por trabajos previos. Se caracteriza por observaciones al azar, casuales, no contaminadas por ideas previas (del tipo "se descubrió .."). Excesiva mención al trabajo de laboratorio, necesita de la imagen de laboratorio para sostenerse como investigación. Se extraen conclusiones directamente a partir de los datos de experimentación. **Rígida:** el método se presenta como pasos rígidos, como una serie de etapas con las que se logra un resultado en forma similar a una "receta de cocina". Lo contrario sería la mención al trabajo creativo, con pasos erróneos, discrepancias, improvisaciones, etc. **Aproblemática y ahistórica**: se transmiten conocimientos sin mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución (mención a episodios de la historia, a diferentes estudios). Se da una idea de que no han existido problemas internos a la actividad investigadora. Para combatirla se debe dar alguna explicación de problemas a resolver, dejar perspectivas abiertas o enseñar las limitaciones actuales. **Analítica**: se resalta la necesaria parcelación inicial de los estudios, pero se olvidan los esfuerzos posteriores de unificación y construcción de cuerpos de conocimiento cada vez más amplios, de tratamiento de problemas "puente entre distintos cuerpos de conocimiento que pueden llegar a unirse. Importante combatirla mencionando explícitamente la integración entre disciplinas, evitando una excesiva parcelación en la que la actividad científica parecería cerrarse sobre si misma. **Acumulativa lineal:** los conocimientos aparecen como fruto de un crecimiento lineal. Se debe combatir presentando las crisis o problemas, ofreciendo la actividad científica en perspectiva temporal, enseñando la coexistencia trabajos y la interacción entre grupos. **Individualista:** se muestra la ciencia como fruto del trabajo de un solo individuo. Se combate mencionando la actividad de científicos (plural), haciendo referencia a grupos /equipos, interacción entre instituciones, etc. **Elitista:** lo es cuando presenta el trabajo científico como un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, haciendo mención a especialistas, expertos o basándose en prototipos de científicos por país, género, edad, y en especial sexo. Se da a entender que solamente ese tipo de personas pueden llevar a cabo un trabajo científico. **Descontextualizada:** no trata o lo hace muy superficialmente los problemas CTS. No indica una aplicación de los resultados científicos en la sociedad.

Tabla 1. Imágenes deformadas de la ciencia (adapt. de Gallego-Torres, 2002)

El protocolo definitivo (y en él este fragmento relativo a las imágenes de ciencia) fueron aplicadas a una selección de artículos de los periódicos *La Voz de Almería* e *Ideal* por ser los únicos de publicación diaria que tenían alcance provincial y amplia cobertura de lectores.

Con la intención de abarcar los máximos años posibles pero evitando que el número de artículos fuera excesivo para nuestras posibilidades de aplicación, optamos por realizar una cata por semanas (dos semanas por año: la última de Febrero y la última de Junio) y por años (1992, 1996, 2000 y 2004). Con esta selección, la muestra final ha resultado un total de

251 artículos científico-tecnológicos, de los cuales 112 corresponden a *La Voz de Almería* y 139 al periódico *Ideal* (edición Almería).

Los resultados que exponemos a continuación corresponden a la comparación de la muestra piloto con la muestra definitiva y con los resultados en los cómics (Gallego-Torres, 2002) y en los dibujos animados (Vílchez, 2004). Para ello, hemos analizado si en las noticias se incide en alguna de las imágenes deformadas de forma explícita ("E") o por omisión ("O"), o puede combatirla ("C"), utilizando, así los mismos indicadores que los trabajos citados.

Resultados y análisis de la aplicación del protocolo sobre imágenes de ciencia.

En la Tabla 2 mostramos los resultados de las imágenes deformadas tanto en los diarios como en los cómics (Gallego-Torres, 2002) y en los dibujos animados (Vílchez, 2004), representados en los gráficos 1-8.

		Imágenes deformadas (%)*							
Muestra	Acción	1	2	3	4	5	6	7	8
Piloto	Omisión	40	74	48	65	83	26	34	30
	Explícita	52	22	22	26	13	13	65	0
	Combate	8	4	30	9	4	61	0	69
La voz de Almería	O	27	31	11	50	43	19	42	8
	E	42	46	31	23	38	4	42	15
	C	31	23	58	22	19	77	16	77
Ideal	O	34	38	10	41	21	3	14	10
	E	24	31	14	27	34	3	69	17
	C	41	31	76	32	45	93	17	72
Cómics	O	28	87	11	47	44	5	8	21
	E	59	12	39	37	43	62	78	41
	C	13	2	50	16	13	35	14	38
Dibujos animados[1]	O	38	93	58	90	87	14	10	24
	E	55	0	28	7	10	48	66	42
	C	7	7	14	3	3	38	24	34

Tabla 2. Resultados de las imágenes deformadas en la prensa, cómics y dibujos animados. *1. Empirista; 2. Rígida; 3. Ahistórica; 4. Analista; 5. Lineal; 6. Individualista; 7. Elitista; 8. Descontextualizada

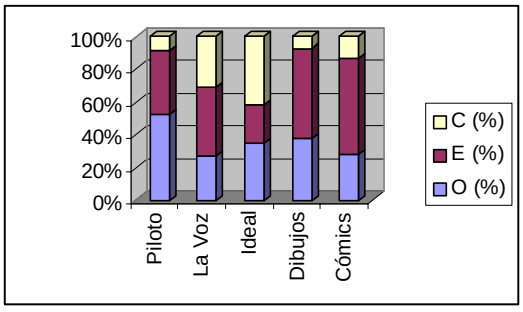


Gráfico 1. Imagen empirista y ateórica

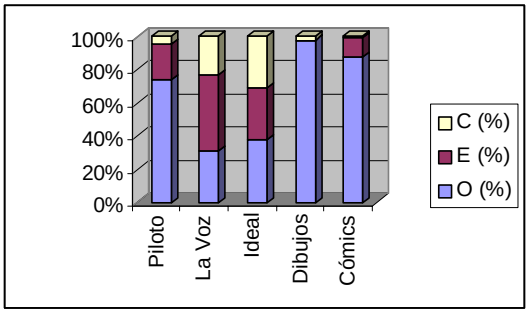


Gráfico 2. Imagen rígida

En general, no hay mucha concordancia entre los resultados de las diferentes muestras, por ello, sin ánimos de realizar un análisis cuantitativo exhaustivo, los resultados nos permiten mostrar algunas tendencias:

[1] Los resultados de las imágenes distorsionadas de la ciencia en los dibujos animados corresponden a las referencias visuales.

- Al comparar la muestra piloto con los resultados de los dos diarios almerienses, observamos que suele presentar mayor porcentaje de omisión en todas las imágenes (excepto en la imagen elitista). Esta muestra fue seleccionada por los estudiantes de Maestro de la asignatura *Didáctica de las Ciencias Experimentales* de 1º de Primaria por lo que puede manifestar su intención de seleccionar una noticia "muy científica", es decir, aquella que muestra de alguna u otra forma su visión de la ciencia y que corresponde a una imagen muy distorsionada en la que sólo se combate la individualista y la descontextualizada (en ningún artículo aparece esta imagen explícitamente) y haciendo hincapié en la imagen elitista (ningún artículo la combate). Pensamos que la selección de los estudiantes podría obedecer a un estereotipo sobre la actividad científica (el 60% de los artículos seleccionados por los estudiantes son relativas a investigaciones y ninguno seleccionó otros eventos científico-tecnológicos como congresos, cursos, etc.) y que eso se transfiriera a los resultados sobre las imágenes.

- Otra tendencia que se observa es que el diario *Ideal* (ed. Almería) suele combatir en mayor medida todas las imágenes distorsionadas que el resto de las muestras comparadas, situándose entre las que menos las combate a los dibujos animados (excepto en las imágenes individualista y elitista). Por lo general, en los diarios se combate más que en los dibujos y en los cómics lo que pueda poner de manifiesto que las noticias científicas muestran una realidad científica que traspasa en mayor medida de lo que lo hace la ficción.

- Tal y como sucedía en el análisis de Gallego-Torres (2002) y Vílchez (2004), muchas de las imágenes distorsionadas aparecen en mayor medida por omisión que explícitamente o combatiéndola, aunque esta tendencia es menor en las muestras de las noticias de prensa donde se explicitan en mayor medida. De nuevo, la realidad supera la ficción pues, las noticias explicitan mejor tanto las imágenes distorsionadas como aquellas que se están combatiendo.

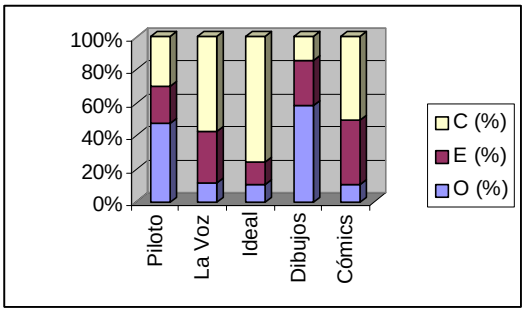


Gráfico 3. Imagen aproblemática de la ciencia.

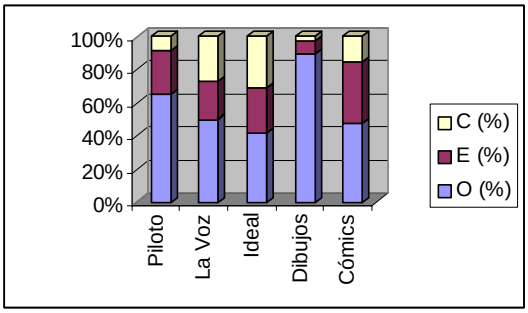


Gráfico 4. Imagen analítica y ahistórica de la ciencia.

En cuanto al análisis de cada una de las imágenes:

Empirista y ateórica (Graf. 1): En casi todas las muestras aparece mayoritariamente de forma explícita (en mayor medida en los cómics y dibujos animados) pues generalmente se suele mostrar que las investigaciones científicas se deben a la observación casual de datos obtenidos en el laboratorio e incluso se insiste en la idea de "descubrimientos" sin hacer mención a teorías previas. Esto sucede en

menor medida en las noticias científicas del diario *Ideal* donde el porcentaje mayor lo manifiesta la acción de combatirla.

Rígida (Graf. 2): Excepto el *Ideal*, la imagen rígida no es combatida en ninguna de las muestras omitiéndose cualquier referencia al carácter creativo de la investigación científica (Domínguez et al., 1999). Los dibujos y los cómics muestran esta imagen distorsionada por omisión pero en las noticias científicas aparece explícitamente (hasta el 46% de las noticias de La Voz).

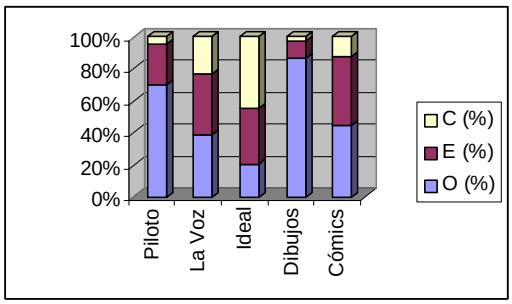


Gráfico 5. Imagen acumulativa lineal de la ciencia.

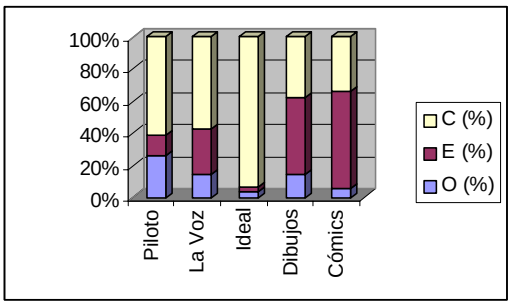


Gráfico 6. Imagen individualista de la ciencia.

Aproblemática y ahistórica (Graf. 3): esta imagen se encuentra entre las más combatidas por las noticias científicas (en contraposición a los dibujos y los cómics) debido a que se suelen incluir los contextos geográficos, el horizonte temporal, las áreas de la vida sobre la que influye la actividad científica, etc. lo que favorece la evolución del conocimiento y sus perspectivas en el futuro. No obstante, la existencia de problemas durante la actividad investigadora no se suele atribuir a las discrepancias entre los científicos lo que manifiesta una imagen muy consensuada de la ciencia.

Analítica (Graf. 4): Se trata de una imagen deformada que suele encontrarse por omisión en la mayoría de las muestras analizadas. Sin embargo, en la prensa escrita de Almería hemos observado un esfuerzo por señalar la integración entre disciplinas y evitar una excesiva parcelación de la actividad científica. Este aspecto contribuye a que sea algo más combatida que en los cómics y en los dibujos animados, sobre todo respecto a estos últimos donde su omisión alcanza un 90% de los casos y no es combatida en ninguno.

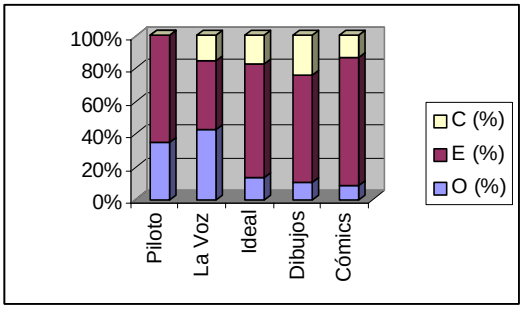


Gráfico 7. Imagen elitista de la ciencia.

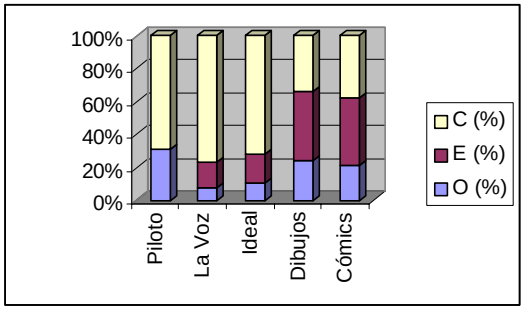


Gráfico 8. Imagen descontextualizada de la ciencia.

Acumulativa lineal (Graf. 5): Esta imagen es más combatida en la prensa en Almería que en los dibujos y los cómics. Ello se debe a que se presenta la actividad científica en perspectiva temporal, enseñando la coexistencia trabajos y la interacción entre grupos. Cabe señalar, de nuevo, la fuerte omisión en los dibujos animados. Sin embargo, también es preciso destacar la presencia explícita en, aproximadamente, un 40% de las noticias analizadas lo que indica que es una imagen distorsionada bastante extendida.

Individualista (Graf. 6): Es una de las imágenes combatidas en las diferentes situaciones de estudio sobre la prensa escrita de Almería y también una de las que más se demarca del análisis de los dibujos animados y de los cómics. Es habitual en la prensa escrita la abundante mención a científicos trabajando en colectivo, la mención de equipos de investigación y en parte a la interacción entre instituciones.

Elitista (Graf. 7): Esta imagen deformada de la ciencia se constituye en la más encontrada en forma explícita en la totalidad de los casos. A pesar de que la prensa escrita haga constantes referencias a grupos de investigación, se constata la constante referencia a expertos y especialistas, destacando eventos dirigidos a una élite. Las referencias a investigadoras, jóvenes, investigadores de otras culturas son escasísimas y nulas en algunos de estos colectivos.

Descontextualizada (Graf. 8): Esta es otra imagen muy combatida tanto en la prensa escrita de Almería como en los dibujos animados y los cómics. Entre los factores que determinan este resultado en la prensa escrita podemos señalar la importante atención a tópicos CTS, la relación entre la actividad científica y las áreas de la vida social a las que dirige su trabajo, la mención a mecanismos de difusión, instituciones, los aspectos geográficos y temporales, etc. No es de extrañar este resultado por cuanto la divulgación científica a través de los medios de comunicación suele centrarse en “cuál es el logro”, “qué aporta a la mejora de la calidad de vida” y “la inversión que ha supuesto”.

Conclusiones

La presencia explícita de las imágenes distorsionadas descritas anteriormente, la ausencia de ponerlas en conflicto (combatirlas) o, incluso, la omisión que favorece el que la población siga manteniéndolas (y reforzándolas) en las noticias científicas (de la prensa almeriense) no permiten (a la población) construir una imagen adecuada y consensuada de la ciencia. De este modo, el público que lea habitualmente las noticias científicas de la prensa almeriense puede afianzar la idea de que la ciencia es elitista, bastante empirista y ateórica, rígida y linealmente acumulativa y tan solo considerará que se desarrolla en grupos y basándose en problemas a resolver en los que se suele mostrar una perspectiva histórica (aunque, eso, sí, problemas muy consensuados por *todos* los científicos y que, dificilmente crean controversia entre ellos).

Por esto, no podemos afirmar que la prensa almeriense, a través de sus noticias científicas, esté ayudando a alfabetizar científicamente a la población. Sin embargo, el análisis de estas noticias (y de las imágenes

sobre la ciencia que muestran), en el ámbito escolar, si podría contribuir con esta finalidad siguiendo una metodología similar a la utilizada por Vilchez (2004) para detectar los errores en los dibujos animados.

La medida de la alfabetización científica de la ciudadanía a través de su comprensión de las noticias científicas debería realizarse, por un lado, a través de aquellas noticias que muestren una imagen adecuada de la ciencia y, por otro lado, del análisis de las imágenes distorsionadas de las que se alejan bastante de la realidad científica.

Referencias bibliográficas

Brennan, R (1992). *Diccionary of scientific literacy*. New York: Wiley

Cantero, B. Y GARCÍA, P. (2005). ¿Qué dice la prensa sobre el sida? Sociedad y contenidos científicos. *VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias*. Granada.

Desautels, J. Y Larochelle, M. (2003). Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), pp. 3-20.

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

Domínguez, P.L.; Marco, B.; Mazo, H.; Pueyo, J.L.; Roda, V.M. Y Sánchez, M.D. (1999). Alfabetización científica por internet. El caso del C60. En Martínez Losada, C. y García Barros, S. *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias Actuales*. Servicio de publicaciones de la Universidad de La Coruña. pp. 501-513.

Gallego-Torres, A.P. (2002). *Contribución del cómic a la imagen de la ciencia.* Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Valencia.

Hazen, R; Trefil, J (1991). *Science matters. Achieving scientific literacy*. New York: Anchor Books Doubleday

Lapetina, J. (2005). *La divulgación científica a través de la prensa escrita de Almería (1992-2004).* Trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Memoria no publicada. Universidad de Granada.

Lapetina, J. Y Jiménez-Liso, M.R. (2005). La divulgación científica a través de la prensa escrita en Almería: protocolo de análisis y aplicación a una muestra piloto. *VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias*. Granada.

Membiela, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique*, 13, pp. 37-44

Shamos, M. (1995). *The myth of Science Education*. New Brunswick. New Jersey.

Vilchez, J.M. (2004). *Física y dibujos animados. Una estrategia de alfabetización científica y audiovisual en la educación secundaria*. Tesis Doctoral no publicada. Universidad de Granada.

La cámara oscura en la clase de ciencias. El tamaño de la imagen.

Ana Mª Criado [(1)(2)]; Rosa del Cid [(2)] y Antonio García-Carmona [(3)]

[(1)] Grupo GAIA, [(2)] Dpto. Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla. [(3)] Área de Ciencias. Colegio Luisa de Marillac. Sevilla. acriado@us.es; rdelcid@us.es; agarciaca@cofis.es

Resumen: En este trabajo se describe una actividad didáctica, realizada por maestros en formación, que forma parte de la unidad: *¿Cómo aprender investigando?*. Se muestra cómo, en el marco de una investigación escolar sobre la cámara oscura, se propicia que los estudiantes lleven a cabo una revisión de hipótesis, utilizando argumentos cualitativos. Además, se describe una propuesta de profundización, en esa revisión de hipótesis de corte más cuantitativo, que ensayaremos con los estudiantes a partir del curso próximo.

Palabras clave: aprendizaje por investigación, cámara oscura, formulación y revisión de hipótesis.

Title: The pinhole camera (dark room) in science classroom. The image size

Abstract: This paper describes part of a practical work, carried out by preservice teachers, related to the unit: *'How to learn by inquiry?'.* It shows how, in the context of an inquired–based approach to teaching, on the pinhole camera, our students are encouraged to carry out a hypothesis revision, using qualitative arguments. Besides, it describes a quantitative methodology proposal to study in depth the hypothesis revision to be tested next courses.

Key words: inquiry based learning, dark room, camera obscura

Introducción y objetivos

En este trabajo describimos una propuesta de trabajo práctico con una cámara oscura casera[1], que se diseñó y experimentó con objeto de promover estrategias de aprendizaje por investigación (Cañal, 1999) en maestros en formación. Explicamos cómo propiciamos que nuestros alumnos lleven a cabo un proceso de revisión de las hipótesis iniciales, utilizando argumentos cualitativos. Realizamos, también, una propuesta de profundización, de corte más cuantitativo, que ensayaremos a partir del curso próximo.

El objetivo inicial de la experiencia consiste en que los estudiantes encuentren un resultado que, posiblemente, contradiga sus primeras tentativas de respuesta. De este modo se propicia, expresamente, el proceso de

[1] No se refiere a la popular cámara de hacer fotos sobre papel fotosensible, denominada *cámara estenopeica* o *pinhole camera* (Hann, 1981; Calvani, 1988; Parente, 2006), sino a una gran caja (*dark room*) donde introducir la cabeza y observar directamente una imagen en colores e invertida.

reformulación de aquéllas y la búsqueda de nuevas explicaciones, con objeto de que concilien las predicciones teóricas con los resultados experimentales.

Todo ello se lleva a cabo dentro de una investigación escolar, acerca de las características de la imagen proyectada en una cámara oscura, donde los estudiantes se van a encontrar con que, en algunos casos, al aumentar la profundidad de la cámara, no se aprecia un cambio en el tamaño de la imagen.

Además de los objetivos señalados, en esta actividad se aprenden y aplican –integrados de manera natural– contenidos (conceptuales y procedimentales) de Óptica, Matemáticas y Tecnología; y se desarrollan objetivos actitudinales relacionados con la investigación escolar y el diseño de artefactos tecnológicos.

Desde hace ocho años, la experiencia se viene desarrollando con alumnos y alumnas de Magisterio, dentro de la asignatura optativa: Didáctica de la Física y de la Química, como trabajo práctico de la unidad didáctica denominada: *¿Cómo construir conocimiento investigando?.*

Aspectos metodológicos de la puesta en práctica e instrumentos

La identificación de las posibles ideas previas, sobre las características de la imagen en la cámara oscura, se realiza solicitando a los estudiantes que entregasen sus hipótesis por escrito. Es decir, una vez presentada la investigación escolar, y conocido el problema, completan un cuestionario abierto de tres preguntas similares, que han de responder con dibujos y frases explicativas. La referida al tamaño de la imagen es:

2a) Indica qué modificación(es) de la cámara alterarían el tamaño de la imagen. (Descripción)

2b) Razona tu respuesta y para ilustrarla realiza dibujos. (Fundamentación)

El seguimiento del desarrollo de la investigación escolar se refleja en el diario del profesor, recogiendo las preguntas más significativas surgidas en los grupos, las dificultades al acotar las variables a controlar y para llevar a cabo las comprobaciones empíricas, los resultados de la puesta en común, etc.

Un último instrumento de recopilación de datos es el *informe* que los grupos entregan al final de la experiencia.

Los tres primeros años sirvieron de experiencia piloto para ir depurando: las preguntas sobre las hipótesis, las instrucciones, el diseño tecnológico de la cámara, el diseño del informe final, y todo el desarrollo de la experiencia.

Descripción del trabajo práctico. Fases de la investigación escolar

El problema planteado

Como ejemplo de que una investigación se inicia debido a la existencia de una pregunta sin respuesta inmediata, se les plantea a los estudiantes que indaguen sobre el siguiente *problema*:

«¿Qué características tendrá la imagen apreciada en la cámara oscura?»

Con el objetivo de acotar el problema y centrar la atención de los alumnos en las variables que nos interesan, se les pregunta por la iluminación, la nitidez y el tamaño de la imagen. Si bien, aquí nos centramos en esta última.

I. Para llevar a cabo el trabajo práctico se les propone la construcción de una cámara oscura, con una gran caja de cartón (figura 1), o con cilindros de cartulina negra. Se les proporcionan las instrucciones precisas, tal como se describe en otro trabajo (Criado, del Cid y García-Carmona, en prensa[1]), y se refuerzan con la ayuda de una copia doméstica de un vídeo educativo[2].

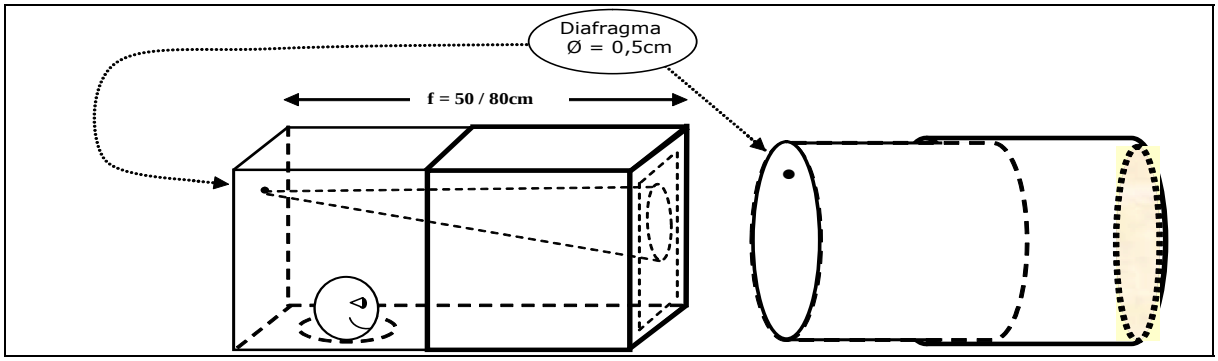


Figura 1: Cámara oscura realizada con una caja de cartón o con cartulina negra. El observador ha introducido su cabeza en ella y la sostiene con las manos.

II. Una vez planteado el problema, se les pide que formulen sus hipótesis por escrito. Esto les orienta hacia los factores que puedan afectar a las características de la imagen (factores relativos a la cámara como el tamaño del diafragma, o ajenos a la cámara como la distancia del objeto a la misma). Después consultan un documento elaborado como fundamentación científica de la cámara oscura (que se detalla más adelante), revisan sus hipótesis y pasan a la preparación de una tabla para la toma de datos.

III. A continuación, realizan sus comprobaciones empíricas con la cámara y anotan los datos en la tabla. Esto lo pueden realizar visualizando edificios próximos desde las ventanas del aula y también observando a un compañero, saliendo a los patios y galerías con luz solar.

IV. Recabados los datos, cada grupo escribe un informe que consiste en completar las tablas donde relacionan hipótesis, resultados definitivos y no concluyente, y resumen de las conclusiones más claras.

V. Se ponen en común los resultados y conclusiones de los grupos, se discuten y analizan las disparidades encontradas, y se propone su revisión.

VI. Se facilita a los alumnos un nuevo documento que apoye la revisión de hipótesis y se propone una breve sesión de las comprobaciones necesarias.

[2] Grabación doméstica de 5 minutos, de la serie "El Mundo de Beakman", (emitido a finales de los 90, en programa de Canal Sur "El club de las ideas").

Resultados

Las hipótesis de los estudiantes

Cuando se les plantea el problema, las creencias más frecuentes sobre los factores que influirán en el tamaño de la imagen, son, por este orden: 1) la distancia del objeto, 2) la profundidad de la cámara y 3) la apertura del diafragma. La descripción detallada de estas concepciones se realiza en otro trabajo (Criado, del Cid y García-Carmona, en prensa[2]).

Una vez escritas las hipótesis consultan la documentación que, en lo referido al tamaño de la imagen, se muestra en el cuadro I. Así, revisan aquéllas, antes de comprobarlas empíricamente. Las figuras aportadas en él, suelen conseguir que los estudiantes estén predispuestos a modificar sus ideas previas, a lo que ayuda que el apartado *a),* de ese cuadro, ratifique sus predicciones. La presunción de que el diámetro del diafragma afecta al tamaño de la imagen, ha de ser discutida en función de una influencia imperceptible.

La verificación empírica y puesta en común de los resultados de los grupos

Los estudiantes, advertidos de que dirijan el diafragma tanto a un edificio como a un compañero, observan en la práctica que lo previsto en el documento de consulta no se cumple siempre. En la puesta en común se pone de manifiesto que no hay unanimidad entre lo apreciado por todos los grupos: unos afirman ver con claridad el cambio en el tamaño de la imagen y otros no.

Profundizando en las condiciones de observación de unos y otros, emergen diferentes situaciones. Unos han hecho una cámara que apenas se puede alargar 5 ó 6 cm. En otros casos, hay que distinguir entre la observación a un compañero a 2m de distancia, y la realizada a un edificio mucho más alejado.

La revisión de las hipótesis

Preguntando, el profesor anima a los estudiantes a que propongan la explicación de estos resultados. Siempre hay quien se da cuenta de que se deben cumplir ciertas condiciones para que un alargamiento de la cámara produzca un aumento perceptible en la imagen. Con ayuda de dibujos en la pizarra realizados por voluntarios, se valora la importancia de las proporciones entre las dimensiones de las variables implicadas. Entonces se entiende, por ejemplo, que el cambio en el tamaño de la imagen es pequeño, si el objeto es el colegio avistado desde la ventana de nuestro laboratorio.

Tras la puesta en común, ampliando la información verbal y gráfica que hayan propuesto los estudiantes, se les aporta la información cualitativa mediante otro documento de consulta (cuadro II).

Nuevas comprobaciones empíricas, tras la revisión de las hipótesis

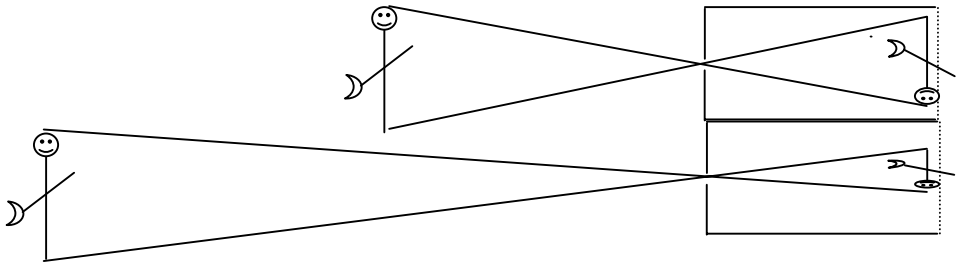
Con esta información, los grupos pueden realizar sus últimas comprobaciones empíricas y verificar que el cambio en el tamaño de la imagen sí se aprecia, cuando estamos observando a un compañero que cambia su posición entre 2 y 4 metros de distancia a la cámara. Pero con esta última

situación, si la profundidad de la cámara sólo se altera 5 ó 6cm, tampoco se aprecian cambios en el tamaño de la imagen.

Cuadro I. Documento de consulta. La cámara oscura 1. El tamaño de la imagen (I)

El tamaño de la imagen en una cámara oscura depende de:

a) Una variable ajena a la cámara como es la **distancia objeto – cámara**.

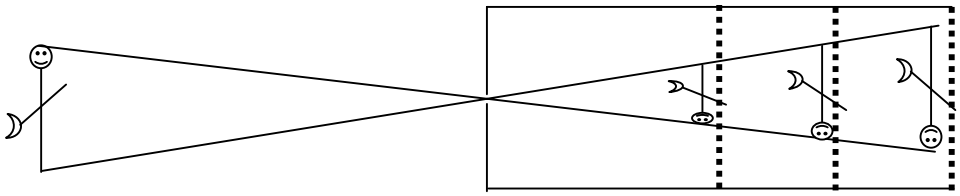


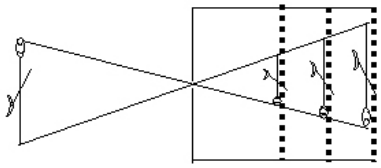
Es decir, los objetos lejanos se ven más pequeños que los que están cercanos, de la misma forma que ocurre habitualmente con nuestra vista.

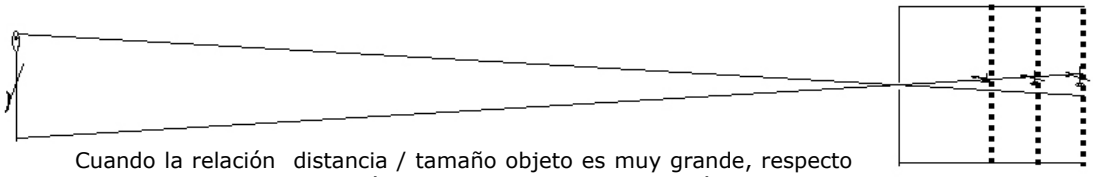
b) La **profundidad de la cámara**: cuanto mayor sea, mayor será la imagen.

Cuadro II. Documento de consulta: La cámara oscura 1. El tamaño de la imagen (II)

El cambio en el tamaño de la imagen en la cámara oscura y las **proporciones** entre la **profundidad** de la cámara, el **tamaño** del objeto y la **distancia** de éste







Cuando la relación distancia / tamaño objeto es muy grande, respecto a la profundidad de la cámara, un alargamiento de ésta, produce cambios imperceptibles en el tamaño de la imagen.

Aquí concluye la exposición de cómo hemos llevado a cabo el trabajo práctico hasta el último curso académico. A continuación, describimos la

propuesta de análisis cuantitativo, que hacemos a los estudiantes con idea de que comprueben sus hipótesis.

Propuesta de investigación cuantitativa

El problema que deseamos proponer a nuestros estudiantes consiste en que aporten datos numéricos concretos, ampliando la información que ya tienen, y que permitan predecir en qué condiciones podremos observar un cambio en el tamaño de la imagen, al modificar la profundidad de la cámara.

Dependiendo de las dificultades que notemos en ellos, se irá acotando el problema, con el aporte progresivo de información, hasta que veamos que pueden llegar a una conclusión por ellos mismos.

Es de destacar que en las figuras estamos realizando varias abstracciones que no se ajustan a la realidad. Dibujamos el diafragma a media altura de la cámara (pero así, lo taparíamos con la cabeza). Ubicamos el *muñeco- objeto* simétricamente situado con respecto al "eje óptico" de la cámara, lo cual tampoco es cierto. Esas diferencias nos llevan a que nuestras conclusiones sólo serán una estimación aproximada de lo que veamos en la práctica.

En un primer nivel de aproximación se les aportaría la figura 2 (sin marcar los ángulos hasta la fase siguiente), con las variables relevantes al problema. La denominación de los parámetros implicados en el fenómeno da lugar a los siguientes símbolos y significados:

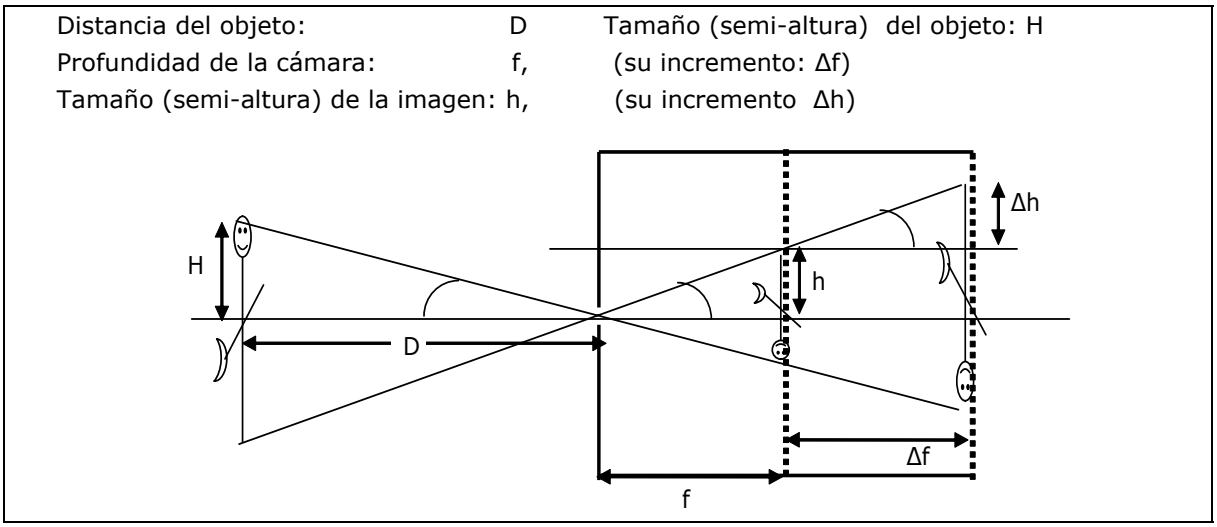


Figura 2: Parámetros implicados en el tamaño de la imagen en la cámara oscura.

En una segunda fase, requeriremos a nuestros alumnos que utilicen sus conocimientos de simetría, trigonometría, relaciones de semejanza etc., con el fin de que lleguen a la conclusión de que los parámetros indicados anteriormente guardan las siguientes relaciones:

$$H / D = h / f = \Delta h / \Delta f \qquad (I)$$

En una tercera fase se indicará que si en la pantalla de nuestra cámara, los rectángulos concéntricos están separados 1cm, podemos delimitar la diferencia de tamaño mínimo apreciable a ese valor. Es decir, acotando el problema a las dimensiones de nuestra cámara (profundidad, f = 0,50m; y su incremento, Δf= 0,30cm), para que seamos capaces de apreciar un aumento de 1cm en el tamaño del objeto observado, debe cumplirse que:

$$\Delta h \geq 0{,}01\text{m}$$

Con todo ello, el *problema* que queremos resolver ahora es:

«¿Qué relación se tiene que dar entre la distancia y el tamaño del objeto?»

Para abordarlo, los alumnos pueden construir una tabla, en una hoja de cálculo como Excel, con los valores reales de las distancias (D), de los parámetros característicos de la cámara (f e Δf), y de la semialtura (h) y su incremento (Δh), en la imagen. Con ello, los alumnos pueden hacer las comprobaciones pertinentes a fin de contrastar las hipótesis establecidas. Las tablas 1 y 2 son dos ejemplos de cómo se puede hacer.

Con el problema acotado en la igualdad entre la primera y última fracciones de la ecuación (I), se llega a la misma conclusión que ofrecen los valores de las tablas 1 y 3. Es decir, para que el cambio en la imagen sea perceptible, al alargar nuestra cámara 0,30m, la relación entre el tamaño (H) y la distancia del objeto (D) ha de ser:

$$D \leq 30 \cdot H$$

D(m)	*h(m) altura imagen para f = 0,50 h= H · f/D*	*h(m) altura imagen para f = 0,80 h=H · f/D*	*Δh(m) calculado como h(0,8)-h(0,5)*	*Δh(m) calculado como Δh=Δf · H / D*	*D / H*
2	0,125	0,200	0,075	0,075	4,000
4	0,063	0,100	0,038	0,038	8,000
10	0,025	0,040	0,015	0,015	20,000
15	**0,017**	**0,027**	**0,010**	**0,010**	**30,000**
20	0,013	0,020	0,008	0,008	40,000

Tabla 1: Cálculo de la relación distancia(D)/altura(H) de un objeto, para que un alargamiento (Δf=0,30m) de la cámara, produzca un cambio perceptible (Δh≥0.01m) en la imagen. El objeto es una persona cuyo torso es H=0,5 m.

D (m)	*h(m) altura imagen para f = 0,50 h= H · f/D*	*h(m) altura imagen para f = 0,80 h=H · f/D*	*Δh(m) calculado como h(0,8)-h(0,5)*	*Δh(m) calculado como Δh=Δf · H / D*	*D / H*
10	0,200	0,320	0,120	0,120	2,500
50	0,040	0,064	0,024	0,024	12,500
100	0,020	0,032	0,012	0,012	25,000
119	0,0168	0,0269	0,0101	0,0101	29,7500
120	**0,0167**	**0,0267**	**0,0100**	**0,0100**	**30,0000**
121	0,0165	0,0264	0,0099	0,0099	30,2500
140	0,0143	0,0229	0,0086	0,0086	35,0000

Tabla 2: Cálculo de la relación distancia(D)/altura(H) de un objeto, para que un alargamiento (Δf=0,30m) de la cámara produzca un cambio perceptible (Δh≥0,01m) en la imagen. El objeto es un edificio de 1 piso (H=4m).

Valoración final y expectativas sobre la propuesta

La utilización de esta cámara oscura, de visión directa e inmediata, y construida con una caja de cartón, se constituye como un recurso educativo simple, que consigue asombrar a unos estudiantes habituados a manejar artilugios tecnológicos mucho más sofisticados. También constituye una rica fuente de problemas a investigar desde el ámbito escolar.

Se ha descrito cómo se puede llevar a la práctica una actividad formativa para futuros maestros sobre procesos de aprendizaje por investigación, que podrán adaptar a su ulterior práctica docente. Con ello, se favorece la capacitación en lo relativo al uso de estrategias didácticas alternativas a la enseñanza transmisiva: la vivencia personal de toparse con resultados empíricos, que no resultan concluyentes respecto a las predicciones teóricas (incluso las avaladas inicialmente por el profesor); la revisión del proceso y el alcance de la resolución de las nuevas preguntas planteadas, mediante la consideración de razonamientos cualitativos sencillos. Todo ello incrementa, además, la autoconfianza en las posibilidades de resolver problemas.

Se ha completado la revisión de hipótesis con argumentos cualitativos, que hemos experimentado con nuestros estudiantes. Y se ha hecho la propuesta de un análisis cuantitativo que esperamos llevar a la práctica en futuros cursos. Con ella, esperamos atender las expectativas suscitadas en las posturas epistemológicas, que hacen que las personas tengan más confianza en un argumento cuando viene apoyado por datos numéricos.

Aunque sólo hemos presentado las características del estudio con futuros maestros, la propuesta también se puede llevar a cabo en la Educación Secundaria. Además de competir con las Nuevas Tecnologías, con este recurso se consigue que estudiantes, adolescentes y universitarios, puedan aplicar los conceptos de Física y Matemáticas implicados, utilizar con aprovechamiento una hoja de cálculo, practicar procesos de aprendizaje por investigación escolar, y, lo que es más importante, adquirir una buena actitud investigadora.

Este trabajo va asociado a uno los recursos utilizados en el Ámbito "Investigando sobre las máquinas y artefactos" del Proyecto Curricular Investigando Nuestro Mundo (INM6-12), diseñado por el grupo GAIA (HUM133).

Referencias

Cañal, P. (1999). Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la Escuela*, 37, 15-36.

Calvani, P. (1988). *Juegos científicos.* Madrid: Pirámide.

Criado, A.M., del Cid, R. y García-Carmona, A. (en prensa[1]). La cámara oscura en la clase de ciencias: fundamento y utilidades didácticas.

Criado, A.M., del Cid, R. y García-Carmona, A. (en prensa[2]). Las ideas de los alumnos sobre la cámara oscura.

Hann, J. (1981). *Los amantes de la ciencia*. Barcelona: Blume.

Parente, P. (2006). En: www.cs.unc.edu/~parente/igv/hw1/parente_hw1.html. Última consulta el 22-mayo-2006

Las concepciones de los futuros maestros sobre cómo formular los contenidos para los alumnos

Rosa Martín del Pozo (1), Rafael Porlán Ariza (2) y Ana Rivero García (3)

(1) rmartin@edu.ucm.es. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. (2) rporlan@us.es. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. (3) arivero@us.es. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla

Resumen: Presentamos algunos de los resultados obtenidos en la investigación que venimos desarrollando sobre las concepciones de nuestros estudiantes de Magisterio. En concreto, se describen aquellas relacionadas con los contenidos escolares, y se analiza en qué medida evolucionan al aplicar una estrategia formativa diseñada y desarrollada específicamente para modificarlas. Los resultados se obtuvieron de tres grupos diferentes, con diferentes profesores (los autores de este trabajo), y con la misma propuesta formativa. De cada grupo se analizaron las producciones de un equipo de estudiantes en tres momentos: antes de la intervención formativa, durante la misma y después de ella. Las conclusiones muestran la progresión del conocimiento profesional sobre los contenidos escolares de los sujetos, los obstáculos y dificultades que aparecen el proceso y las actividades formativas que parecen tener una mayor influencia en el mismo.

Palabras Clave: Formación inicial, Conocimiento profesional, Concepciones de los profesores, Contenidos escolares

Title: The conceptions of the futures teachers on how formulating the school curricular contents for the students

Abstract: We present some of the results obtained in a research that we are developing with our students in the Preservice Teacher Education. In particular, we are involved with the professional knowledge of our students regarding the school curricular contents and to what extent this knowledge evolves under a training strategy especially designed and developed to modify it. The results come from three different cases that were selected from three different matters with three different professors (the authors of this work). The three professors have in common the implemented training strategy. We analyzed the productions of each team of students before, during and after applying the training strategy. The conclusions of this work allow establishing a possible progression in the professional knowledge related to both the school curricular contents and the training activities according to their influence on the evolution.

Keywords: Pre-service Teacher Education, Professional Knowledge, Teacher's Conceptions, School Curricular Content

Introducción

Como formadores de maestros, nuestro interés se centra en el diseño, desarrollo y evaluación de propuestas formativas que incidan en las creencias y prácticas que, sobre problemas curriculares básicos, son habituales entre los estudiantes de Magisterio. Por tanto, pretendemos investigar la progresión de las concepciones de los futuros maestros y la influencia que en ella tiene una determinada propuesta formativa basada en la investigación de los estudiantes (Grupo DIE, 1999; Martín del Pozo y Porlán, 2000).

Los contenidos formativos de la propuesta se organizan en torno a tres *ámbitos de investigación profesional* relevantes para la práctica docente: las ideas de los alumnos, los contenidos escolares y la metodología de enseñanza. Estos ámbitos contienen una posible progresión del conocimiento profesional que nos sirve para orientar la intervención formativa, es decir, lo que denominamos una *hipótesis de progresión del conocimiento profesional* (Grupo DIE, 1999; Azcárate, Martín del Pozo y Rivero, 2001; Martín del Pozo y Rivero, 2001)

En anteriores encuentros hemos presentado resultados relacionados con las ideas de los alumnos y la metodología de enseñanza (Martín del Pozo y Porlán, 2000; 2002; Martín del Pozo y Rivero, 2004). En esta ocasión, describiremos y analizaremos la progresión de las concepciones de los estudiantes de Magisterio en torno a *los contenidos escolares* en el área de *Conocimiento del Medio* y, más concretamente, a la *formulación de los contenidos para los alumnos de Primaria*.

Los contenidos escolares forman parte esencial del sistema didáctico y los planteamientos sobre su naturaleza, selección, organización y presentación a los alumnos, son determinantes para valorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje (García, 1998; Izquierdo, 2005). En este sentido, los estudios sobre las concepciones de los profesores acerca de los contenidos escolares han puesto de manifiesto, entre otras cuestiones, que los contenidos son el elemento curricular que presenta una mayor resistencia a evolucionar (Porlán y Rivero, 1998; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998; Martínez y otros, 2001; Porlán y Martín del Pozo, 2004). De ahí nuestro interés por investigar los cambios y las dificultades que aparecen en el proceso formativo.

Hipótesis de progresión

En anteriores trabajos hemos desarrollado una hipótesis general sobre la evolución de las concepciones de los futuros maestros en relación con *los contenidos escolares* (Porlán, 1989; Martín del Pozo, 1994; Rivero, Grupo DIE, 1999; Porlán y Martín del Pozo, 2004) que podemos formular como sigue:

- Nivel de partida. Los contenidos escolares como una versión simplificada y enciclopédica de los conceptos de las disciplinas. Este punto de vista implica un predominio de lo conceptual sobre lo procedimental y actitudinal, una formulación y presentación temática de los contenidos y una organización aditiva, fragmentaria y sobrecargada de los mismos.

- Niveles de transición. Los contenidos escolares se plantean entre una visión más abierta de las disciplinas (conceptos, actitudes y procesos científicos) y una visión que considera los intereses y experiencias de los alumnos como referente privilegiado para seleccionar los contenidos.

- Nivel de referencia. Los contenidos escolares son el resultado de la integración y reelaboración de conocimientos que provienen de fuentes diversas. Se consideran un conocimiento diferenciado de otros (cotidiano, científico, etc) que se construye en el contexto escolar y que pretende el enriquecimiento del conocimiento cotidiano de los alumnos.

Teniendo esta hipótesis general presente, en el caso de las concepciones sobre cómo formular los contenidos para los alumnos, el nivel de partida (H1) que esperábamos encontrar en la mayoría de los sujetos se puede reflejar con la expresión: "*los contenidos se presentan a los alumnos con la misma lógica que el profesor los concibe para sí mismo"*. Mientras que el nivel que esperábamos que alcanzaran al final (H2) se puede corresponder con la frase: "s*e empieza a considerar la perspectiva del alumno y la necesidad de una lógica distinta de formular los contenidos para ellos, basada en problemas abiertos, proyectos, centros de interés, etc".* Al mismo tiempo, considerábamos previsible que aparecieran niveles intermedios, como de hecho así ocurrió. Por último, el nivel que considerábamos de referencia (R) se corresponde con la proposición: "s*e considera la perspectiva del alumno y una lógica distinta al formular los contenidos para ellos, así como la necesidad de que estén relacionados con la lógica del profesor y la de los metaconocimientos"*

Desarrollo de la investigación

Los datos se obtuvieron en las siguientes asignaturas de los estudios de Magisterio: *Las concepciones de los alumnos sobre la ciencia* (titulación de Educación Primaria de la Universidad Complutense de Madrid); *Didáctica y adaptaciones curriculares en el área de Conocimiento del Medio* (titulación de Educación Especial de la Universidad de Sevilla) y *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica* (titulación de Educación Primaria de la Universidad de Sevilla).

Para el trabajo en cada asignatura los estudiantes se organizaron en equipos. Éstos realizaron, en primer lugar, un estudio empírico para averiguar las ideas de una muestra de alumnos de Primaria y, posteriormente, propusieron un plan de enseñanza (contenidos y actividades) para hacerlas evolucionar.

La *secuencia formativa* en la que se originaron las producciones escritas objeto de este análisis, y que tuvo una duración media de 6 horas, fue la siguiente:

- A1. Los equipos elaboraron una *propuesta de contenidos* (Documento 1) teniendo en cuenta las ideas de los alumnos de Primaria previamente encuestados. No utilizaron ningún material adicional.

- A2. Después de comentar las propuestas realizadas por los equipos, el/la profesor/a presentó diferentes formas de organización y presentación de los contenidos escolares, coherentes con diferentes enfoques y modelos de enseñanza-aprendizaje, que fueron analizadas y discutidas

por los estudiantes.

- A3. Se entregó un guión de reflexión sobre *¿qué enseñar?* para que los equipos, teniendo en cuenta los recursos aportados en la actividad anterior, analizaran críticamente su propuesta inicial (Documento 2).

- A4. Los equipos diseñaron la versión final de su propuesta de contenidos (Documento 3), consultando todo el material acumulado y cualquier otro que consideraron necesario. El/la profesor/a les fue asesorando tratando de mantener un equilibrio entre el respeto a sus ideas y la aportación de elementos (informaciones, preguntas, relaciones, etc) que les sirvieran para avanzar.

Los tres documentos obtenidos (ver ejemplos a continuación) se sometieron a un análisis de contenido, estableciendo las unidades de información relativas a la categoría *formulación de los contenidos para los alumnos de Primaria* e infiriendo las concepciones iniciales (Doc. 1), intermedias (Doc. 2) y finales (Doc. 3) de los sujetos.

A continuación, se analizan los resultados obtenidos por tres equipos, de entre 4 y 6 estudiantes, uno por cada asignatura Los temas de trabajo que seleccionaron fueron respectivamente: la reproducción humana, la fauna y el espacio.

a) Concepciones iniciales de los equipos: uniformidad en el nivel de partida.

Los contenidos que plantean inicialmente los equipos son:

EQUIPO 1 (REPRODUCCIÓN):

1) La reproducción sexual:

1.1. Significado de fecundación (concepto de embarazo)

1.2. Individuos que intervienen en la fecundación: *Sexo masculino y Sexo femenino*

2) Diferencias entre aparatos reproductores:

2.1. Masculino: Testículos (espermatozoides) y Pene

2.2. Femenino: Ovarios (óvulo), Útero, Vagina, Trompas de Falopio.

EQUIPO 2 (ANIMALES):

1) Clasificación de los animales según diferentes criterios

2) Utilidad de los animales para el hombre

3) Características de las especies (físicas, externas)

4) Ecología (protección que debemos asegurar a los animales…)

EQUIPO 3 (ESPACIO):

1) Nociones básicas sobre el sol, las estrellas, las galaxias, los satélites y el sistemas solar

2) El origen del universo

3) El sistema solar: movimiento de los cuerpos celestes y planetas que lo forman

4) La luna: características y fases

5) La tierra: características, movimientos y sus consecuencias (el día, la noche y las estaciones)

En ninguno de los equipos se hace referencia expresa a una formulación específica para los alumnos. Solo tiene sentido formularlos para el profesor Así pues, el nivel de partida es el previsto en la hipótesis (H1).

b) Concepciones intermedias: tener en cuenta a los alumnos.

Después de la actividad A3, al reflexionar sobre su propuesta inicial, los cambios que los equipos pretenden hacer en su propuesta inicial son:

- EQUIPO 1 (REPRODUCCIÓN):

(Para presentar los contenidos a los alumnos:) *Primero, proponer una pregunta o dibujo, etc., motivadora, que suscite interés para que hagan una puesta en común y averiguar lo que piensan…*

- EQUIPO 2 (FAUNA):

Es necesario plantear los contenidos como un problema a resolver, porque de esta forma interesa al alumno la temática a tratar, dando sentido tanto a los contenidos teóricos como a la práctica posterior; porque posibilita la explicación y el cuestionamiento de las concepciones de los alumnos acerca de la temática, dando pie a la reestructuración, si es necesario; porque evita partir de planteamientos academicistas, demasiado abstractos; porque permite la adecuación (de los contenidos) *a su nivel intelectual y a las características de los alumnos.*

- EQUIPO 3 (ESPACIO):

De cara a los alumnos, los contenidos se deben presentar a través de problemas, centros de interés o proyectos. Esta es una forma más atractiva de abordarlos, ya que el trabajo va a consistir en responder a algo, e incluso en llevarlo a la práctica

Como puede apreciarse, en todos los equipos se reconoce la necesidad de "ponerse en el lugar" de los alumnos para formular los contenidos, lo que está en consonancia con el nivel que se consideraba posible alcanzar (H2). No obstante, todavía se trata sólo de una declaración de intenciones y no de formulaciones concretas, como veremos en el siguiente momento formativo.

c) Concepciones finales: propuesta de contenidos pensando en los alumnos

La propuesta final de los equipos es la siguiente:

- EQUIPO 1 (REPRODUCCIÓN):

Los contenidos se presentan a los alumnos mediante una pregunta previa motivadora (¿sabéis lo que pasa entre dos adultos cuando quieren tener hijos?) que les incite a expresar sus ideas y a llegar entre todos a una

primera conclusión que al final se revisará. El profesor actúa como observador y moderador.

- EQUIPO2 (FAUNA):

Los contenidos se presentan como problemas a trabajar con los alumnos, próximos a un contexto familiar y cotidiano (Ha entrado un gato en clase: ¿dónde vive?, ¿qué tipo de animal es?, ¿cómo se reproduce?, etc)

- EQUIPO 3 (ESPACIO):

Los contenidos han de formularse de dos formas diferentes pero relacionadas: una de cara al propio docente y otra para los alumnos. En el segundo caso se deben utilizar preguntas, problemas, centros de interés y proyectos de trabajo, porque es el único modo de que los alumnos participen activamente en su aprendizaje. Además, es una forma más amena y atractiva de abordarlos, ya que despierta su curiosidad. En el caso del universo se proponen los siguientes problemas y proyectos, así como el tiempo que deberían durar: P1 ¿Siempre ha sido igual el universo? (2 h.); P2 ¿Qué hay en el universo? (2 h.); P3 ¿Cómo están organizadas las cosas en el universo? (3 h.); P4 Hacer una maqueta del sistema solar (5 h.); P5 ¿Cómo es la tierra? (2 h.); P6 Hacer un mural sobre por qué hay estaciones (4 h.); P7 ¿Por qué a veces es de día y a veces es de noche? (4 h.); P8 Imagínate que fueras a la luna ¿qué te encontrarías? (3 h.); P9 ¿Vemos siempre redonda la luna? (2 h.); P10 ¿Afecta la luna a nuestras vidas? (3 h.). Total 30 horas lectivas. En un mapa conceptual se indica qué conceptos se tienen que trabajar para poder resolver cada problema. Los alumnos deben participar en la elección de las preguntas-problemas, indicando qué es lo que les interesa sobre el universo. A partir de ahí se debe sacar la versión definitiva de los problemas o proyectos a tratar. La misión del docente es ir induciendo a los niños a dudas y reflexiones de tal manera que ellos mismos se vayan encaminando hasta plantearse el problema siguiente.

Los equipos 1 y 2 hacen propuestas para tratar de acercar el contenido a los alumnos a través de preguntas motivadoras, lo que coincide con la hipótesis sobre el nivel que era posible alcanzar (H2). Sin embargo, no establecen una relación expresa con los contenidos que quieren enseñar. Esto es lo que el equipo 3 si ha sido capaz de elaborar. Se trata, por tanto, de una formulación más avanzada que la prevista y que, desde un gradiente de complejidad creciente, se sitúa entre el nivel de referencia (R) y la hipótesis sobre el nivel posible (H2).

Conclusiones

Como puede apreciarse en la Tabla 1:

a) El nivel de partida y el detectado son básicamente coincidentes en los tres equipos. El *centramiento en el profesor* es un obstáculo muy evidente en este nivel.

b) De la misma manera, dos de los tres equipos alcanzan el nivel que se había considerado posible al final de la secuencia formativa. Se empieza a pensar en el alumno con propuestas que tratan de captar su interés. El equipo 3, además, se plantea la relación entre ambas lógicas: la del alumno y la del profesor. El nivel alcanzado es de mayor complejidad que el

previsto como posible.

c) Finalmente, y aunque habrá que ver hasta qué punto estos primeros resultados se confirman, parece que las secuencias formativas desarrolladas favorecen una progresión en las concepciones de partida hacia planteamientos más complejos.

NIVELES	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
R (referencia) Se considera la perspectiva del alumno y una lógica distinta al formular los contenidos para ellos, así como la necesidad de que estén relacionados con la lógica del profesor y la de los metaconocimientos			
DH2R (detectado) Los contenidos se formulan de dos maneras diferentes pero relacionadas: una siguiendo la lógica del profesor y otra siguiendo la lógica del alumno (preguntas, problemas, proyectos, etc)			3
H2 (hipotético posible y detectado) Se empieza a considerar la perspectiva del alumno y la necesidad de una lógica distinta al formular los contenidos para ellos, basada en problemas abiertos, proyectos, centros de interés, etc.		1 2 3	1 2
H1 (hipotético de partida y detectado) Los contenidos se formulan para los alumnos con la misma lógica que el profesor los concibe para sí mismo	1 2 3		

Tabla 1. Niveles hipotéticos, detectado y de referencia

Referencias bibliográficas

Azcárate, P.; Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Los ámbitos de investigación profesional. En F. Javier Perales y otros (Eds.): *Actas Congreso Nacional de Didácticas Específicas*. (pp. 1613-1622). Granada: GEU.

García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

Grupo DIE. (1999). Formarse para cambiar la práctica. Los ámbitos de investigación. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 47-81.

Izquierdo, M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.

Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (2000). Materiales curriculares para hacer evolucionar las concepciones de los futuros maestros sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias. En M. Martín y J.G. Morcillo (Eds.): *XIX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.397-401). Madrid.

Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (2002). Las ideas de los alumnos como ámbitos de investigación profesional. En: *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.387-395). La Laguna.

Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001).Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado,* nº 40, pp. 63-79.

Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2004). La progresión en las concepciones de los estudiantes de Magisterio sobre la secuenciación de actividades de enseñanza-aprendizaje. En: *XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp.103-106). San Sebastián.

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

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (2004). The Conceptions of In-service and Prospective Primary School Teachers About Teaching and Learning of Science. *Journal of Science Teacher Education,* 15(1), 39-62.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.

Porlán, R.; Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II : Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

¿Cual es la secuencia de enseñanza del profesor de Ciencias?

Concepción González Rodríguez [1], Cristina Martínez Losada [2] y Susana García Barros [2]

(1) Centro de Educación y Promoción de Adultos (EPA). "Eduardo Pondal". C/Pepin Rivero s/n.15003. A Coruña. concepción.gonzalez@edu.xunta.es.

(2) Facultade de Ciencias da educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. susg@udc.es y cmarcl@udc.es

Resumen: En este trabajo se analiza la acción educativa, asociada a la secuencia de enseñanza de una hora de clase, manifestada por una muestra de profesores que en la actualidad imparten el área de ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria obligatoria. Se han tenido en cuenta para los criterios de análisis de las tendencias de los profesores los modelos de Transmisión-Recepción, Tecnológico, Descubrimiento y los basados en la orientación constructivista del aprendizaje.

El análisis de los resultados nos indica, que el profesorado mantiene una concepción tradicional de la enseñanza aprendizaje de las ciencias, utilizando mayoritariamente el modelo de transmisión-recepción que complementan con algunas actividades.

Palabras clave: Pensamiento docente, Formación, Secundaria, Acción educativa

Title: Which is the natural science teacher´s sequence teaching?

Abstract: In this study the educational action is analyzed, associated with a teaching sequence of one hour class, stated by a sample of teachers that nowdays are teaching in the area of Natural Science in the Compulsory Secondary Education. The patterns of Transmission-Reception, Technological, Discovery as well as the patterns based in the Constructivist training of apprenticeship have been considered for the criterion in the analysis the teacher´s tendencies.

The analysis of the results shows that the teaching staff keeps a traditional conception about the teaching of Natural Science, using, mainly the pattern of transmission-reception complemented with some other tasks.

Key words: Teaching thought, training, secondary school, educational action.

Introducción

El currículo propuesto en el actual sistema educativo español, tiene carácter abierto y se estructura en diferentes niveles de concreción, siendo el profesorado el último responsable del currículo que se imparte en las aulas.

Estos han de tomar decisiones respecto a la planificación y actuación docente, ya que son los profesionales encargados de interpretar las recomendaciones oficiales, adaptarlas al centro educativo y al aula. En dichas decisiones ejercen una notable influencia las ideas y concepciones que los profesores tienen sobre la enseñanza aprendizaje de las Ciencias (Porlan y Rivero, 1998; Campanario y Otero, 2000).

Todo ello, nos llevó a tratar de conocer, cuales son los posibles modelos de clase a los que se asocia la acción educativa "manifestada" por el profesorado que imparte en la actualidad el área de ciencias de la naturaleza en la enseñanza secundaria. Se han tenido en cuenta los criterios de análisis utilizados para los modelos y/o tendencias de profesores en enseñanza de las Ciencias que han tenido una mayor incidencia en los últimos tiempos: Transmisión-Recepción, Tecnológico, Descubrimiento y los basados en la orientación constructivista del aprendizaje (Porlán, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1998). En concreto, en este trabajo se pretenden aportar datos sobre lo que manifiestan que hacen los profesores durante una hora de clase y los materiales y/o recursos que utilizan para ello.

Metodología

Se han seleccionado un total de 10 profesores, 5 con experiencia superior a diez años y 5 con menor experiencia, como muestra representativa del profesorado. Todos ellos imparten por lo menos un curso en la etapa de secundaria obligatoria. En todo momento se ha garantizado la absoluta confidencialidad de los datos aportados, de ahí que no se haya establecido ninguna distinción entre los profesores participantes, refiriéndonos a todos ellos con el apelativo "profesor/ docente" o P1, P.2,... .

Para conseguir información sobre lo que "*manifiesta que hace*" sobre los distintos aspectos (tiempos de explicación, la utilización de otros materiales de apoyo o de elaboración propia, las actividades que realizan, otros recursos, etc.), se elaboró un protocolo combinado "encuesta -entrevista " que nos permite el contraste de los datos obtenidos a través de ambos instrumentos (Sánchez Blanco y Valcárcel, 2000). En ambos protocolos se utiliza como tópico, para esa secuencia de clase, los contenidos sobre nutrición vegetal.

La encuesta incluye preguntas semiabiertas que nos aporten una primera información sobre el sistema de enseñanza-aprendizaje y los recursos que utilizan. También se les pregunta sobre su uso del libro de texto, la importancia de su elección y la valoración del mismo. Dichas respuestas facilitan la organización de la entrevista posterior (Melo, 1999).

En cuanto a la entrevista, se utiliza el modelo semi-estructurado, usándose como guión las respuestas obtenidas en el cuestionario previo, lo que facilita que el entrevistado reflexione y profundice sobre estos temas. La entrevista se estructura siguiendo las cuestiones recogidas en la tabla 1, transcribiéndose las respuestas dadas por los participantes.

1. Modelo de enseñanza- aprendizaje

1.1. ¿Qué haces en este tema?, ¿existe una secuencia?. es decir, empiezas de alguna manera especial, en que momento explicas, pones ejercicios, haces prácticas, actividades complementarias relacionadas (salidas, proyecciones, etc.).
1.2.¿Los contenidos que consideras importantes y necesarios, están en el texto o tienes que ampliar con otros materiales?.
1.3.En caso afirmativo. ¿Cuales utilizas?.

2. Actividades

2.1. ¿Realizas actividades de lápiz y papel, en este tema?. ..... En caso afirmativo, responde a las siguientes cuestiones:
( ) Realizas las que figuran/ en el texto. ¿Todas?. ¿Cuales?.
( ) Realizas actividades de otros manuales (indícalos).
( ) Realizas además actividades de elaboración propia. ¿Por qué?. Por ejemplo
2.2.¿Realizas actividades prácticas, en este tema?. En caso afirmativo, responde a las siguientes cuestiones:
( ) Cuando propones su realización.
( ) Sólo las que figura/ en el texto. ¿Todas?. ¿Cuales?
( ) Realizas actividades de otros manuales (indícalos).
( ) Realizas además actividades de elaboración propia. ¿Por qué?. Por ejemplo
2.3. ¿En que sentido tienes en cuenta las actividades (lápiz y papel / prácticas, etc.), en el proceso de evaluación?.

3. Otros recursos

3.1.¿ Realizas visionados de vídeo, diapositivas, etc. sobre este tema?. Cuáles y para que contenidos específicos.
3.2.¿Utilizas diapositivas, en este tema?. En caso afirmativo, señala cuáles, cuando y para qué.
3.3.¿Se utiliza el trabajo por grupos?. En caso afirmativo, señala en que tipo/ s de actividades, y/ o en relación a que conceptos concretos.
3.4.¿Utilizas salidas o visitas complementarias, relacionadas con este tema?. En caso afirmativo, señala cuáles, cuando y cual es su finalidad.

Tabla. 1. Entrevista a los profesores

Resultados

Todos los profesores, excepto P4 y P6, utilizan el libro de texto como material didáctico básico, y en él figuran los contenidos que ellos han programado como más importantes. También valoran positivamente la editorial que están utilizando en la actualidad. En concreto los aspectos mejor valorados son la presentación, la adaptación a los temas de actualidad y al currículo oficial, mientras que valoran negativamente el número insuficiente de actividades prácticas y la reducción conceptual.

En cuanto a la utilización de otros materiales. Todos los profesores, excepto P.1 y P.10, declaran emplear habitualmente como sistema de apoyo, algún manual de prácticas. Sin embargo, los profesores que manifiestan realizar una programación personal al margen del libro de texto (P.4 y P.6), emplean materiales más variados.

La elaboración de materiales propios es escasa (si exceptuamos a P.4 y P.6), y se limita a la elaboración de esquemas y dibujos (P.5, P.8) o de algunas actividades (P.1, P.8, P.9, P.10).

Centrándonos en las actividades que realiza el profesorado participante en este trabajo (tabla 2) cabe señalar que, son básicamente de lápiz y papel y

prácticas con menor frecuencia. Estas actividades se complementan de forma esporádica (menos de 5 veces en el curso) con otras, que necesitan como recurso las salidas al medio natural y a museos, fábricas, etc.

Con respecto a las actividades de lápiz y papel, se observa bastante uniformidad pues son utilizadas por todo el profesorado y se realizan básicamente en el aula (a excepción de P.7), teniéndose en cuenta en la evaluación. La fuente de selección es básicamente el libro texto, si exceptuamos a P.4 y P.6 que recurren a otros textos y/o a la elaboración propia. Por otra parte, tan sólo tres profesores utilizan exclusivamente el texto (P.2, P.5 y P.7).

En las actividades prácticas, ya no existe un criterio tan homogéneo pues dos profesores (P.1 y P.10) prescinden de ellas y otros dos (P.7 y P.8), aunque las realizan, no las tienen en cuenta en la evaluación. Todos los profesores, utilizan otras fuentes diferentes al texto (manuales específicos, elaboración propia) para la realización de estas actividades.

PROFESORES				**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**	**P.5**	**P.6**	**P.7**	**P.8**	**P.9**	**P.10**
Actividades (*)	Lápiz y papel	Realizan activ. lápiz/papel		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Se valoran en la evaluación		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
		Fuente	Texto	*	*	*		*		*	*	*	*
			Otras fuentes	*		*	*		*		*	*	*
	Prácticas	Realizan prácticas			*	*	*	*	*	*	*	*	
		Se valoran en la evaluación			*	*	*		*				
		Fuente	Texto		*	*		*		*		*	
			Otras fuentes		*	*	*	*	*	*	*	*	
	Otras, dirigidas a:	Visitas (al medio natural)		*		*	*	*	*	*	*	*	
		Salidas (museos, fábricas, etc.)			*	*				*	*		*
		Visionado de vídeos			*	*	*		*		*		
		Uso de TIC				*	*		*		*		
		Se valoran en la evaluación				*						*	*
Agrupación de los alumnos	En gran grupo			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Individuales							*					
	En pequeño grupo (actividades prácticas y lápiz /papel)			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 2. Aportaciones de los profesores sobre el modelo de clase

Todos los profesores efectúan visitas complementarias fuera del centro a espacios naturales y/o a museos a lo largo de la etapa en esta área. Sin embargo la utilización de actividades dirigidas a visionado de vídeos y/o de

TIC, sólo las realiza la mitad del profesorado, concretamente cuatro de ellos emplean ambos tipos (P.3, P.4, P.6 y P.8) y P.2 sólo el primero. En cualquier caso, este grupo de actividades, prácticamente no se valoran en la evaluación, a excepción de P.3, P.9 y P.10.

Todos los profesores emplean distintos tipos de agrupación de los alumnos. En gran grupo organizan la explicación verbal y/o actividades complementarias (video, salidas) y en pequeño grupo las actividades de lápiz y papel y/o prácticas. Sin embargo existen diferencias entre profesores en cuanto a la frecuencia de este tipo de agrupación. Por ejemplo, P.7 no realiza actividades de lápiz y papel en el aula, por lo que el trabajo en pequeño grupo, se limita a las prácticas, mientras que otros profesores (P.1 y P.10), se limitan a las actividades de lápiz y papel u otras pues no realizan prácticas. Únicamente un profesor (P.5), manifiesta que realiza en el aula trabajo individual.

Modelo A	• "*Leemos el libro a lo largo de las dos semanas que le dedico a cada tema, y yo les insisto en algunas cosas y ellos toman algún apunte, ...No hacen actividades en clase, ni parte de ideas previas porque ya sabe de que pie cojean..."* (P.7)
Modelo B	• "*Voy explicando un poco y luego haciendo ejercicios, con el libro de Anaya es fácil, porque cada dos páginas tiene 2 ó 3 ejercicios, que vamos resolviendo*...." (P.1) • "*Algunos días paso la clase explicando, y esos días procuro que muevan el libro de adelante atrás y viceversa,...., otros días procuro combinar con ejercicios y…* ." (P.2) • "*La explicación me suele durar 20 minutos. Después hacemos dos o tres actividades del libro, o bien les doy yo un boletín con ejercicios, ya que a veces las del libro no se ajustan a lo que yo resalté en al explicación...* "(P.8)
Modelo C	• *"Comienzo por una cuestión o problema y que me digan lo que piensan,.... luego cuando pasa cierto tiempo se lo vuelvo a dar para ver si opinan distinto sobre esa cuestión...."* (P.3) • *"Hay que empezar desmontando las ideas previas, para introducir un nuevo concepto, ..., para ello lo que hago es suscitar debates entre ellos y hacer actividades que traten de desmitificar el concepto y hacer un hueco al nuevo...."* (P.5) • "*En las cuestiones previas, les reconduzco y dirijo bastante, para que contesten lo que yo quiero*...". (P.9) • "*Comienzo con una pregunta oral y luego explico, e intercalo actividades, ya que no son capaces de mantener mucho tiempo la atención....* "(P.10)
Modelo D	• *"No utilizo libro de texto. Yo procuro hacerles la introducción teórica del material que yo les preparo y luego ellos hacen las actividades que les propongo, ...Muchas les ayudo yo a completarlas"* (P.4) • "*Yo procuro introducirles el material que les preparo y..... entrego fotocopiado, y luego completen con actividades*.... "(P.6)

Tabla 3. Justificaciones realizadas por los profesores, sobre la secuenciación de enseñanza

El análisis de la información aportada por los profesores, referente a secuenciación de enseñanza en una hora de clase, nos permite identificar 4 modelos diferentes de secuencia. En la tabla 3, se adjuntan frases de los profesores que nos facilitaron la caracterización de dichos modelos. Así mismo en la tabla 4, se sintetizan las secuencias expresadas por cada profesor.

Modelos	**Secuenciación**	**Especificaciones**
Modelo A	⇒ Explicación	**P.7** ⇒ Explica siguiendo el libro. Va leyendo el libro con ellos y debate sobre sus propuestas
Modelo B	⇒ Explicación ⇒ Actividades	**P.1**⇒ Explica nuevos conceptos⇒ Hace actividades y las corrige ⇒ Retoma la explicación **P.2** ⇒ Explica nuevos conceptos, insistiendo en las relaciones⇒ Hace actividades⇒ Retoma la explicación y/ o se hace algún comentario, para facilitar su interés **P.8** ⇒ Explica nuevos conceptos, comenzando por un esquema y tratando de contextualizar el tema con ejemplos⇒ Hace actividades
Modelo C	⇒ Citan la detección de previas ⇒ Explicación ⇒ Actividades	**P.3** ⇒ Hace alguna actividad pendiente / o una lectura / o cuestión al aire ⇒ Explica **P.5** ⇒ Trata la detección de ideas con debates⇒ Introduce el nuevo concepto ⇒ Explica, comenzando por un esquema y finalizando con preguntas o comentarios sobre lo que han entendido ⇒ Hace actividades de auto-evaluación **P.9** ⇒ Tratan la detección de ideas con preguntas impersonales⇒ Explica ⇒ Hace actividades **P.10** ⇒ Trata las ideas previas con cuestiones ⇒ Explica un tiempo limitado ⇒ Hace actividades y corrige alguna ⇒ Retoma la explicación ⇒Hace actividades y corrige alguna
Modelo D	⇒ Se aporta material al alumno ⇒ Se introduce teóricamente ⇒ Se modera su trabajo	**P.4** y **P.6**⇒ Entregan el materiales de la UD al alumno ⇒ Explican brevemente su contenido ⇒ El alumno trabaja con ese materiales y ellos sólo lo reconducen

Tabla 4. Categorización de los aspectos de interés, señalados por los profesores sobre el modelo de clase, según la secuenciación de enseñanza.

Como se puede apreciar en la tabla 4, la mayoría del profesorado se acoge a una secuencia de presentación oral de nuevos contenidos acompañada de actividades de aplicación y/o refuerzo de la presentación realizada, a

excepción de P.7 que dedica la clase exclusivamente a la explicación de la propuesta del texto. Varios de estos docentes (P.3, P.5, P.9, P.10) contemplan además la detección de ideas, que realizan a través de cuestiones o preguntas específicas previas a la presentación oral. Por otra parte, los dos profesores que no emplean texto (P.4 y P.6) adoptan una secuencia algo diferente, ya que parece que restringen su explicación a la introducción del material que aportan al alumnado.

Conclusiones

Todo lo expuesto nos lleva a pensar que el profesorado de la muestra mantiene una concepción tradicional de la enseñanza aprendizaje de las ciencias, utilizando el modelo de transmisión-recepción (Porlán, 1993; Pozo y Gómez Crespo, 1998), en el que complementan la explicación verbal con actividades, al menos de lápiz y papel dirigidas en su mayoría a la aplicación de la teoría. Además, el libro de texto se mantiene como "guía básica de enseñanza", ratificándose así su importancia en la práctica de aula.

Así mismo, los docentes limitan las actividades de lápiz y papel que realizan en su práctica totalidad a las que figuran en los textos, siendo la elaboración de material propio muy escasa, limitada a la confección de algunas actividades complementarias, lo cual nos sugiere una tendencia dirigista y poco innovadora, que percibe dificultades en la realización de actividades abiertas o diferentes a las propuestas por el texto.

Por otra parte, se observa un avance positivo del profesorado en la utilización de las actividades prácticas, para las que además utilizan manuales específicos, al ser conscientes de la mala o nula presencia de estas actividades en los textos (Martínez Losada et al, 1998). Sin embargo, el hecho de que no tengan en cuenta dichas actividades en la evaluación, parece indicar que a la hora de seleccionar lo que consideran realmente importante, se reafirman en una enseñanza de las Ciencias centrada en los contenidos conceptuales "*clásicos*", en la que el alumno actúa como receptor pasivo (Martínez Aznar et al, 2002). Este hecho se ratifica así mismo en otras actividades, como las TICs y las visitas a espacios naturales y/o centros de interés, ya que el profesorado reconoce su utilización esporádica (1 ó 2 salidas en el curso) y sin valoración en la evaluación.

También se percibe que parte del profesorado reconoce que los alumnos tienen concepciones espontáneas, y que para que el alumno aprenda es necesario que el profesor "corrija" esas ideas, a fin de que sustituidas por las correctas. Sin embargo, a lo largo de la secuencia de enseñanza que proponen, no vuelven a mencionarlas ni indican que hacer con ellas, simplemente "*señalan su existencia*". Por lo tanto, todo el profesorado, incluso el que se podría considerar como "innovador", está todavía muy alejado de un modelo de profesor que se acerque a un "aprendizaje por asimilación de significados" basado en la orientación constructivista del aprendizaje (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Todo ello nos lleva a pensar que, en el profesorado de secundaria de ciencias, se sigue manteniendo un enfoque dirigido a la transmisión de conocimientos ya elaborados, de carácter a veces excesivamente formal (Sanmartí, 1993), por lo que sería necesario un cambio en el sistema de

formación, ya que los clásicos “cursillos” han tenido su valor en un momento determinado, pues sirvieron fundamentalmente para presentar la filosofía de la Reforma a los claustros, pero no siempre han resultado todo lo eficaces que debieran.

A nuestro juicio urge promover nuevas iniciativas formativas, imaginativas, haciendo al profesorado más activo en su propio proceso. Para ello sería conveniente incentivar a aquellos grupos de profesores que realmente estén interesados en mejorar su actividad docente a través de planteamientos teóricamente fundamentados y de la perspectiva de la investigación-acción.

Referencias bibliográficas

Campanario, J. M., y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.

Martínez Aznar, M. M., Martín del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernández Lozano, M. P., y Guerrero Serón, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la "acción docente" de los profesores de ciencias de educación secundaria. Parte II. Enseñanza de las Ciencias, 20(2), 243- 260.

Martínez Losada, C., García Barros, S et al. (1999). Enseñar Ciencias en educación primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores? *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. Martínez Losada y García Barros. (pp. 199-210). A Coruña: Universidade da Coruña.

Melo, I. (1999). *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias: concepciones y prácticas de profesores con y sin experiencia en la docencia.* Tesis doctoral. Universidad de Huelva.

Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Diada.

Porlán, R., y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.

Sanmartí, N. (1993). ¿Hi ha diferents maneres d´aprender ciéncies?. *Guix*, 185, 4-11.

Sánchez Blanco, G. y Valcárcel, 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.

¿Cómo ha cambiado la opinión del profesorado de ciencias de secundaria sobre la práctica docente entre 1988 y 2002?

Carmelo Tejera Rodríguez[1], Nicolás Elórtegui Escartín[2], José Fernández González[3], Esteban Francisco de la Cruz Torres[4]

[1]IES Virgen de La Candelaria, Tenerife, ctejrod@gobiernodecanarias.org. [2]IES Chapatal, Tenerife, neloesc@gobiernodecanarias.org. [3]Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de La Laguna, jofdez@ull.es. [4]Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de La Laguna, estebandelacruz@canarias.org Grupo Blas Cabrera Felipe-GITEP. Universidad De La Laguna. C/Heraclio Sánchez, 37, 38204 La Laguna, Tenerife

Resumen: Se analiza cómo ha cambiado el pensamiento del profesorado de Ciencias de la Comunidad Canaria en el periodo comprendido entre 1988 y 2002, como consecuencia de la implantación de la Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE). Se comparan los resultados de dos estudios que coinciden con el inicio y la finalización de la implantación de la ley estableciendo cuáles son las opiniones que han cambiado y cuáles permanecen. Finalmente, tomando como base las conclusiones, se elabora una serie de propuestas dirigidas a los diferentes colectivos implicados en la educación.

Palabras clave: pensamiento profesor, ciencias experimentales, educación secundaria, práctica docente.

Title: How Science teachers thinking about teaching practice has change from 1988 to 2002?

Abstract: Science teachers thinking change has been analysed through the period between 1988 and 2002, as a consequence of the implantation of the General Organic Law of Educative System (LOGSE). Results of two studies made at the beginning and at the end of the implantation of the law are compared, and the changing and stables opinions are established. Finally, after the conclusions, there has been made a group of propositions for different collectives related with education.

Key words: teacher thinking, experimental Sciences, secondary education, teaching practice.

Introducción

La Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE) ha supuesto la introducción de importantes cambios en la estructura y el funcionamiento de la educación en España. La transformación se ha hecho realidad paulatinamente a través de las diferentes etapas de experimentación, anticipación e implantación de la citada ley. El conjunto de cambios propuestos ha incidido de manera notable en los diferentes colectivos implicados en la enseñanza: la Administración, los Centros de Profesores

(Porlán y col., 1998; De Dios y col., 2003), el profesorado (Mellado y col., 1996), los padres y los alumnos.

Sin embargo, no cabe duda de que el profesorado ha sido uno de los componentes de la comunidad educativa que se ha visto afectado más directamente (Martínez y col., 2002), ya que los cambios generados han supuesto una modificación profunda de su perfil profesional (Guerrero, 1997), que no siempre ha venido respaldada por la actualización profesional necesaria (Solís y col., 2003; Martín y col., 2004).

Además, también hay que reseñar que tras las grandes expectativas generadas en la fase de experimentación y anticipación, los sucesivos errores producidos en las fases de generalización e implantación definitiva crearon una sensación de frustración bastante generalizada.

En este trabajo se analiza cómo ha cambiado la opinión del profesorado de ciencias de secundaria de la Comunidad Canaria desde el inicio hasta la finalización de la implantación de la LOGSE.

Diseño de la investigación

El objetivo fundamental es establecer cuál es la opinión del profesorado de secundaria de ciencias de la Comunidad Canaria, sobre algunos de los aspectos fundamentales que afectan a la práctica docente y que son la consecuencia de los cambios originados por la implantación de la LOGSE.

Se analizan los resultados de trabajos de investigación que coinciden en el tiempo con el inicio, 1988-90 (Elórtegui y col., 1989; Fernández y col., 1988) y con la finalización del proceso de aplicación de la ley (2002).

Debemos recordar que hasta 1992 no comienza la implantación de la LOGSE (M.E.C., 1990) y que, por lo tanto, en el momento de realizar la primera parte de la investigación aún se encontraba vigente la Ley General de Educación (LGE). Sin embargo, hay que tener en cuenta que en 1983 comienza la fase de experimentación LOGSE, lo que conlleva que en el periodo 1983-1992 coexistieran las enseñanzas propias del sistema vigente y las enseñanzas experimentales, que se impartían en algunos centros, conocidos como “Centros de Reforma”.

En el año 2002 se completa la implantación de la LOGSE y, como consecuencia, en todos los centros de secundaria se imparten desde entonces las enseñanzas previstas en ella.

Por lo tanto, en la investigación se pueden considerar dos etapas muy diferenciadas:

En la primera etapa se destaca lo que pensaba el profesorado antes de iniciarse la implantación de la LOGSE; ello se hace a través del análisis de los trabajos realizados en el marco de las prácticas de la dos primeras promociones de los Cursos de Formador de Formadores (1988-1990).

En la segunda etapa de la investigación se realiza un trabajo de campo y se obtienen las opiniones del profesorado en ejercicio en el curso 2002-03, es decir, en el momento en que la implantación de la LOGSE finaliza.

La recogida de información en ambas etapas se realiza mediante encuestas y/o entrevistas en las que se recaba la opinión del profesorado

sobre algunos aspectos que influyen en la práctica docente, tales como: el grado de formación de los alumnos, si se hacen programaciones, cómo se programa, si se hace autocrítica de los distintos aspectos de la programación, quién debe seleccionar los objetivos y contenidos, cómo se preparan los materiales didácticos, la forma de actuar en clase, qué recursos se utilizan, qué valoración se hace de las clases prácticas, qué modelo de enseñanza se practica, qué se entiende por evaluar, el posicionamiento ante las enseñanzas de ciencia integrada, etc.

Se completa la investigación con las conclusiones y una serie de sugerencias dirigidas a los diferentes colectivos implicados en la enseñanza: Administración, profesorado, padres y alumnos.

Características de la muestra

En las dos etapas de la investigación se trabaja con profesorado de ciencias en activo, pertenecientes a centros públicos y privados de Secundaria de la Comunidad Canaria. En la primera etapa participó un total de 204 profesores, de los cuales 138 intervienen en el curso 1988-89 y 66 profesores en el 1989-90. El profesorado pertenecía a centros de las diferentes modalidades vigentes en el momento: Bachillerato Unificado y Polivalente (BUP), Formación Profesional (FP), Educación General Básica (EGB), así como unos pocos que impartían el bachillerato experimental (anticipación de la LOGSE).

En el curso 1988-89 las cuestiones planteadas en la encuesta trataron sobre temas que despertaban la máxima expectación porque producirían importantes cambios una vez implantada la LOGSE. En total se plantearon 18 temas con varias líneas de cuestiones con diferentes opciones de respuestas; entre los temas más significativos podemos citar entre otros: la introducción de las actitudes como contenidos, las Ciencias de la Naturaleza como área, o bien, cómo debe distribuirse la etapa 12/16 en los centros.

En 1989-90 la dinámica se hizo en dos partes: en primer lugar se planteó al profesorado participante una encuesta que constaba de 77 preguntas sobre cuestiones relativas al marco curricular propuesto para la fase de experimentación de la LOGSE. Más tarde se profundizó en los aspectos que habían presentado mayor dificultad, realizando entrevistas al profesorado.

En la segunda etapa de la investigación, realizada una vez implantada la LOGSE, en el curso 2002-2003, intervienen 100 profesores pertenecientes a un total de 36 centros: Institutos de Enseñanza Secundaria en los que se impartía Bachillerato y Educación Secundaria Obligatoria (ESO), y Centros de Enseñanza Obligatoria, exclusivos para la ESO.

En esta segunda etapa, la toma de datos se realiza mediante una encuesta. Se estructuró presentando al profesorado, en parte, cuestiones similares a las planteadas en la primera etapa (como, por ejemplo, la opinión sobre la forma de impartir el área o en qué centros se debe encargar de las enseñanzas del Primer Ciclo de la ESO) y, en otra parte, añadiendo cuestiones sobre otros aspectos que se consideraron importantes en esta etapa final, tales como: ¿merecieron la pena los cambios que proponía la nueva ley?, ¿cómo influye el nuevo perfil del alumnado en la

práctica docente?, la utilización de las nuevas tecnologías ¿influye en la enseñanza de las Ciencias?...

Interpretación de los resultados

a) En la etapa de implantación de la LOGSE 1988-90

El análisis de los resultados se distribuyó en dos bloques:

I. De una parte cuestiones que provocaban conflicto en el pensamiento del profesorado:

- El hecho de impartir las etapas 12-16 y 16-18 en el mismo centro.
- El tener que aplicar los principios de comprensividad al ciclo 14-16, eliminando el carácter selectivo de esta etapa.
- El imperativo de integrar Biología, Geología, Física y Química en la misma área.
- Las orientaciones a cerca de la información y negociación con el alumnado de su formación.
- No saber como lograr la integración de las actitudes en el currículo con categoría de contenido.

II. De otra parte, cuestiones que provocaban conflicto con lo que los profesores del momento “sabían” y “sabían hacer”:

- El profesorado consideraba que no tenía los conocimientos suficientes para impartir el área si ésta incluía la física, la química, la biología y la geología.
- No se sentía con una formación pedagógica y psicológica adecuada.
- Manifestaba tener problemas para abordar aspectos sobre ciencia, técnica y sociedad.
- Los profesores expresaron tener dificultad para aplicar los principios del pensamiento reflexivo y del aprendizaje.
- Consideraban que su formación metodológica necesitaba una formalización y profundización.

b) Implantada la LOGSE, los resultados obtenidos en el año 2002 acerca de lo que piensan los profesores son los siguientes:

- En general el profesor realizaba la programación y organización de las materias del curso conjuntamente, en dinámica de equipo con su Departamento; incluso, en algunos casos, de forma interdisciplinar.
- Había una preocupación por trabajar el entorno como elemento motivador de las clases.
- Se revisaban y reestructuraban, de forma continuada, las programaciones y se le daba mayor importancia a los contenidos que al diagnóstico inicial. Para programar la materia se tenían muy en cuenta las características del alumnado.

- Al inicio de una unidad didáctica se comunicaba generalmente la planificación de la misma al alumnado.

- Se percibía una buena predisposición a realizar las actividades en grupo, tanto por parte del alumnado como del profesorado.

- El perfil de la enseñanza había cambiado: tenía como finalidad, fundamentalmente, el formar ciudadanos.

- Se reconocía que cada clase era un problema distinto.

- Se consideraba que había un deterioro cívico y debía recuperarse la disciplina y el orden. La ciencia se debía extraer también de medios de comunicación externos (televisión, prensa, radio, Internet, etc.)

- La utilización de materiales extraídos de diversas fuentes y la incorporación de nuevos recursos didácticos, como los medios informáticos y telemáticos, era notoria en el desarrollo de las clases.

- Para la enseñanza de las Ciencias Experimentales se consideraba adecuada una distribución horaria que dedicara tantas horas a la teoría, como a las cuestiones y/o los problemas y la experimentación.

- La evaluación se manifestaba como una tarea destinada a descubrir cómo se desarrollaba el proceso educativo, en detrimento de la postura de considerar al alumno como el único elemento evaluable.

- Se pensaba mayoritariamente que los centros de Primaria deberían estar separados de los de Secundaria Obligatoria y de los de Bachillerato.

- El profesorado consideraba que, con la LOGSE, se avanzó en determinados aspectos y otros no se alcanzaron por falta de medios suficiente.

Conclusiones

Se han comparado las opiniones de los profesores obtenidas como resultado de los estudios realizados antes de la implantación de la LOGSE, en el periodo 1988-1990, con las emitidas en estudios posteriores, en 2002. Mediante su análisis se ha establecido cuáles han sido las opiniones que han cambiado y cuáles son los problemas que aparentemente permanecen intactos tras el periodo de implantación de la LOGSE:

- *Opiniones que han cambiado.*

- Con el tiempo la integración de las dos disciplinas (Biología y Geología y Física y Química) en un área común, ha sido aceptada por una parte importante del profesorado, aun siendo minoría.

- Se advierte una evolución en el sentido de considerar más importante programar la materia teniendo muy en cuenta las características del alumnado

- Existe acuerdo en la importancia que tiene en la motivación de los alumnos la utilización de las Nuevas Tecnologías de la Información en las áreas científicas.

- Se expresa la necesidad de informar a los alumnos acerca de lo que se va a hacer en clase.

- Se ha impuesto mayoritariamente la línea de utilizar materiales de diversas fuentes.

- Se ha consolidado el cambio de percepción del papel social de la enseñanza, que ya se iniciaba en 1988-90, en el sentido de que la importancia de formar ciudadanos se ha situado por encima de la formación académico-disciplinar.

- Se asume de forma mayoritaria por los docentes la tendencia a trabajar en equipo.

- La disciplina del alumnado se ha convertido en un elemento central en el debate sobre la enseñanza.

- La evaluación es uno de los aspectos en que los cambios han sido más profundos tras la implantación de la LOGSE, y en la actualidad se reconoce y se aplica su función formativa por un buen número de profesores.

- *Problemas que permanecen*

- La demanda del profesorado de Ciencias respecto a la posibilidad de utilizar el laboratorio se mantiene; así mismo, persiste la percepción del desinterés de la Administración por el reconocimiento del hecho experimental como diferenciador de las Ciencias.

- Otra posición que se mantiene, invariable durante más de una década, es la convicción del profesorado de que las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria y las de Bachillerato se deben hacer en centros diferentes.

Sugerencias derivadas de las conclusiones.

Desde nuestro punto de vista, el conjunto de conclusiones obtenidas tienen una importante trascendencia, por cuanto recogen cómo ha cambiado la práctica docente desde el punto de vista del profesorado en un intervalo de tiempo, que coincide con el periodo de vigencia de la LOGSE.

Por ello, nos ha parecido conveniente clasificar las propuestas teniendo en cuenta a los diferentes colectivos implicados en la enseñanza: la Administración, el profesorado, los padres y los alumnos, por la indudable utilidad para afrontar en el futuro los diferentes aspectos que inciden sobre la práctica docente, máxime en los momentos en que la discusión de nuevas directrices educativas incluye numerosos aspectos relacionados con las conclusiones del presente trabajo.

Entre los aspectos relacionados con la *Administración educativa*, por lo que se refiere al trabajo experimental, una gran parte de los profesores coincide en que la falta de profesorado de apoyo para las prácticas y el elevado número de alumnos por aula dificultan la tarea docente; esta opinión pone de manifiesto que existe un cierto desinterés de la Administración por el reconocimiento del hecho experimental como elemento importante en la enseñanza de las ciencias. Por el contrario,

consideran que el equipamiento de material didáctico y de laboratorio, facilita una buena práctica docente.

Con respecto a qué y cómo enseñar, un importante grupo de profesores opina que con los cambios propuestos en la LOGSE se ha avanzado en algunos aspectos, en los que no se debe dar marcha atrás y que otros que estaban previstos no se pudieron llevar a cabo por falta de medios suficientes (económicos, profesorado, etc.). La posición del profesorado es tajante en que la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato se impartan en centros diferentes.

En lo que respecta al *profesorado,* hay que constatar en primer lugar un cambio fundamental del pensamiento docente consistente en considerar que la enseñanza tiene como finalidad el formar ciudadanos y no sólo procurar que el alumnado aprenda la materia que el profesor explica.

Respecto al trabajo en el aula, el profesorado considera que las clases se deben realizar siguiendo una programación establecida con anterioridad, pero que se va aplicando con flexibilidad. Asimismo, son muchos los que hacen la programación del curso conjuntamente con su departamento; e incluso una buena parte de los profesores realiza programaciones de manera interdisciplinar. Además, para programar la materia se tienen muy en cuenta las características del alumnado y existe unanimidad en comunicar la planificación de las unidades didácticas a los alumnos.

La mayoría del profesorado indica que los materiales y recursos didácticos con los que trabaja en el aula los extrae de diferentes fuentes. Aparece un creciente interés en la utilización de medios informáticos y telemáticos, tanto por la posible motivación al alumnado, como por su aplicación en el proceso de enseñanza de las disciplinas científicas.

Respecto a la evaluación, se reconoce y se aplica su acción formativa por un buen número de profesores y, como instrumentos de evaluación preferidos, aparecen la observación diaria y los exámenes.

Un problema que ha surgido en los últimos años dificulta notablemente la tarea docente y preocupa tanto a *profesores* como a *padres y alumnos:* la indisciplina y la falta de interés del alumnado. Existe una opinión generalizada de que deben recuperarse la disciplina y el orden en las clases.

Todos los cambios que se han producido en la sociedad y en la educación hacen necesaria una adaptación del profesorado; por tanto se hace necesario que la *Universidad* aplique una formación inicial acorde con la situación actual.

Referencias bibliográficas

De Dios, F. y Del Villar, F. (2003). Análisis de las dificultades para la formación permanente del profesorado en los Centros de Profesores y Recursos. *Investigación en la Escuela*, 49, 103-111.

Elórtegui, N.; Padrón, M.; Polo, F. y Rodríguez, J. F. (1989). *¿Cómo ve el profesorado de Canarias, las Ciencias de la Naturaleza propuesta en el DCB? Curso de Formador de Formadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales. 2ª Promoción*. Valencia: Universidad de Valencia.

Fernández, J.; Fernández, T.; Delgado, G. y Silva, C. (1988). *Situación de la Formación y Perfeccionamiento del Profesorado de Ciencias de la Naturaleza en la Comunidad Canaria. Curso de Formador de Formadores en Didáctica de las Ciencias Experimentales. 1ª Promoción.* Sevilla: Universidad de Sevilla.

Guerrero A. (1997). El perfil socioprofesional del profesorado de medias y su actitud ante la reforma de la enseñanza secundaria. *Revista de Educación*, 314, 247-266.

Martín, R.; Martínez-Aznar, Mª. M.; Rodrigo, M. y Varela, Mª. P. (2004). A comparative study of the professional and curricular conceptions of the secondary education science teacher in Spain: possible implications for ongoing teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 27 (2), 193-213.

Martínez, Mª. M.; Martín, R.; Rodrigo, M.; Varela, Mª. P.; Fernández, M. P. y Guerrero, A. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la "acción docente" de los profesores de ciencias de educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 243-260.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.

Ministerio de Educación y Ciencia. (1990). *Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo. LOGSE*. Madrid: BOE 4-10-1990.

Porlán, R.; Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II. Estudios empíricos y conclusiones. E*nseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

Tejera, C. (2005). *Formación y perfeccionamiento del profesorado de Ciencias de la Naturaleza de secundaria*. La Laguna: Servicio Publicaciones de la Universidad de La Laguna. Serie Tesis doctorales.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de Ciencias de secundaria en formación inicial ¿Obstáculo o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, 5-22.

Subdirección General de Perfeccionamiento del Profesorado. (1986). *Informe sobre la Formación Permanente del Profesorado de Enseñanza Básica y Secundaria*, (1983-1986). Madrid.

La percepción del cambio climático por los alumnos de 2º de bachillerato

Luis J. Míguez Rodríguez y Carlos de Paz Villasenín

IES A Sardiñeira. Avda. Sardiñeira s/n. A Coruña. luismiguez@edu.xunta.es

Resumen: En el presente trabajo se trata la cuestión del Cambio Climático en el marco programático de la asignatura de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Tiene por objeto explorar la concomitancia entre la apreciación subjetiva sobre el clima (el tiempo), y los datos meteorológicos. Para ello se han utilizado los recuerdos que por observación directa tenían sobre el clima los habitantes de mayor edad de un pueblo de alta montaña, y los registros proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología para esta zona.

Palabras clave: Ciencias de la tierra y del medio ambiente, Cambio climático, Meteorología, Divulgación científica, Memoria histórica, Prácticas de Bachillerato.

Title: The perception of the weather change by the pupils of second year baccalaureate.

Abstract: This work deals with the matter of Climatic change in the subject of Sciences of earth and environment. Its aim is to explore the concordance between the subjective valuation of the weather and the meteorological data. For this purpose we have used the memory and vivid experience of the oldest inhabitants of a place high in the mountains, as well as the informative items given by the National Institute of Meteorology in this area.

Keywords: Science of the earth and environment. Weather change. Meteorology. Scientific spreading. Historical memory. Practices of baccalaureate.

Introducción

La desafortunada actualidad del problema de la evolución acelerada del clima es ya incuestionable. Desde la aparición de los primeros foros de debate de esta cuestión (Ginebra 1979, que regulaba la contaminación atmosférica transfronteriza), hasta nuestros días, la generación de legislación a través de las diferentes comisiones intergubernamentales ha sido incesante. Ante lo peligroso de la situación, a instancias de la Organización Meteorológica Mundial y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se creó el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático, cuyo protagonismo alcanzó su mayoría de edad en la Cumbre de Río, el 5 de junio de 1992 (VV.AA., 1992). Este proceso culminó

con la elaboración del protocolo sobre reducción de emisión de gases que contribuyen al calentamiento del planeta, en la ciudad japonesa de Kioto. Su ratificación por Rusia ha hecho que su aplicación sea inmediata, lo que ha provocado un auténtico revuelo internacional.

Cuando comenzamos a explorar los conocimientos que tenían nuestros alumnos de 2º de Bahillerato de la materia de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente, sobre este problema, encontramos que en el mejor de los casos, ninguno conocía sobre esto más de lo que sabía de los demás contenidos del currículum, aun teniendo en cuenta que la prensa ha reflejado la constante amenaza del sector energético, sobre los peligros de seguir el protocolo de Kioto, si bien esto último resulta desafortunadamente irrelevante, ya que el 70% de los alumnos no leen la prensa más que una vez por semana, y aunque confiesan que ven al menos un telediario al día (el 80%), el 60% desconoce lo que significa dicho protocolo.

Al buscar información sobre actividades de campo sobre este tema, hemos recurrido en primera instancia a los libros de texto de 2º de bachillerato, de cinco editoriales: Anaya, Editex, McGraw Hill, Santillana y Teide, ya que son un recurso metodológico básico para la mayoría del profesorado (González Rodríguez, 2005). El resultado es que no hemos encontrado ninguna que las plantee, si bien todas ofrecen en su lugar lecturas complementarias, preguntas sobre el tema, cuestiones cuya resolución se proponen en el marco del examen de selectividad, solicitud de opiniones, análisis de gráficas y elaboración e interpretación de informes utilizando datos de diferentes tablas, y aunque no es poco, no fueron de utilidad, ya que en este sentido nos mueve más el convencimiento compartido de que siempre es preferible el manejo de la realidad en el campo, que su representación a través de experiencias de lápiz y papel.

En la convicción de que esta cuestión debería ser tratada con la importancia que le corresponde, y en la línea de numerosos autores que coinciden en considerar las actividades de campo, fundamentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales (Rebelo et al., 2000; Monteiro y Aguaded, 2002, 2004), decidimos darle un tratamiento diferenciado a este tema, habida cuenta de la vigencia, y sobre todo de la trascendencia inmediata que este fenómeno va a tener sobre la vida de los ciudadanos, además de proponer una actividad didáctica nueva, que ayude al profesorado de esta asignatura a desarrollar un modelo de enseñanza aprendizaje más dinámico y comprometido, que recibe constantes aportaciones en el ámbito de las prácticas de campo (Molina et al., 2000; Vázquez Bernal y Aguaded, 2000).

A la vista de lo expuesto, nos hemos marcado como objetivos conocer la percepción de los alumnos sobre el tema, y a través de este conocimiento realizar las modificaciones necesarias para establecer una conexión firme y segura, que nos permita aumentar su grado de implicación, no solo en la problemática del Cambio Climático, sino también para tratar de desarrollar hábitos personales y posteriormente colectivos, más en consonancia con la figura del consumidor energético responsable.

Diseño de la propuesta

Basándonos en un modelo de aprendizaje por asimilación de contenidos (Pozo y Gómez Crespo, 1998), antes de iniciar la actividad se comenzó por evaluar los conocimientos de los alumnos sobre el tema, para luego ser tenidos en cuenta a lo largo de todo el proceso de enseñanza aprendizaje. Para ello se confeccionó un cuestionario previo, dadas las ventajas que supone este tipo de pruebas que permiten enfrentar a todos los alumnos al mismo instrumento estándar, además de ser una técnica ágil que nos permite dirigirnos a todo el grupo (Cubero, 1989), y que nos proporcionó la información necesaria para enfocar debidamente las sesiones preparatorias, y diseñar un programa de trabajo realmente útil y satisfactorio. Como manual en el trabajo de campo meteorológico, se ha utilizado un manual de campo (Andrade González 1969), convenientemente adaptada para esta ocasión.

El interés de nuestra propuesta se centró en la exploración de la percepción *subjetiva* del cambio climático que se manifiesta cuando decimos, "*el tiempo está loco…*" (el 100% de los alumnos encuestados se inclina por definir la situación con esta frase), aunque no estemos seguros de como ni cuanto, si bien en general opinamos que "*llueve más o menos, según la ocasión*", que *"los inviernos son menos fríos que antes"* o que "*el verano ya no es lo que era*".

Para tratar de contrastar este tipo de información, se organizó la actividad en dos fases:

En la primera, tratamos de recabar información en un grupo para el cual el clima jugase un papel importante en su actividad económica y social. Después de valorar diferentes posibilidades se optó por un colectivo que se moviese en el marco de la agricultura y la ganadería, donde las condiciones climáticas imponen la sucesión de trabajos, y las estaciones, marcan el ritmo de la vida agropecuaria. También se decidió que debían ser personas mayores para cubrir dos necesidades importantes: que su relación con el campo fuese antigua, y que los recuerdos abarcasen amplios periodos de tiempo. Esta debería cumplir además, la de situarse en un área geográfica donde la variación anómala y progresiva de alguna variable climática causase perjuicios en la economía agraria, como una mayor frecuencia de heladas tardías, más nevadas copiosas ó extemporáneas, más intensos periodos estivales especialmente secos, un paulatino cambio en las precipitaciones, riadas frecuentes, etc., ya que de esta manera sería fácil y rápidamente identificada, y quedaría registrada en su recuerdo como referencia.

La elección recayó en el Ayuntamiento ourensano de Chandrexa de Queixa, donde se encuentra Requeixo, el tercer pueblo más alto de Galicia (1.250 msnm), situado en el corazón del Macizo Central de la provincia.

Para recoger estas opiniones se utilizó una entrevista semi-estructurada, basada en un cuestionario con las preguntas agrupadas en bloques de interés. Cada alumno se entrevistó con no menos de dos vecinos, y debemos dejar constancia que constituyó para todos un autentico acontecimiento. Para los vecinos, porque por primera vez alguien los visitaba en su alejada aldea para interesarse por sus recuerdos, y para los

alumnos porque tomaron contacto con otra realidad, la rural, y sobre todo el aspecto humano de la relación, que les ha permitido descubrir que el mundo existe desde hace tiempo...

En la segunda parte de la actividad, se prueba a contrastar estas sensaciones con los datos numéricos, procedentes de las estaciones meteorológicas locales, y establecer en que medida las "*sensaciones de cambio*" que manifestaban los encuestados, eran concordantes con la realidad de los valores obtenidos para cada variable climática considerada.

Para ello se utilizaron los registros meteorológicos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología (INM), correspondientes a tres localidades próximas entre sí, pero separadas altitudinalmente: Xinzo de Limia, a 600 metros de altitud (A); Chandrexa de Queixa a 957 (B), y Cabeza de Manzaneda (C), a 1500, con lo que se cubrió el transepto altitudinal de la región.

Una vez en el laboratorio los datos fueron procesados estadísticamente, obteniéndose la nube de puntos y la ecuación de la recta para cada una de las variables estudiadas: Temperatura máxima absoluta anual; Temperatura mínima absoluta anual; Temperatura máxima absoluta de verano (VII-VIII); Temperatura mínima absoluta invierno (I-XII) y Días de nieve anual.

De todas ellas se ha prestado especial atención a las temperaturas absolutas, tanto máxima como mínima, y a la precipitación de nieve, como más útiles a efectos de llevar a cabo el trabajo de investigación, ya que según hemos comprobado a través de las conversaciones con los paisanos, son las que mejor se prestan para el recuerdo.

Resultados y Conclusiones

Una vez elaborados los datos suministrados por el INM para las variables estudiadas, se han obtenido los resultados que se resumen en la tabla 1.

	ESTACIÓN A		**ESTACIÓN B**		**ESTACIÓN C**	
	Media	Tendencia	Media	Tendencia	Media	Tendencia
Tª Máxima absoluta anual	35.92	sube	33.75	sube	28.77	sube
Tª mínima absoluta anual	-8.50	más calor	-7.80	no varia	-9.45	más calor
Días de nieve anual	2.51	Igual o semejante	9	menos días	36	menos días

Tabla1. Temperaturas medias anuales y días de nieve.

Temperatura máxima absoluta anual. Se han tomado los valores máximos de cada año para obtener la media en cada localidad. En la estación "A" este valor se sitúa en 35,92 ºC, siendo la tendencia al aumento (+1,80 ºC). Del mismo modo sucede con la estación "B", que en la media (33,75 ºC), manifiesta un crecimiento claro (+0,92 ºC). Finalmente, en la

tercera estación (C), los valores están determinados por la altura y son menores, 28,77 ºC para la media, y +0,21 ºC para el incremento.

A la vista de estos resultados, es evidente que la temperatura disminuye con la altitud como consecuencia del gradiente topográfico, pero lo que resulta significativo es que la tendencia a aumentar se produce en las tres, incremento que se hace menor a medida que se asciende en altitud, de manera que este incremento se nota más en las localidades bajas, y menos en las altas.

Temperatura mínima absoluta anual. Para las mínimas se ha procedido de igual manera que para las máximas. El resultado es que en la estación "A", la media es de -8,5 ºC, con un incremento de +1,5 ºC, es decir se hace menos fría. En la "B" la media es de -7,8 ºC y el incremento es apenas significativo (-0,07 ºC), seguramente condicionado por su posición y orientación. En la estación "C" la media es la más baja, tal y como se esperaba (-9,45 ºC), pero lo que resulta espectacular es el importante incremento, que se sitúa en 7,1 ºC, es decir sube, *se hace más caliente*, en una medida considerablemente elevada. *Es el dato más significativo de todas las series de mínimas estudiadas*.

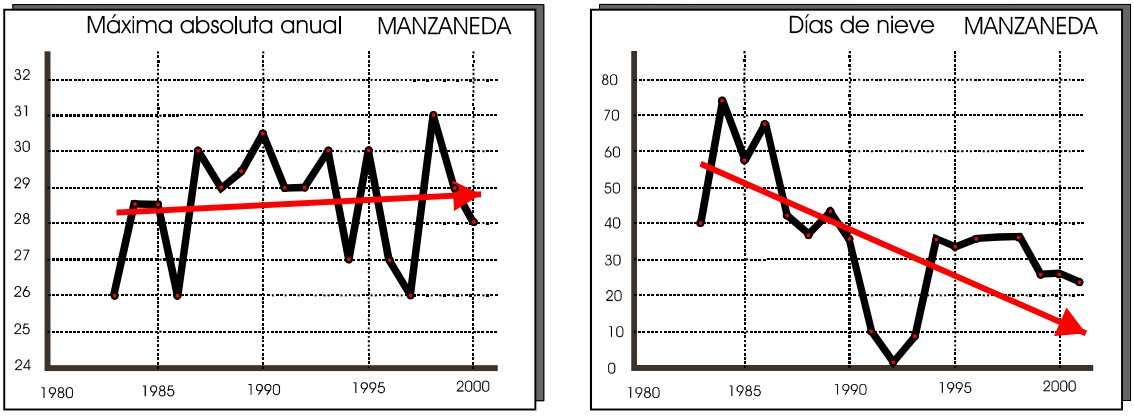


Figura 1. A la izquierda se muestra la evolución de la temperatura máxima anual, mientras que en la derecha se observa el espectacular descenso de los días de nieve al año.

Días de nieve anual. Otro tipo de precipitación muy interesante, por la altitud de la localidad, es la de nieve. Por esta razón hemos buscado el número de días al año en que está presente este fenómeno, ya que condiciona la disponibilidad de agua a lo largo del año, sobre todo durante el verano, determina la aparición de sequías.

En la estación "A", el número de días que nieva aumenta, si bien el número total de días al año sigue siendo realmente anecdótico, sin embargo lo significativo es que el periodo de nevada parece haberse ampliado. Se pasa de nieves que van de diciembre a marzo, a un periodo más largo que abarca ahora de noviembre a abril.

En la estación "B", el número de días de nieve desciende de forma importante, teniendo en cuenta el número total de días. Se percibe con claridad que se trata de una estación de transición. Por su parte, en la estación invernal de Cabeza de Manzaneda (estación C), el descenso resulta

verdaderamente espectacular, ya que el número de días de nieve baja en más de un tercio de la precipitación media anual.

Esta situación ha llegado a ser tan ruinosa en el sector de deportes de invierno, que ha obligado a realizar un cambio de estrategia en la explotación de la infraestructura turística de montaña, de manera que se ha pasado de una estación invernal, como comenzó inicialmente, a ser promocionada como una estación de montaña "todo tiempo", con una oferta de actividades más diversificada y menos dependiente de la nieve.

Una vez conocidos los datos cuantitativos quedaba por conocer los cualitativos. Nos los iban a proporcionar las opiniones de los veinticinco septuagenarios, vecinos del ayuntamiento de Chandrexa de Queixa, a través de los resultados de las encuestas.

Nos ha sorprendido, una vez conocidos, los detallados recuerdos que manifiestan, la concomitancia entre los datos y la percepción climática de los vecinos de la región. A través de ellos hemos constatado que las variaciones de los distintos parámetros son percibidas con claridad por la mayoría (96%), como un "*cambio en el tiempo*". Para mayor abundamiento el 52% considera que ahora hay peores cosechas debido a ese cambio, y que además cuando se le pregunta si han apreciado un cambio en la vegetación, el (56%) confiesa que ahora ven plantas que antes no existían allí.

Cuando se trata de precisar en que dirección se ha producido dicho cambio, las respuestas son igualmente mayoritarias, si bien se observa ya un cierto grado de dispersión. A la pregunta de cómo son los veranos actualmente, el 52% dice que son más calurosos, el 38% que igual y solo el 8%, dice que son menos calurosos.

Cuando se les requiere para que opinen acerca del frío, el 68% contesta que ahora hay más días de helada, y el 52% dice que son más intensas, y aunque la temperatura mínima absoluta anual en Celeiros (estación B), apenas presenta variación, en las dos restantes el ascenso es muy considerable, sobre todo en la estación C. Este es el único punto en el que hemos comprobado que la percepción y el dato no se corresponden.

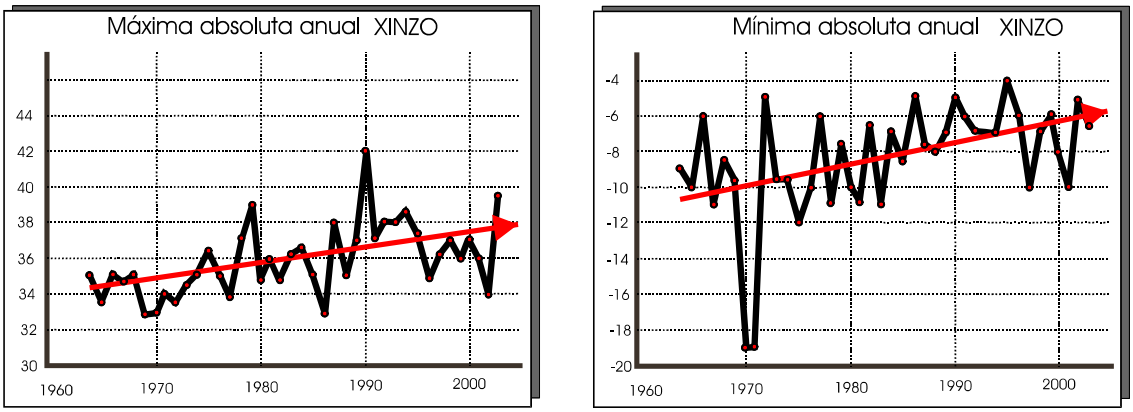


Figura 2. A la izquierda se refleja la evolución de la temperatura máxima anual, mientras que a la derecha se muestra la tendencia de la temperatura mínima anual.

Se han explorado también los recuerdos acerca de la nieve, ya que se trata de una comunidad muy relacionada con los aportes nivales, y además su trascendencia en la economía local es muy grande.

Las respuestas fueron unánimes y están muy concentradas. El 84% opina que nieva mucho menos que antes, y que la nieve dura muy poco (80%), fundiéndose con facilidad y rápidamente. Aprecian también una modificación en la época de nieve. Respecto a esta cuestión el 48% opina que se retrasa la primera nevada, además de acortarse su presencia en la sierra, ya que el 56% responde que antes la nieve permanecía hasta más haya de junio. Se ha valorado también la intensidad y permanencia de las nevadas preguntando sobre los días al año que permanecían aislados. El 52% respondió que más de 20 días al año, el 32% más de 50 días, y el 12% 5 días como máximo, lo que resulta muy significativo a la vez que perfectamente concordante con los datos.

Cuando se le pregunta si consideran que existe relación entre nieve y sequía estival no lo dudan, y el 88% responde que sí. Si esta respuesta es categórica, más lo es cuando la pregunta se refiere a que si consideran que existe relación entre la nieve y la permanencia del agua en las fuentes, durante los meses de verano. En este caso la respuesta a favor de la nieve es abrumadora, el 92% se decanta a favor de la recarga que produce la nieve, frente a otras formas, como la lluvia.

De todo lo expuesto podemos deducir que los recuerdos sobre las condiciones del clima en el área de la sierra de Queixa, en el Macizo Central ourensano, resulta coherente con los datos numéricos, y pone de manifiesto una buena apreciación de un hecho que a la vista de los resultados parece incontestable.

De sus opiniones se desprende que la temperatura a lo largo del año se ha dulcificado *("ahora no hace tanto frío como antes…")*. Los inviernos son menos fríos, y los periodos de frío se han reducido considerablemente *("los días de frío pasan pronto…")*. Respecto a las máximas, se pone en evidencia, tanto por los datos como por las opiniones, que los veranos son más calurosos, y que las temperaturas máximas han subido.

Resultan unánimes en sus opiniones sobre las precipitaciones de nieve, y aunque en ocasiones hemos encontrado que se han magnificado algunos sucesos, en general los relatos coinciden, e ilustran de una manera muy precisa las condiciones extremadamente difíciles en las que vivían, dificultad que se veía acentuada por la escasa confortabilidad de la vivienda, la abrupta red viaria y el aislamiento.

Agradecimientos

A los vecinos del ayuntamiento de Chandrexa de Queixa y al personal de su colegio público, a la Asociación de mayores, a su presidente y a D. Javier González Lamelas, por la inestimable colaboración en las tareas de coordinación.

Referencias bibliográficas

Andrade González, J.M. (1969). *Manual de meteorología.* Madrid: Enosa

Cubero, R. (1989). *Como trabajar con las ideas de los alumnos*. Sevilla: Diada.

González Rodríguez, C. (2005). *Análisis comparativo entre el currículo oficial y la programación de aula en la enseñanza secundaria obligatoria, utilizando como marco conceptual la nutrición* vegetal. Tesis doctoral. Universidade da Coruña.

Molina, J.; Cerezo, C.; García, A. y Castro, Mª. D. (2000). La Etnobotánica como recurso didáctico de las ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (CARTEL). En M. Martín Sánchez y J. G. Morcillo (Eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 601-605). Madrid: Nivola.

Monteiro, R., y Aguaded, S. (2002). Concepciones declaradas de los profesores formadores de futuros profesores sobre el trabajo de campo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. *XX Encuentros sobre Didáctica de Ciencias Experimentales, 1,* (pp. 183-190). La Laguna (Tenerife): Servicio Editorial. Universidad de la Laguna.

Monteiro, R. y Aguaded, S. (2004). Concepciones y prácticas respecto al trabajo de campo en ciencias: el caso de un profesor novel. En P. E. U. Díaz Palacio, I; Etxabe Urbieta,J. M.; Fernández Alonso, Mª D.; Maguregui González, G.; Morentin Pascual, M.; Uskola Ibarluzea, A. (Ed.), *XXI Encuentros sobre Didáctica de Ciencias Experimentales* (pp. 125-130). San Sebastián: Servicio Editorial. Universidad del País Vasco.

Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.

Rebelo, D., Marques, L. y Praia, J. (2000). Trabalho de campo e educâçao em geología: contributos para uma avaliaçâo de resultados de uma prática lectiva innovadora. En M. Martín Sánchez y J. G. Morcillo (Eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 144-150). Madrid: Nivola.

Vázquez Bernal, L., y Aguaded, S. (2000). La percepción de lso alumnos de secundaria de la contaminación: comparación entre ambiente rural y otro urbano. En M. Martín Sánchez y J. G. Morcillo (Eds.), *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 517- 525). Madrid: Nivola.

VV.AA, (1992). *Declaración de Río 92*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid: Centro de Publicaciones.

Utilización de analogías sobre soporte digital[1]

Nicolás Elórtegui Escartín. IES Chapatal. Santa Cruz de Tenerife. neloesc@gobiernodecanarias.org .

Teodomiro Moreno Jiménez. Inspección Enseñanzas Medias. Santa Cruz de Tenerife. tmoji@gobiernodecanarias.org

Mercedes Medina Pérez. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna. mermed@ull.es

Luis Eladio Portela García. C.E.O. Santo Domingo, Güímar, Tenerife. lporgar@gobiernodecanarias.org

Grupo Blas Cabrera-GITEP. Universidad La Laguna. c/Heraclio Sánchez, 37 38204 La Laguna, Tenerife

Resumen: Se describe una experiencia de trabajo con analogías en Educación Secundaria haciendo uso de medios audiovisuales integrados en soporte digital, analizando pros y contras. Partiendo de un método de trabajo con analogías experimentado previamente en enseñanza tradicional apoyada en vídeo, se trabajó en la migración del material audiovisual a soporte digital. Con ello se pudo introducir una herramienta tradicional, las analogías, en la enseñanza apoyada en sistemas informáticos.

Palabras clave: Analogías, tecnologías de la información, medios audiovisuales

Title: Using analogies on digital media.

Abstract: A working experience with analogies is described. It was applied to 12-16 levels, making use of audiovisual media based on digital systems, with the pro and the cons of the issue. After a teaching with analogies procedure previously experimented at traditional teaching, a migration from audiovisual media to digital media was made. Migration included videotapes, photographs, transparencies and evaluation. In this way, a traditional teaching tool, analogies, was brought to computer-assisted teaching.

Keywords: Analogies, information technologies, audiovisuals.

La introducción de las Nuevas Tecnologías de la Información (NTI) en todos los ámbitos de la sociedad, se ha convertido en un asunto omnipresente en todo debate sobre el progreso. En el ámbito concreto de la educación, las NTI brillan hasta el punto que oscurecen otros recursos más tradicionales que en absoluto han desaparecido de nuestras aulas, como

[1] Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación PI042005/081 del Plan Integrado Canario I+D+I llevado a cabo por el Grupo Blas Cabrera-GITEP en el Departamento de Didácticas Específicas de la Universidad de La Laguna.

pueden ser el vídeo en el caso de medios audiovisuales o las analogías en el caso de técnicas didácticas.

En este trabajo expondremos nuestra experiencia sobre el uso de un recurso habitual, las analogías contenidas en grabaciones de vídeo, aunque ahora implementado por la aplicación de las NTI en el aula.

El problema del uso adecuado de las analogías en el aula.

La utilización de las analogías en el aula presenta una serie de problemas ya descritos en otros trabajos (Curtis y Reygeluth, 1984; Duit, 1991; Glyn, 1997; Gilbert, 1989; Fernández et al., 2005b). Se considera que la analogía está constituida por dos grupos de conocimientos (Fernández et al. 2005a), el análogo que ya se conoce y el tópico que se ha de aprender, unidos por una serie de relaciones. La presentación de todos ellos al alumnado, en el aula, presenta problemas específicos que frecuentemente se obvian en el trabajo docente diario.

Las analogías contenidas en diferentes soportes, como libros de texto o grabaciones de vídeo, no suelen disponer del espacio o del tiempo necesarios para su presentación detallada y correcta. Las presentadas por el profesor de forma oral difícilmente pueden contener toda la información necesaria, faltándole, a veces, el soporte de la imagen, que suele mejorar sensiblemente la comprensión.

Por todo ello, la efectividad del uso de las analogías puede ser baja, hasta el punto de que algunos autores (Zook y Di Vesta, 1991; Else et al., 2002; Oliva, 2003) suelen sugerir que se eviten ciertas analogías en la enseñanza, sobre todo si el profesorado y el material didáctico no disponen de una guía u orientaciones adecuadas al proceso de extrapolación.

Pero cualquier revisión somera de la Historia de la Ciencia nos mostrará la relevancia de este instrumento en el desarrollo científico y en la correcta formación científica de nuestro alumnado. No parece adecuado desechar un instrumento tan útil, únicamente porque no se utilice correctamente.

Para el uso adecuado de este instrumento didáctico, proponemos un método de “Aprendizaje Con Analogías” (ACA) resumido en tres etapas (Fernández y col. 2005c):

- Diseño del análogo por el profesor. En este diseño, el profesor habrá de buscar un análogo atractivo e idóneo, bien conocido por los alumnos, que deberá analizar para constatar las dificultades que presentarán en el aprendizaje, así como aquellos aspectos en los que hay limitaciones a la analogía.

- Proceso de enseñanza-aprendizaje con los alumnos. En este proceso deberá introducir tanto el análogo como el tópico, identificando las características relevantes del análogo para, a continuación, establecer las comparaciones entre el análogo y el tópico basadas en los componentes, nexos y relaciones secundarias entre ambos. Por último, deberá procurarse que el alumno identifique las limitaciones de la analogía en el aprendizaje.

- Evaluación de la efectividad del proceso analógico de enseñanza-aprendizaje.

La semejanza entre análogo y tópico nunca es total y la tendencia de los alumnos suele ser la de extrapolar semejanzas hasta alcanzar conclusiones erróneas que suponen aprendizajes incorrectos muy difíciles de corregir.

La evaluación estará orientada a detectar y corregir transferencias de conocimiento no deseadas entre el análogo y el tópico, así como la presentación idónea del análogo y la efectividad en el aprendizaje.

El problema de la utilización de grabaciones de vídeo en el aula.

El desarrollo y extensión de la televisión y el video durante la segunda mitad del siglo XX los convirtió en un potente instrumento didáctico, muchas veces en competencia directa con la enseñanza tradicional.

Su inserción en el aula fue un proceso con muchas características semejantes al proceso actual de inserción de los ordenadores: por una parte, una extendida fe en sus bondades y por otra, grandes limitaciones debido a su coste. Muchos han olvidado que se planteó la desaparición de la necesidad de los profesores, sustituidos por las grabaciones en vídeo de las clases de los mejores profesores del mundo, a los que, mediante el vídeo, podrían acceder todos los alumnos del mundo. Una idea no muy diferente a la del relevo del profesor por sistemas inteligentes de aprendizaje individualizado soportados en aulas de ordenadores.

El abaratamiento y la extensión de los medios audiovisuales a todas nuestras aulas terminaron por mostrar el verdadero problema: la falta de conocimiento por parte de los profesores de las pautas didácticas del uso del vídeo en el aula. De nuevo, algo parecido a lo que sucede hoy con los ordenadores.

La abundancia de grabaciones y programas científicos ha permitido su uso frecuente en el aula y a que el profesorado haya adquirido conciencia de sus problemas:

- Las instalaciones audiovisuales fijas en aulas específicas se han mostrado poco operativas, al exigir el traslado de los alumnos y el trabajo fuera del entorno habitual. Ello ha llevado a la necesidad de disponer de los aparatos en el aula, lo que supone muchas veces transportarlos desde otra dependencia y conectarlos correctamente sobre la marcha, entre clase y clase. Disponer de un aula de materia mejora las cosas (y empeora otras), pero difícilmente llegaremos hasta el punto de que todo profesor tenga a su disposición estas instalaciones en todas sus clases.

- La utilización de grabaciones largas muestra muchos problemas: limitan la intervención del profesor y dificultan la concreción de los aspectos importantes, dispersándose la atención del alumno a lo largo de mucho tiempo. Y todo ello suponiendo la existencia de un guión y un trabajo previo al visionado.

- La selección de secuencias cortas es dificultosa cuando se trabaja con cintas de video que, por su carácter secuencial, exigen encontrar los puntos concretos de las grabaciones en el momento del uso, con las consiguientes interrupciones del trabajo con los alumnos. La alternativa de hacer un montaje de secuencias exige un instrumental y una capacitación técnica que no suele estar al alcance del profesorado.

La aplicación de las NTI al vídeo en el aula.

El problema de la selección y montaje de las secuencias del vídeo se aligera mucho con la aplicación de las NTI, aunque respecto al instrumental surgen otros problemas semejantes a los que tiene el sistema video-televisión.

El ordenador de aula permite reunir en un único instrumento a magnetoscopios (ahora vídeos digitalizados), proyectores de diapositivas (ahora, imágenes digitalizadas), proyectores de transparencias (ahora, presentaciones informáticas) y bibliotecas de aula (ahora, acceso a Internet), incorporando además nuevos recursos propios de la informática como simulaciones o sistemas inteligentes.

En el capítulo de desventajas, es un material caro y delicado, poco disponible en el aula y el profesorado tiene muchas dificultades tanto en su uso como en su aplicación didáctica.

En este contexto, la digitalización de vídeos, fotografías, sonidos, transparencias y textos permite al profesor un acceso rápido a múltiples formas de presentación de la información a los alumnos y de su análisis con ellos.

Y, en lo que se refiere a los vídeos, permite que el profesor pueda seleccionar, cortar o montar con facilidad las secuencias que le interesan, utilizando ordenadores de potencia media y programas bastante accesibles, incluso gratuitos, solventándose así la dificultad técnica que presentaba esta operación sobre el soporte analógico en cinta. Una vez seleccionadas y cortadas las secuencias, pueden almacenarse en ficheros separados, a los que se accede con rapidez y que concentran la atención del alumnado en aquello que el profesor ha considerado relevante.

Las analogías en soporte de vídeo digital

Respaldados por nuestra práctica en las situaciones hasta aquí descritas, se desarrolló a lo largo del curso pasado una experiencia de utilización de analogías en el aula, presentadas como secuencias de vídeo cortas extraídas de documentales científicos y soportadas y presentadas con medios informáticos.

El proceso de trabajo fue el siguiente. En una primera etapa, procedimos a digitalizar el material de vídeo que solemos usar en nuestras clases y a localizar en el mismo el uso de analogías en apoyo de las explicaciones. Una vez localizadas, procedimos a cortar secuencias que contenían las analogías y a almacenarlas como ficheros de vídeo independientes. Por último, las utilizamos en el aula proyectándolas como apoyo a nuestro trabajo diario y evaluamos el resultado.

Algunos aspectos técnicos de la primera etapa merecen señalarse:

La digitalización supone conectar un magnetoscopio a una tarjeta digitalizadora de televisión y convertir la señal analógica que sale del vídeo en un fichero digital de gran tamaño mediante el programa informático adecuado que suele acompañar a la tarjeta digitalizadora. Es bastante práctico utilizar algoritmos de compresión de la imagen, estando muy

extendido el uso del algoritmo MPEG4, que da una relación calidad/tamaño de fichero más que suficiente.

El proceso exige optimizar la señal de vídeo que recibe el ordenador. Los principales problemas vienen de que las cintas suelen ser viejas y muy usadas, por lo que están degradadas y ensucian los cabezales lectores.

En la segunda etapa, procedimos al corte de las secuencias seleccionadas necesita de su propio programa específico, que también acompaña casi siempre a la tarjeta digitalizadora. Además, no es difícil encontrar programas de uso libre tanto para Windows (VirtualDub) como para Linux (Kino).

La utilización en el aula de las analogías en soporte digital.

La aplicación en el aula de las analogías en soporte digital se sustenta en dos herramientas: una presentación (sobre PowerPoint de Office o sobre Impress de OpenOffice, por ejemplo) en la que se recogen las características de la analogía y un fichero de vídeo (ejecutado sobre Media Player o sobre VLC) en el que se da apoyo visual a la analogía presentada.

La estructura de la presentación responderá al apartado segundo del método ACA descrita anteriormente.

Introducción del tópico y del análogo

El aprendizaje de los modelos atómicos es un terreno muy adecuado para el uso de las analogías, tanto por la imposibilidad práctica de observar directamente los átomos como por la dificultad conceptual del tópico. La Historia de la Ciencia nos muestra frecuentes ejemplos de utilización de analogías por parte de los científicos para exponer sus ideas sobre los átomos.

En nuestro caso, utilizaremos la analogía del sistema planetario-modelo atómico. Esta analogía está muy extendida en los libros de texto de 3º y 4º de la Educación Secundaria Obligatoria, en los que, tras el modelo atómico de Rutherford, se suele hacer una aproximación al modelo de Bohr en lo que se refiere a dar una estructura a la corteza electrónica con la que explicar los principales números de oxidación mediante la regla del octeto.

El análogo elegido es ampliamente conocido por los alumnos, que han trabajado sobre la estructura del Sistema Solar en el 1º ciclo de la ESO, además de la abundante información que reciben de los medios de comunicación sobre investigaciones espaciales.

En cuanto al tópico, el alumnado tendrá diversidad de conceptualizaciones del átomo, desde el átomo-bolita (modelo de Dalton) hasta el átomo con órbitas de los electrones (modelo de Bohr) aunque, en un nivel de 4º ESO, el modelo mayoritario será una aproximación al modelo de Rutherford, en general poco o mal comprendido.

Las principales dificultades provendrán de la tendencia de los alumnos a aplicar todo lo que saben sobre sistemas planetarios a la analogía, lo que llevaría a análisis demasiado detallados con conclusiones incorrectas al

extender demasiado la extrapolación. Por ello, se deberá centrar el análisis en las características relevantes del análogo, sin más profundidades.

Los sistemas planetarios y los átomos se parecen en algunas cosas, a pesar de la diferencia de tamaño. Los sistemas planetarios son un gran espacio vacío con una estrella en el centro. A su alrededor giran los planetas, sujetos por la gravedad, todos en el mismo plano y en el mismo sentido, con sus órbitas formando un disco y atrayéndose entre sí. Los átomos, siendo muy pequeños, también tienen mucho espacio vacío en la corteza y el núcleo que está en el centro. A su alrededor, giran los electrones sujetos por la atracción eléctrica con el núcleo, cada uno en su órbita pero formando una esfera y repeliéndose entre sí.

Identificación de las características relevantes del análogo

Para centrar el trabajo con la analogía, se trabajará únicamente con las semejanzas de la distribución de la masa en ambos sistemas, el movimiento alrededor de la masa central y el vacío predominante en la mayor parte del volumen.

Las características del sistema planetario son: - Una estrella de mucha masa en el centro. - Planetas de poca masa que giran alrededor de forma estable en sus órbitas, todas en un mismo plano. -Un gran espacio vacío en el que se mueven los planetas.

Establecimiento de comparaciones entre el análogo y el tópico.

Las comparaciones se establecerán entre los componentes del sistema planetario (estrella, planetas, fuerzas y vacío) y los del átomo (núcleo, electrones, fuerzas y vacío), entre los que estableceremos los nexos y relaciones secundarias sobre las que queramos centrar el trabajo en el aula.

La estrella está en el centro del sistema planetario y contiene la mayor parte de su masa.	El núcleo está en el centro del átomo, contiene la mayor parte de su masa y tiene carga positiva.
Los planetas giran alrededor de la estrella sujetos por la fuerza gravitatoria.	Los electrones giran alrededor del núcleo sujetos por la fuerza eléctrica y tienen carga negativa.
Hay espacio vacío entre la estrella y los planetas.	Hay espacio vacío entre el núcleo y los electrones

Identificación de las limitaciones en la analogía

Aquí debemos diferenciar entre la totalidad de las limitaciones de la analogía y aquellas que se presentarán a los alumnos. Para no desviar la atención de los alumnos, es conveniente centrarse en aquellas limitaciones directamente relacionadas con los componentes y relaciones de la analogía que se han trabajado en clase. Las demás limitaciones de la analogía deben ser conocidas por el profesor para poder detectar su aparición con rapidez, si se diera el caso, y actuar en consecuencia.

Limitaciones que se deben presentar al alumnado:

Sistema planetario	**Modelo atómico**
Distancias del orden de billones de metros.	Distancias del orden de diezmilmillonésimas de metro.
Carga eléctrica irrelevante	Carga eléctrica en núcleo y electrones.
Órbitas formando un disco	Órbitas formando una esfera.
Atracción entre planetas	Repulsión entre electrones.
Giro en el mismo sentido de los planetas	Giro aleatorio de los electrones

Otras limitaciones que deben vigilarse son:

Sistema planetario	**Modelo atómico**
Composición química de los planetas y la estrella.	Átomo formado por partículas elementales.
Trayectoria elíptica en los planetas.	Trayectoria circular de los electrones
Un único planeta por órbita.	Varios electrones por órbita
Satélites, cometas, asteroides	Sin otros elementos.
Los planetas no se pierden con facilidad.	Los electrones se pierden con facilidad.

La última parte del trabajo en el aula vendrá determinada por la evaluación, que se orientará a comprobar tanto el asentamiento de las semejanzas como la discriminación de las limitaciones de la analogía.

Para ello, se utilizaron pruebas de respuesta múltiple soportadas sobre ordenador utilizando Jquiz de Hot Potatoes para generar una página web con el cuestionario accesible a los alumnos desde la red interna del instituto. Puede verse en:

http://www.educa.rcanaria.es/usr/ieschapatal/new/departamentos/dept_fyq/4ESO/Modeloatomo.htm

Conclusiones

"In medio virtus". La entrada de las NTI en la vida diaria y en la escolar tiene tal fuerza que no es razonable negarse a su uso en la enseñanza. Pero tampoco es razonable pretender que estos medios tecnológicos puedan sustituir un sistema de relaciones tan complejo como es el formado por los alumnos y su profesor interactuando dentro de un aula.

Una estrategia adecuada para la introducción de las NTI en la vida del aula y en la del profesorado es la de ir adaptando estrategias docentes tradicionales a las nuevas herramientas tecnológicas. Pero este proceso debe estar orientado por una tendencia a la optimización de esfuerzos y a la mejora en los resultados de la educación.

Sin duda, la unificación de todos los sistemas audiovisuales (vídeo, transparencias, fotografías, diapositivas) en un único sistema informático simplifica y potencia la utilización de la imagen en el aula. Y esta mejora

repercute en la mejor utilización de las analogías como herramienta docente.

Pero la correcta utilización de las analogías no depende tanto de las herramientas utilizadas como de la correcta formación del profesorado en su uso, que no puede ser suplida con tecnología.

Si la parte visual puede soportarse con más eficacia en las nuevas tecnologías, la parte verbal debe mejorarse con una metodología apropiada, como el método ACA, que desarrolle la analogía ordenadamente sin olvidar las limitaciones de la misma.

Referencias bibliográficas

Curtis, R. y Reygeluth, C. (1984): The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13(2) 99-117.

Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6) 649-672.

Else, M.J.; Ramírez, M.A. y Clement, J. (2002). When are analogies the right tool? A look at the strategic use of analogies in teaching cellular respiration to middle-school students. En P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J.Di Biase y B.A. Crawford (Eds.). *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. Charlott, North Carolina.

Fernández, J.; González, B. y Moreno, T. (2005a). Hacia una evolución en la concepción de analogía: aplicación al análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1) 33-46.

Fernández, J. y Elórtegui, N. (2005b). Orientaciones y dificultades para la aplicación en el aula de la relación analógica en los modelos de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. En edición electrónica. Número Extra. Actas VII Congreso Internacional de Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada.

Fernández, J.; González, B. y Moreno, T. (2005c). La modelización con analogías en los textos de ciencias de secundaria. *Revista electrónica. EUREKA sobre Enseñanza de las Ciencias*, 2(3) 430-439. http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_3/Fern%E1ndez_et_al_2005.pdf

Gilbert, S. (1989). An Evaluation of the Use of Analogy, Simile and Metaphor in Science Texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (4), 315-327

Glynn, S., Russell, A. y Noah, D. [en línea] (1997). *Teaching Science Concepts to Children: The Role of Analogies.*

http://www.coe.uga.edu/edpsych/faculty/glynn/twa.html

Oliva, J.Mª. (2003): "Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso en el aula (en línea). *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2(1). Disponible en línea en: http://www.saum.uvigo.es/reec/.

Zook K. y Di Vesta, F. (1991): Instructional Analogies and Conceptual Misrepresentations. *Journal of Educational Psychology*, 83(2), 246-252.

Los dispositivos tecnológicos cotidianos como objetos de enseñanza.

Manuel Fernández González, **Antonio Jesús Torres Gil**

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. mfgfaber@ugr.esT, ajtg@yahoo.com

Resumen: La incorporación a los contenidos de clase de aparatos y dispositivos tecnológicos cotidianos ha sido hasta ahora muy escasa, pese a la insistencia de los organismos educativos. En este trabajo hemos abordado el problema de su adaptación a los niveles de cursos básicos como 4º de ESO. Una vez elaborado el material y desarrollado éste en el aula, se han evaluado los aprendizajes obtenidos.

Palabras clave: Didáctica, Contenidos tecnológicos, Explicación

Title: Everyday technological devices as topics for teaching

Abstract. Until recently very little attention has been given in the classroom to explaining everyday technological devices, despite the fact that educational authorities have repeatedly stressed this necessity. This paper deals with the problem of adapting this type of course content to secondary school classes. Once this teaching material was developed and used in the classroom, we evaluated the results obtained.

Keywords: Science education, technology-related contents, explanation.

1. Introducción

Los avances científicos y tecnológicos están cada vez más presentes en la sociedad actual. Las ciencias y la tecnología progresan exponencialmente y los nuevos conocimientos se incorporan a través de los objetos tecnológicos a la vida cotidiana.

Nuestro ordenamiento educativo, como el de los países más avanzados, refleja la necesidad de incorporar a la enseñanza el desarrollo tecnológico, concediendo gran importancia a los contenidos procedimentales y CTS. El decreto en el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la ESO en España (M.E.C., 1991: 36), en su apartado dedicado al área de Ciencias de la Naturaleza, expresa en uno de sus objetivos: *Utilizar los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales, así como para analizar y valorar algunos desarrollos y aplicaciones tecnológicas de especial relevancia.*

La inclusión de estos objetivos en los currículos oficiales responde a las nuevas expectativas de la educación, entre las que se encuentra prioritariamente el que la población tenga un nivel adecuado de alfabetización científico-tecnológica (Marco, 2003). Se pretende así que los alumnos puedan entender e interaccionar con los avances de nuestros tiempos, estudiando con especial atención el funcionamiento de aparatos y

dispositivos que se usan de forma habitual (Olartecoechea, 2003), y las implicaciones que conllevan (Solbes y Vilchez, 1997).

En esta investigación nos proponemos estudiar las dificultades que entraña la de enseñanza de dispositivos tecnológicos cotidianos, la acogida que dispensan los alumnos a tales contenidos y los resultados de su aprendizaje.

2. Fundamentación

¿Cómo abordar la tarea de introducir contenidos tecnológicos en el aula? La primera dificultad sobrevenida es sin duda la adaptación del dispositivo elegido al nivel de los alumnos, para lo cual es preciso identificar sus problemas de enseñanza y los obstáculos de aprendizaje (De Pro y Ezquerra, 2004).

Una vez definido el nivel del receptor, la labor que hemos de emprender exige un conjunto de transformaciones para convertir los contenidos científicos en objetos de enseñanza. Se debe realizar lo que se ha venido en llamar una transposición didáctica (Chevallard, 1977). Sin embargo conviene señalar que, aunque este concepto se usa con frecuencia, el estudio de los mecanismos de llevarla a cabo permanece inédito.

En la elaboración del material didáctico hemos tenido en cuenta un principio fundamental que nos brinda la psicología: tener en cuenta las ideas y conocimientos que el sujeto posee sobre el tema. Se ha cuidado, además, el papel de la imagen como complemento del texto para que el apoyo mutuo refuerce a ambos (Soler, 2002).

3. Metodología

Hemos realizado nuestra investigación siguiendo tres fases:

Fase A. Preferencias del alumnado

Se han indagado las preferencias de alumnos de 4º de ESO sobre la inclusión como objeto de enseñanza de dispositivos tecnológicos de uso cotidiano.

Fase B. Análisis de libros de texto

Se han analizado libros de texto actuales de 4º de ESO de editoriales muy difundidas en el mercado, para averiguar en qué grado están recogidos los contenidos de este tipo y la calidad de las explicaciones dadas.

Fase C. Enseñanza-aprendizaje de dispositivos tecnológicos

Fase C1. Elaboración de material didáctico.-

Visto lo anterior y localizadas las deficiencias explicativas más usuales, hemos elaborado material de aula acerca de uno de los dispositivos elegidos por los alumnos. Dada la complejidad de la mayor parte de ellos, se impone realizar una transposición didáctica. Para llevarla a cabo hemos utilizado dos estrategias 1ª) A nivel descriptivo: simplificar, eliminando los elementos secundarios que componen el aparato y 2ª) A nivel explicativo: adaptar los fundamentos teóricos al nivel de los alumnos considerados.

Fase C2. Exposición de contenidos y evaluación de aprendizajes.-

El material elaborado se trató como contenido habitual del currículo, siendo desarrollado en clase siguiendo la misma metodología que para el resto de los contenidos. Además, ésta fue básicamente transmisiva, con lo que nos situamos conscientemente en el nivel inferior de eficacia pedagógica y así comprobar si, incluso en circunstancias desfavorables, estos contenidos despiertan el interés y son asimilados razonablemente.

En el examen se incluyó una cuestión sobre el dispositivo, cuyos resultados se compararon con los de otra que se tomó como control.

4. Preferencias del alumnado (Fase A). Resultados.

La muestra encuestada fue de 25 alumnos de 4º de ESO, a quienes se solicitó que valorasen su interés por conocer cada uno de los dispositivos de una lista de 37, mediante una escala Lickert de 0 a 3. La lista se elaboró con las preferencias manifestadas antes por los propios alumnos individualmente.

Los datos obtenidos muestran que 26 de los 37 dispositivos propuestos suscitan en más de la mitad de los alumnos interés o mucho interés en conocer su funcionamiento. A la cabeza de las preferencias (elegidos por más del 80% de los alumnos) figuran los siguientes: ordenador, pantalla de plasma, GPS, cámara video/webcam, radar, teléfono móvil, lector-grabador CD/DVD, láser y panel solar.

En el presente artículo hemos trabajado sobre el tubo fluorescente, señalado por casi el 70% de los alumnos encuestados.

5. Análisis de libros de texto (fase B). Resultados.

La muestra sobre la que se trabajó estaba constituida por 10 libros de texto de 4º de ESO (ver Apéndice 3). Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 1.

De los datos de la tabla 1 podemos destacar lo siguiente:

- De los 10 textos examinados, 2 no incluyen dispositivos tecnológicos, y en los restantes, nunca pasan de tres los descritos. Además, en casi todos aparecen como parte de la información complementaria, incluida al final.

- Salvo alguna excepción, en todos los dispositivos se hace referencia al fundamento físico, aunque a veces no es explicado de forma adecuada.

- Ningún texto ha tenido en cuenta los conocimientos previos de los alumnos sobre el aparato y su funcionamiento, no figurando en su desarrollo explicaciones de tales hechos.

- La mayoría de los dispositivos va acompañado de un dibujo esquemático. El resto, de una ilustración fotográfica, lo que puede obedecer más a motivos ornamentales que didácticos.

Como conclusión general, podemos afirmar que la inserción de contenidos tecnológicos cotidianos en los libros de texto es escasa y, además, cuando se consideran, el afán de ser breve conduce a exposiciones desacertadas bajo el punto de vista didáctico.

Dispositivo (*)	*Editorial (**)*	*¿Inserto en el texto principal?*	*Funda-mento físico*	*Esquema(E) Ilustración(I)*	*¿Cita elementos?*	*¿Nivel adecuado?*	*Observa-ciones*
1. Motor de explosión	[2]-[7]	SI	SI	E	SI	SI	
2. Frenos hidráulicos	[1]	SI	SI	E	SI	SI	
	[2]	SI	SI	E	NO	SI	
	[3]	NO	SI	E	SI	SI	
	[5]	SI	SI	E	SI	SI	
3. Horno solar	[4]	NO	SI	I	NO	SI	Explicación superficial
4. Paneles fotovoltaicos	[4]	NO	SI	I	NO	SI	Explicación superficial
5. Catalizador	[6]	NO	NO	E	SI	SI	Concepto erróneo
6. Láser	[8]	NO	NO	I	NO	NO	Sólo describe propiedades
7. Frigorífico	[8]	NO	SI	I	NO	NO	Explicación vaga y difusa

Tabla 1. Libros de texto de 4º de ESO. (*) No han sido considerados los casos en que se menciona un dispositivo sin explicación alguna. (**) Ver códigos en Bibliografía.

6. Elaboración de material didáctico (fase C1).

El dispositivo seleccionado para la exposición didáctica fue “El tubo fluorescente”, que forma parte de los intereses de los alumnos y es de uso cotidiano. El documento correspondiente (Apéndice 1) se redactó con arreglo a las siguientes directrices:

- Ha de justificar los hechos conocidos por el alumno acerca del aparato (Cuadro 1).

- Debe figurar el fundamento físico del dispositivo. Este rasgo es esencial pues posibilita el enlace teoría-práctica y, si falta, la exposición se convierte en puramente descriptiva.

- Las explicaciones han de ser claras y adaptadas al nivel de los alumnos, evitando los errores detectados en los textos.

- Por ello, han de apoyarse en esquemas simples, mencionando los elementos más esenciales del dispositivo, lo que facilita la aplicación de los fundamentos teóricos.

Para el tubo fluorescente, algunos elementos que lo acompañan, como la reactancia y el cebador, se mencionan por la función que realizan sin

profundizar en su funcionamiento interno. De este modo podemos permanecer en el ámbito descriptivo, asegurando así la comprensión de la mayoría de los alumnos.

Cuadro 1.- Hechos conocidos por el alumno de la vida cotidiana

- Los tubos fluorescentes emiten luz
- Los tubos fluorescentes funcionan conectados a la corriente de casa
- Los tubos no se encienden instantáneamente como una bombilla de incandescencia, y además parpadean al principio

7. Exposición de los contenidos y evaluación (Fase C2)

Se realizó la experiencia con los alumnos de 4º de ESO anteriores, a los que se sumaron los correspondientes a otro grupo. La experiencia se distribuyó en dos etapas.

En primer lugar, tras repartir los documentos, se explicaron en una sesión de clase. Se trató de que los alumnos asimilaran estos contenidos tecnológicos con los contenidos habituales del libro de texto que explica el profesor. Se les advirtió que lo expuesto formaría parte de la evaluación y que por tanto podía salir en examen.

Más tarde, cuando llegó la prueba de evaluación se incluyó una cuestión acerca de "El tubo fluorescente" (Apéndice 2), constituida por tres preguntas de características similares a las del resto del examen. Con ellas se trataba de evaluar la comprensión del fundamento y funcionamiento del dispositivo.

Evaluación.

Una vez realizada y corregida la prueba, se eligió, de entre las demás cuestiones, una similar para utilizarla como control. Nos iba a servir para contrastar sus resultados con los obtenidos en la cuestión sobre el dispositivo.

Para que no hubiera mucha dispersión, se evaluó cada pregunta con las letras A, para una respuesta satisfactoria (notable-sobresaliente); B, para una respuesta aceptable (suficiente-bien); C, para una respuesta incorrecta (insuficiente).

8. Aprendizaje de dispositivos (Fase C2). Resultados y discusión

Los resultados globales de un total de 52 alumnos quedan reflejados en la tabla 2. Pero mucho más interesante es la tabla 3 donde se contrapone en cada alumno la calificación de la cuestión sobre el dispositivo (CD) con la de la cuestión de control (CC).

	Cuestión dispositivo (CD)	*Cuestión control (CC)*
A	22 alumnos (42%)	26 alumnos (50%)
B	12 alumnos (23%)	10 alumnos (19%)
C	18 alumnos (35%)	16 alumnos (31%)

Tabla 2. Resultados globales de la calidad de la respuesta (A>B>C) a CD y a CC.

		Cuestión control (CC)		
		A	*B*	*C*
Cuestión dispositivo (CD)	*A*	15	4	3
	B	4	3	5
	C	7	3	8

Tabla 3. Resultados individuales de la calidad de la respuesta (A>B>C) a CD frente a CC.

De las tablas 2 y 3 podemos concluir que:

- Tabla 2: Los porcentajes similares en las respuestas a CD y CC apuntan a que la comprensión del dispositivo, tal y como se ha enseñando, está al menos al mismo nivel que el de los otros contenidos.

- Tabla 2: 34 alumnos (65%) de los alumnos ha respondido destacada o aceptablemente (A+B) a CD, lo que es un índice positivo de la calidad del material utilizado y de la comprensión suscitada.

- Tabla 3: En 15 alumnos (29%) existe coincidencia en las evaluaciones, muy satisfactorias (A y A), de CD y CC. Las discordancias son mucho más minoritarias (p. ej. 3 alumnos obtienen A en CD y C en CC).

9. Conclusiones Generales

- Existe interés por parte de los alumnos hacia el estudio de dispositivos tecnológicos de uso cotidiano, según los datos recogidos de la encuesta de la fase A (secc. 4).

- Los libros de texto actuales de enseñanza secundaria obligatoria (4º ESO) no responden a las expectativas sobre de este tipo de contenidos. Las referencias en los textos son escasas y en ocasiones contienen errores conceptuales, nivel inapropiado, o falta de claridad expositiva.

- Se pueden elaborar documentos de aula de aparatos tecnológicos relativamente complicados, adaptados al nivel de los alumnos. Para ello se

precisa hacer una transposición didáctica adecuada que evite los errores encontrados en los manuales.

- En tal caso, el aprendizaje se realiza sin muchos obstáculos y los resultados obtenidos pueden ser claramente positivos.

Referencias bibliográficas

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

De Pro, A. y Ezquerra, A. (2004). La enseñanza de la física: problemas clásicos que necesitan respuestas innovadoras. *Alambique,* 41, 54-67.

Ministerio de Educación y Ciencia (1991). Real Decreto 1007/1991 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. *B.O.E.* 152 de 26-6-91. Suplemento. Madrid: M.E.C.

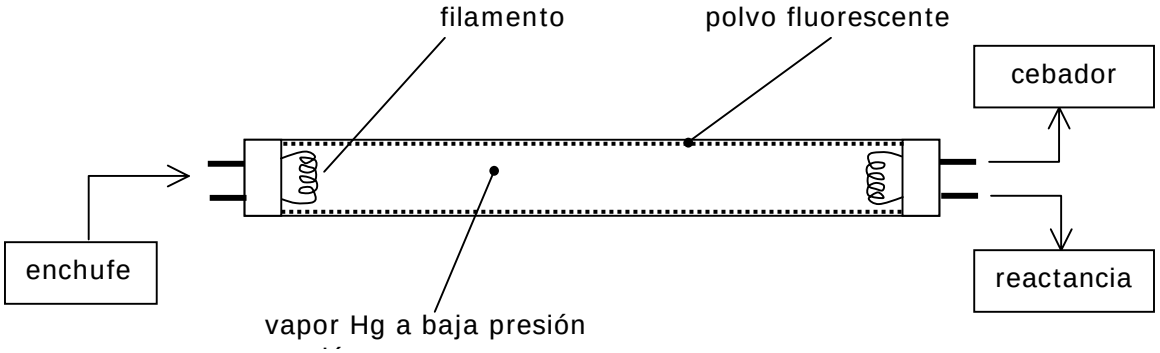
Marco-Stiefel, B. (2003). La ciencia y la tecnología escolar en el marco de las nuevas alfabetizaciones. *Alambique*, 38, 21-22.

Olartecoechea, C. (2003). Tecnología y Ciencia: Interdisciplinariedad y vinculación con el mundo de las ocupaciones. *Alambique* 38, 42-48.

Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS Interaction and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81, 377-386.

Soler, V.F. (2002). El problema de la imagen en la enseñanza de la física. *Alambique,* 32, 92-100.

Apéndice1. Tubo fluorescente (Nivel básico)



Un *tubo fluorescente* contiene vapor de mercurio (Hg) a presión reducida. Cuando se pulsa el interruptor salen electrones de los filamentos, lo que provoca una corriente por el interior del tubo. Los electrones al moverse chocan con los átomos de Hg. Esto hace que los átomos de Hg emitan radiación ultravioleta (invisible), pero gracias al polvo fluorescente pegado a las paredes interiores del tubo, ésta se convierte en la luz visible que llega a nuestros ojos.

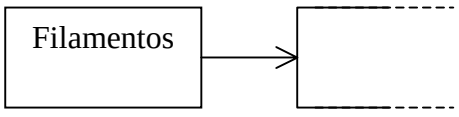
El tubo siempre va acompañado de dos piezas: un cebador y una reactancia.

El *cebador* sirve para iniciar la corriente eléctrica por el tubo y mantenerla estabilizada.

La *reactancia* es una bobina (cable arrollado sobre láminas metálicas) que tiene como misión limitar la intensidad de la corriente eléctrica por el tubo para que no alcance valores muy elevados.

Apéndice 2. Cuestión de evaluación

TF1.Indicar esquemáticamente el proceso por el que el tubo suministra luz. Mencionar los elementos que intervienen en el orden adecuado.



TF2.Explicar el porqué de las etapas de las que se compone el proceso (poner en el esquema un número sobre las conexiones a explicar y referir a ellos las explicaciones).

TF3.¿Para qué son necesarios el cebador y la reactancia?

Apéndice 3. Libros de 4º de ESO revisados (Se incluye el nº asignado, la editorial y el año): [1] Guadiel (2003); [2] Anaya (2003); [3] Oxford (2003); [4] Bruño (2003); [5] Edelvives (1999); [6] Santillana (2003); [7] SM (Ecosfera) (2003); [8] SM (Newton) (2003); [9] Algaida (2001); [10] McGrawHill (2001).

¿Es más eficiente la enseñanza de la genética desde una perspectiva constructivista? El ejemplo de la situación de los genes.

Íñiguez Porras, Francisco Javier[1] y Puigcerver, Manel[2]

1 IES Lliçà. Avda. Països Catalans, 26. 08186 Lliçà d'Amunt. Email: jaip5@hotmail.com

2 Dep. de Didàctica de les Ciències Experimentals i la Matemàtica, Fac. de Formació del Professorat, Univ. de Barcelona. Passeig de la Vall d'Hebron 171, 08035 Barcelona. Email: mpuigcerver@ub.edu

Resumen: Se da cuenta de los resultados obtenidos en un estudio sobre la situación de los genes en alumnos de cuarto curso de ESO de un centro público de Cataluña, tras haber comparado la eficacia de una secuencia didáctica de elaboración propia basada en los principios del constructivismo con una secuencia tradicional. Para ello se han aplicado redes sistémicas, índices de mejora y se han aplicado algunas pruebas de estadística inferencial no paramétrica (pruebas de Kruskal-Wallis, de la U de Mann-Whitney y de Wilcoxon). Los resultados muestran claramente que, aunque el modelo tradicional de enseñanza es capaz de modificar algunos esquemas conceptuales del alumnado, el modelo constructivista es mucho más eficaz en ese sentido y permite lograr un mayor cambio conceptual, que se refleja en un incremento del grado de retención de los contenidos trabajados en el aula.

Palabras clave: genética, situación de los genes, modelo tradicional, modelo constructivista, enseñanza-aprendizaje.

Title: Is teaching of genetics more efficient from a constructivistic approach? The example of genes location.

Abstract: The results of a research developed in a study related with genes location, carried out with students of 4th ESO in a public centre of Catalonia are reported. The efficiency of an own didactic unit based on the constructivistic principles has been compared with the results obtained when applying a traditional unit. Systemic networks, improvement indexes and non-parametric tests (Kruskal-Wallis, U of Mann-Whitney and Wilcoxon tests) have been used. Results clearly show that, in spite of traditional model of teaching allowing modifications in some student misconceptions, constructivistic model is much more efficient, achieving a conceptual change reflected in a higher retention of the contents which have been worked in the classroom.

Keywords: genetics, gene location, traditional model, constructivistic model, learning-teaching process.

Introducción

La genética es uno de los ámbitos de la biología con contenidos más importantes y difíciles (Finley et al., 1982) y donde existe una gran cantidad de concepciones alternativas (Bahar et al., 1999). Ambas circunstancias hacen que la enseñanza de la genética se plantee como didácticamente problemática.

Las concepciones alternativas que se han descrito sobre la naturaleza del material hereditario, su localización y los mecanismos de transmisión, pueden ser detectadas y utilizadas didácticamente por el profesorado (ver Kargbo et al., 1980, Longden, 1982, Lewis y Wood-Robinson, 2000). Es especialmente destacable el bajo nivel de conocimiento sobre la estructura y la situación de la información hereditaria (Hackling y Treagust, 1984; Banet y Ayuso, 1995). Concretamente, la estructura de los cromosomas, los conceptos de gen y alelo, y la relación existente entre ellos y con la molécula de ADN son la fuente de los principales errores conceptuales sobre el conocimiento del material hereditario (Pashley, 1994; Lewis et al., 2000; Íñiguez y Puigcerver, 2001).

El trabajo que presentamos, que se enmarca dentro de un estudio más amplio sobre la naturaleza, función y estructura del material hereditario, muestra los resultados de la aplicación en el aula de una propuesta didáctica propia basada en los principios del constructivismo, que pretende provocar un cambio conceptual en el alumnado sobre la situación de los genes. Asimismo, se muestran los resultados obtenidos tras comparar el rendimiento académico con la aplicación de una secuencia didáctica de corte tradicional. Otros aspectos relacionados con el conocimiento de la información hereditaria y sobre los mecanismos de su transmisión, han sido estudiados y confirman los resultados que mostramos en este trabajo (Íñiguez, 2006).

Metodología

El estudio se realizó en un instituto de educación secundaria cercano a la ciudad de Barcelona (IES Lliçà, en Lliçà d'Amunt) sobre dos muestras de alumnos de 15-16 años que no habían cursado anteriormente estudios de genética. En ambas muestras se dedicó el mismo tiempo para llevar a cabo la secuencia didáctica, aunque con diferentes estrategias didácticas. La primera muestra estaba formada por cuatro grupos denominados *Control* (n=14, 11, 16 y 17; total n= 58), en los que se aplicó una metodología de enseñanza de las ciencias basado en un modelo de transmisión de conceptos ya elaborados, siendo el papel del profesor el de informador, mayoritariamente oral, de una serie de hechos científicos, apoyado en el libro de texto. La segunda muestra estaba formada por cinco grupos denominados *Experimentales* (n=17, 14, 17, 17, y 22; total n= 87), en los que se aplicó nuestra propuesta didáctica (para más detalles, ver Iñiguez 2006). La unidad que hemos elaborado se basa en los principios constructivistas de la enseñanza de las ciencias y tiene el modelo de cambio conceptual de Posner et al. (1982) como referente y recoge las propuestas de los principales investigadores en didáctica de la genética (Wood-Robinson et al., 1998; Lewis et al. 2000; Banet y Ayuso, 2000; Ayuso y Banet, 2002). Entre ellas, destacamos:

La secuencia didáctica se ha estructurado en tres fases (iniciación, reestructuración de ideas y aplicación de las nuevas ideas), con actividades específicas en cada una de ellas; éstas no se refieren a organismos desconocidos por los alumnos (como *Mirabilis jalapa* u otros) sino que los propios estudiantes diseñaron un organismo inventado por ellos al que atribuían las características físicas que ellos mismos decidían. En base a los caracteres definidos por los alumnos se inicia el proceso instructor, en el que los conceptos que se introducen son aplicados al organismo fantástico y por tanto pasan a ser mucho más cercanos para el alumnado.

Por otra parte, diferentes autores han demostrado la utilidad del uso de modelos para el estudio de la genética (Nicholl y Nicholl, 1987; Pashley, 1994; Clark y Mathis, 2000). Por esta razón, se han utilizado modelos tridimensionales diseñados y fabricados por nosotros para dar a conocer la estructura y ubicación del material hereditario y, en particular, de cromosomas, genes y alelos. Con un modelo de célula eucariota construido en poliestireno expandido se permite conocer la localización de la molécula de ADN y su relación con cromosomas y genes. El modelo de cromosoma, diseñado en madera, permite la ubicación de fichas adhesivas que representan los alelos, sobre los diferentes *loci*. De nuevo se aplicaban los modelos al organismo creado por el alumnado. Además, el estudio de la meiosis se ha relacionado directamente con los procesos de transmisión de la información genética y con la resolución de problemas de genética.

El plan de trabajo se concreta en diferentes fases de investigación:

Fase 1. Consiste en un *pretest* antes de iniciar la docencia en el que se pide a los alumnos de las dos muestras (“Control” y “Experimental”) que dibujen o hagan un esquema que muestre dónde se encuentran los genes. Las diferentes creaciones de los alumnos han sido categorizadas, elaborándose una red sistémica que permite captar de forma sinóptica los esquemas conceptuales del alumnado (Bliss et al., 1983).

Fase 2. Es la docencia propiamente dicha. El modelo de transmisión de conocimientos se ha utilizado en los grupos *Control* y la propuesta didáctica constructivista en los grupos *Experimentales.*

Fase 3. Después de llevar a cabo la instrucción se realizó un *postest* en el que se volvió a pedir a los alumnos de los dos tratamientos en estudio que dibujasen nuevamente dónde creían que se encuentran los genes. Se categorizaron las creaciones y se construyeron nuevas redes sistémicas.

Fase 4. Nueve meses después de finalizar la instrucción se realizó un nuevo test (*Postest2)*, en el que la pregunta era la misma que en el *Pretest* y el *Postest*.

Dado que se pretende determinar el grado de eficiencia de los dos modelos didácticos, el nivel de corrección en las creaciones del alumnado nos puede indicar un mayor impacto de una u otra estrategia didáctica. Por este motivo, cada uno de los dibujos de los alumnos fue categorizado según diferentes aspectos que se observaban en las creaciones, atendiendo al nivel de corrección conceptual y de complejidad en el dibujo. A cada categoría se le asignó un valor numérico en función del grado de corrección, de manera que a cada dibujo le correspondía un valor numérico, que hemos denominado *Índice de la red*; cuanto mayor sea el valor de este índice,

mayor corrección presenta la representación que los alumnos han hecho sobre la ubicación de los genes. Dicho índice oscila entre 0 y 6.

Otro elemento que utilizamos para determinar el grado de transformación de las concepciones del alumnado en cada uno de los tratamientos didácticos utilizados, es el *Indice de mejora (IM)*. Este índice es un valor entre 0 y 1, resultante de la aplicación de la expresión IM= (postest – pretest) / (6 – pretest), de manera que valores de índice elevados supone un grado de mejora deseable y, por tanto, concepciones más correctas.

El tratamiento estadístico se ha llevado a cabo con el paquete de programas SPSS 11.0, aplicando las pruebas de Kruskal-Wallis, U de Mann-Whitney y Wilcoxon.

Resultados y discusión

Atendiendo al índice de red observado en el pretest, la muestra Control fue subdividida en dos submuestras, Control Bajo (CB) y Control Alto (CA), al detectarse diferencias estadísticamente significativas entre ambas. De forma análoga, la muestra Experimental se dividió en dos submuestras, Experimental Bajo (EB) y Experimental Medio (EM). La terminología utilizada no se refiere a la existencia de un nivel de competencia del alumnado, sino a la valoración del índice de red.

Como puede apreciarse en la tabla 1, el grupo EB se diferencia en el pretest del resto de agrupaciones, mientras que EM se diferencia de CA pero no de CB, manifestando un nivel de concepciones similar EM y CB (ver tabla 2 de comparación de medianas).

	EB			EM			CA		
	Pretest	Postest	Postest2	Pretest	Postest	Postest2	Pretest	Postest	Postest2
CB	U=515 P=0.003	*U=546.0* *P=0.071*	U=96.5 P=0.013	U=1213 P=0.549	U=717.5 P<<0.01	U=139.0 P=0.029	U=98.5 P=0.001	U=242.0 P=0.819	U=46.0 P=0.124
CA	U=4.0 P<<0.01	U=136.0 P=0.294	U=103.0 P=0.390	U=142.0 P=0.002	U=166.5 P=0.001	U=149.0 P=0.732			
EM	U=580.5 P=0.001	U=786.5 P=0.426	U=353.0 P=0.417						

Tabla 1. Prueba de U de Mann-Whitney entre las diferentes agrupaciones en las diferentes fases del estudio. Existen diferencias significativas entre los grupos cuando $p<0.05$ (negrita). En cursiva se señalan las probabilidades marginalmente significativas.

Después de la docencia, sin embargo, se observa que el grupo EB ya no se diferencia de CA ni de EM y existen diferencias marginalmente significativas con el grupo CB (del que se diferenciaba en el pretest). El grupo EM se diferencia de los dos grupos Control, especialmente de CB, que en el pretest eran muy similares. La evolución de las medianas a lo largo de las diferentes fases de la investigación se puede observar en la tabla 2.

	Pretest	Postest	Postest 2
CB	0	3	0
CA	2	3	2
EM	0	6	3
EB	0	6	4

Tabla 2. Evolución de las medianas en las diferentes fases de la investigación.

En los dos grupos experimentales (ver tabla 2) las medianas en el postest toman el valor máximo, mientras que en los grupos control tan sólo se llega a 3. En el postest 2, se produce un retroceso en todas las agrupaciones, aunque es menor en los grupos constructivistas.

Meses después de la docencia, se mantienen las diferencias entre los grupos Experimentales y CB, aunque no aparecen con el CA.

Como se aprecia en la tabla 3, en el grupo CB aparecen diferencias después de la instrucción, pero ya vimos en la Tabla 1 que en el postest se diferencia de los dos grupos *Experimentales.* También hay diferencias entre el postest y el postest2, es decir, no se produce retención de la mejora observada en el postest. Esto se confirma cuando vemos que no hay diferencias entre pretest y postest2.

	Pretest-Postest	*Postest-Postest2*	*Pretest-Postest2*
	p	p	p
CB	**<<0.001**	0.016	0.915
CA	0.810	0.785	1
EM	**<<0.001**	**<<0.001**	0.018
EB	**<<0.001**	0.685	**<<0.001**

Tabla 3. Test de Wilcoxon de cada agrupación en cada fase de la investigación. Valores de p inferiores a 0.05 (en negrita) indican diferencias significativas.

El grupo CA, que presentaba unos valores del índice de la red elevados y por tanto un nivel conceptual aceptable, no muestra diferencias en ninguna fase de la investigación, lo que hace pensar en el nulo impacto de la docencia tradicional.

En el grupo EM hay diferencias en el postest y además también se diferencia del grupo CA y CB. Entre el postest y el postest2 también hay diferencias, pero al aparecer también entre el pretest y el postest2, consideramos que se ha producido un grado de retención suficiente para que exista esa distancia desde el pretest hasta meses después de producirse la instrucción.

En el grupo EB hay diferencias después de la instrucción y al no diferenciarse de EM ni de CA, dicho grupo ha salvado la distancia conceptual que les separaba. No hay diferencias entre el postest y el postest2 y sí que existen entre el pretest y el postest2, lo cual nos indica que ha existido un grado de retención suficiente meses después de la instrucción.

En la figura 1 se muestra el *Índice de Mejora* en las cuatro agrupaciones. Podemos comprobar que en las dos agrupaciones experimentales son más frecuentes los índices de red altos (superiores a 0.75), mientras que en las agrupaciones control la mayor parte de los índices de mejora son bajos (inferiores a 0.25).

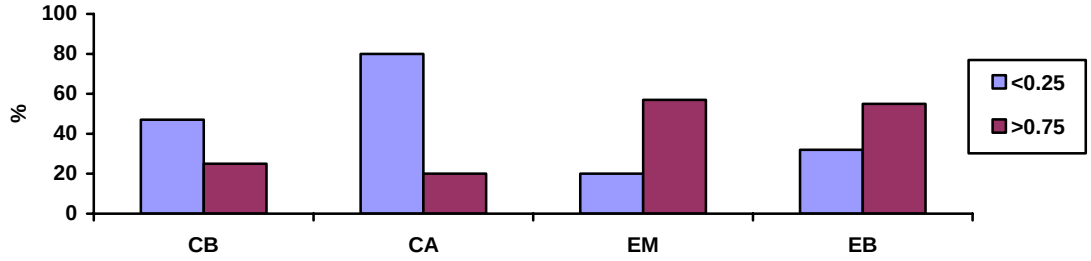


Figura 1. Distribución del índice de mejora en las distintas agrupaciones

Conclusiones e implicaciones

Las diferencias observadas entre los grupos de alumnos que han recibido una docencia basada en un modelo tradicional y los que han recibido nuestra propuesta didáctica, nos permiten concluir que:

a) El modelo tradicional de enseñanza ha sido capaz de modificar algunos esquemas conceptuales, aunque de manera parcial.

b) El modelo tradicional de enseñanza es incapaz de conseguir retención en los alumnos meses después de la docencia y por tanto no ha provocado el cambio conceptual.

c) Nuestro modelo de enseñanza ha sido capaz de modificar los esquemas conceptuales del alumnado de manera más potente que el modelo tradicional, al observarse diferencias significativas en las diferentes fases de la investigación y con respecto a los grupos control.

d) Nuestro modelo de enseñanza ha provocado un grado de retención tal, que nos hace pensar en que ha sido capaz de provocar un cambio conceptual en el alumnado.

e) Los valores del Índice de mejora nos muestran la capacidad de nuestra secuencia didáctica de permitir la transformación de las concepciones del alumnado después de la docencia.

De todo ello se infiere que un modelo de enseñanza que tenga en consideración las concepciones alternativas del alumnado, presente actividades con nuevas informaciones capaces de entrar en conflicto con las ideas de los alumnos y que puedan hacer reestructurar las concepciones de los estudiantes, es útil en la enseñanza de la genética. Este tipo de enseñanza puede lograr superar las dificultades existentes en el conocimiento de la estructura y función del material hereditario, considerando especialmente el uso de modelos tridimensionales y de elementos didácticos próximos al alumnado.

Referencias bibliográficas

Ayuso, E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 133-157.

Bahar, M.; Johnstone, A.H. y Sutcliffe, R. (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. *Journal of Biological Education,* 33 (3), 134-141.

Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*,13 (2), 137-153.

Banet, E. y Ayuso, E. (2000). Teaching Genetics at Secondary School: A Strategy for Teaching about the Location of Inheritance Information. *Science Education*, 84, 313-351.

Bliss, J.; Monk M. & Ogborn, J. (1983). *Qualitative Data Analysis for Educational Research. A Guide for te Uses of Systemic Networks*. Londres: Croom Helm.

Clark, D. y Mathis, P. (2000). Modeling Mitosis & Meiosis. *The American Biology Teacher,* 62 (3), 204-206.

Finley, F.N., Stewart, J. y Yarroch, W.L. (1982). Teacher's perceptions of important and difficult science content: The report of a survey. *Science Education,* 66 (4), 531-538.

Hackling, M.W. y Treagust, D. (1984). Research data necessary for meaningful review of grade ten high school genetics curricula. *Journal of Research in Science Teaching,* 21 (2), 197-209.

Íñiguez, F.J. y Puigcerver, M. (2001). ¿Qué opinan los alumnos sobre la función y ubicación de los cromosomas? *Enseñanza de las Ciencias,* núm. Extra, 31-32.

Íñiguez, F.J. (2006). *La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la Educación Secundaria Obligatoria desde una perspectiva constructivista*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Kargbo, D.N., Hobbs, E.D. y Erickson, G.L. (1980). Children's beliefs about inherited characteristics. *Journal of Biological Education*, 14 (2), 137-146.

Lewis, J.; Leach J. y Wood-Robinson C. (2000). All in the genes? What young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34 (2), 74-79.

Lewis, J. y Wood-Robinson C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance: do students see any relationship? *International Journal of Science Education,* 22(2), 177-195.

Longden, B. (1982). Genetics: are there inherent learning difficulties? *Journal of Biological Education,* 16 (2), 137-146.

Nicholl, L. y Nicholl, D. (1987). Modelling the eukaryotic chromosome: a stepped approach. *Journal of Biological Education,* 21 (2), 99-103.

Pashley, M. (1994). A-level students: their problems with gene and allele . *Journal of Biological Education,* 28(2), 120-126.

Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W. y Gertzog, W.A. (1982). Acomodation of a Scientific Conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.

Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J. y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 43-61.

TIC y aprendizaje de la ciencia. Evaluación de la eficiencia didáctica de algunos aspectos del DVD "Relatividad Especial" en el contexto de la formación de maestros y profesores.

Jesús Lahera Claramonte y Fernando García Pastor

[1]Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid. fgpastor@edu.ucm.es

Resumen: La intencionalidad de este trabajo es la presentación de los primeros resultados de la evaluación de la eficiencia didáctica del DVD *Relatividad especial* en el contexto de la formación de profesores. La comunicación incluye también una breve descripción de la metodología en la introducción de esta tecnología en el aprendizaje de los conceptos básicos de la Física Moderna.

Palabras-clave: Nuevas Tecnologías, Enseñanza/Aprendizaje, Física Moderna, Einstein, Relatividad Especial.

Title: ICT and science learning. Evaluation of the didactic effectiveness of DVD "Special Relativity" during teachers' training.

Abstract: The aim of this study is to present the first results of didactic efficiency assessment of the DVD *Relatividad especial* in the context of teachers education. The paper adds also a short description of the methodology to introduce this technology in the learning of Modern Physic Science basic concepts.

Keywords: New Technologies, Teaching/Learning, Modern Physic Science, Einstein, Special Relativity.

Objetivos

La eficiencia de la utilización de TIC en la enseñanza está comprobada en la práctica docente. Emerge fundamentada, además, en un contexto de enseñanza significativa de investigación en Educación Científica (Bernardini et al., 1995). La dificultad mayor de uso de materiales tecnológicos radica a nuestro parecer en la adecuación de los contenidos al nivel de conocimientos del alumnado al que previsiblemente están destinados. Esta dificultad se acrecienta en el tratamiento en el aula de la teoría especial de la Relatividad, que suele presentarse a nivel estrictamente teórico.

Descripción sintética del DVD

En la elaboración del DVD partimos de un análisis de nuestras propias publicaciones que culminaron en un proyecto que ha sido expuesto (Lahera, 1995 a). Se revisó el material producido en cada época, desde los film-loops del emblemático proyecto americano PSSC sobre Relatividad galileana (BFA/EALING, 1962) que han sido fuente de sugerencias para versiones actuales en Nuevas Tecnologías. Fueron (re)visadas las ideas básicas de la teoría, brillante y asequiblemente expuestas, por Sagan en su libro y en la serie de vídeos (Sagan, 1990), que deben completarse a nuestro juicio con un tratamiento matemático elemental, Especialmente, discutimos el vídeo

Relatividad Especial (Open University, 1997), que a nuestro parecer muestra carencias en la simulación muy lograda del *reloj de luz* al no incorporar sencillos cálculos que hagan participar a los estudiantes.

Otro referente fue el Proyecto Iniciativa Relatività (Cortini, 1979) que fue ensayado en niveles pre y universitarios del sistema educativo italiano. En una obra de uno de nosotros (Lahera, 1995b) se considera la Relatividad en su doble aspecto de Fundamentación y Módulos de aprendizaje, remitiendo a la utilización de vídeos *ajenos*; ahora podemos disponer de un vídeo *propio*. El DVD se presentó en un Congreso (Lahera et al., 2005).

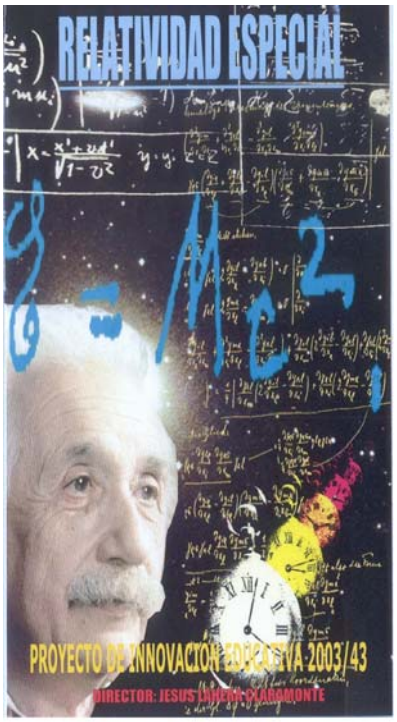


Figura 1. Carátula del DVD

El DVD se estructura en tres partes, en programa a seleccionar, siendo su duración total de 45 minutos. Hay una significativa dedicatoria: "A Gamow, Landau, Feynman y Sagan, citados en el texto, que fueron grandes físicos y magistrales difusores de la ciencia", Para nuestro objetivo seleccionamos en Relatividad galileana la ejemplificación Objeto abandonado desde un avión y en Relatividad especial El reloj de luz: Einstein + Pitágoras. Está previsto que los asistentes al Encuentro interesados en visionar este DVD abreviado (15 minutos) puedan hacerlo.

Primera parte: Relatividad galileana

En el relato, se hace referencia a Discursos y demostraciones matemáticas sobre dos Nuevas Ciencias, donde se plantean ejemplos de observación de movimientos que presentan interés didáctico actual, seleccionando el problema cómo se ve un objeto abandonado desde lo alto del mástil de una barca en movimiento. Se ve por secuencia de figuras que un observador en lo alto del mástil verá caer el objeto en su vertical, pero un observador en el exterior, puesto que la barca ha avanzado, verá caer el objeto según una línea curva. ¿Tiene sentido hablar de una unívoca, absoluta trayectoria? Para el exigente Einstein la relatividad galileana representa una verdadera revolución científica. En el DVD se muestra cómo la personalidad de Galileo ha sido tratada, al margen de la ciencia, en el teatro, en el ensayo filosófico y en el cine.

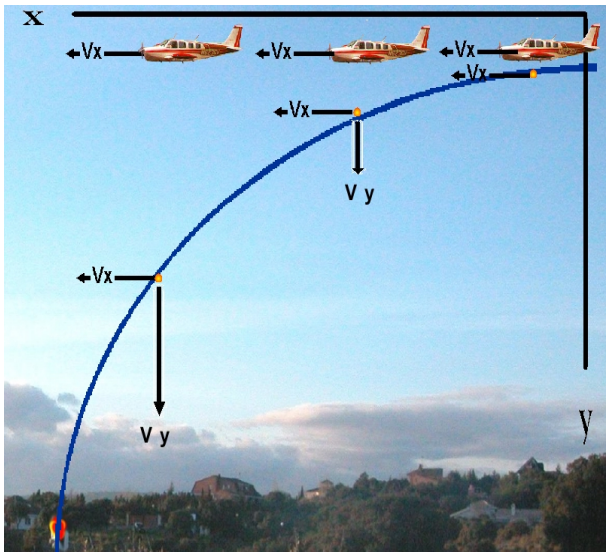


Figura 2. Objeto abandonado desde un avión, simulación

La tecnología actual nos permite realizar una simulación semejante al problema planteado por Galileo: ¿Cómo se observa el movimiento de un objeto abandonado desde un avión que vuela a la velocidad de régimen (es decir con

trayectoria recta y velocidad constante)? Se comentan las opiniones de los alumnos: según nuestros datos, muy pocos dan la respuesta correcta.

La simulación resuelve el asunto. La justificación requiere unas fórmulas sencillas de la física más elemental, que se exponen. La dificultad estriba en la situación planteada, en la necesaria utilización de dos sistemas de referencia. Se muestra el grupo de transformación de Galileo.

En otras secuencias se debate, desde el principio formulado por Poincaré: las leyes mecánicas tienen la misma forma en los sistemas inerciales. Ahora con evidencias actuales en un avión volando a la velocidad de régimen como mejor sistema inercial. De este aparentemente inofensivo postulado resulta una proposición inquietante: desde dentro de un sistema no podemos distinguir si está en reposo o en movimiento recto de velocidad constante. Se discuten ejemplos de la vida cotidiana. Se reflexiona sobre el hecho de que la incorporación de la relatividad galileana a la enseñanza ha sido tardía e incompleta, debido a la conveniencia de utilizar imágenes dinámicas, ahora posible por las Nuevas Tecnologías.

Se cuestiona la interpretación simplista del *relativismo* en la cultura posmoderna, lejos de lo que la teoría física preconiza: la descripción de movimientos desde dos sistemas de referencia son distintas, pero las leyes físicas son válidas en todos los sistemas inerciales.

El relativismo correcto ha transcendido a otros ámbitos (Psicología, Pedagogía, Historia, Literatura, Pintura, Cine...). Se consideran ejemplos ilustrativos.

Segunda parte: Relatividad Especial

En el estudio del comportamiento no clásico de nuestro mundo es esencial la constancia de la velocidad de la luz. Ya que adquiere tanta importancia, se discute sobre la medida de su velocidad... que hoy puede hacerse en el Laboratorio. Un pulso de luz láser atraviesa sucesivamente dos placas detectoras que están conectadas cada una a un osciloscopio, que registra su correspondiente “pico” de señal. La experimentación muestra que si la distancia entre placas es 3 metros, el desfase temporal entre picos es de 10^{-8} segundos, de modo que la velocidad de la luz es 300.000 km/s en recitado escolar.

En relato se muestran los dos postulados básicos de Relatividad Especial: Las leyes de la Naturaleza tienen la misma forma matemática en todos los sistemas de referencia inerciales y la velocidad de la luz es independiente del movimiento de la fuente o del receptor, es la misma para todos los sistemas inerciales. La física basada en estos postulados es la teoría de Relatividad especial. Más tarde Einstein desarrollaría la Relatividad general, para sistemas acelerados, equivalentes a campos gravitatorios.

Seguidamente, en el DVD, se hacen comentarios sobre fotografías, en una breve biografía ilustrada de Einstein. En el póster se muestran algunas fotografías.

Resaltamos los asombros de Einstein, reflejados en sus *Notas autobiográficas*: “Un asombro de esta índole lo experimenté de niño a los cuatro o cinco años, cuando mi padre me enseñó la brújula... A la edad de doce años experimenté un segundo asombro de naturaleza muy distinta: fue con un librito sobre geometría euclídea del plano, que cayó en mis manos al comienzo de un curso escolar”.

A continuación se expone que el objetivo básico de la teoría fue encontrar una transformación entre dos sistemas inerciales que preservara la invariancia de la velocidad de la luz. Einstein obtuvo así el grupo de transformación de

Lorentz que sustituía en la nueva física al grupo de transformación de Galileo. Ya que los postulados de la teoría van contra todo sentido común, las consecuencias que se derivan al aplicar este grupo a medidas de espacio y de tiempo son sorprendentes, pero asumidas en la cultura actual: dilatación del tiempo, contracción de la longitud y la ecuación Energía $E = mc^2$.

Se señala que en ocasiones la teoría no sólo sirve para torturar a los estudiantes, sino que facilita las cosas, por no citar más que un ejemplo, posibilita, como señaló Sagan, la realización de viajes espaciales a las estrellas y galaxias, por el efecto temporal relativista, que se comenta en un hipotético (y probable) viaje a la conocida estrella polar, que dista unos 450 años luz de la Tierra.

Específicamente, se hace historia de la primigenia idea del denominado *reloj de luz* debida al físico de origen ruso Landau (Landau, 1966). Un pulso de luz sale del suelo de un tren en movimiento, se refleja en un espejo que hay en el techo y vuelve al origen.

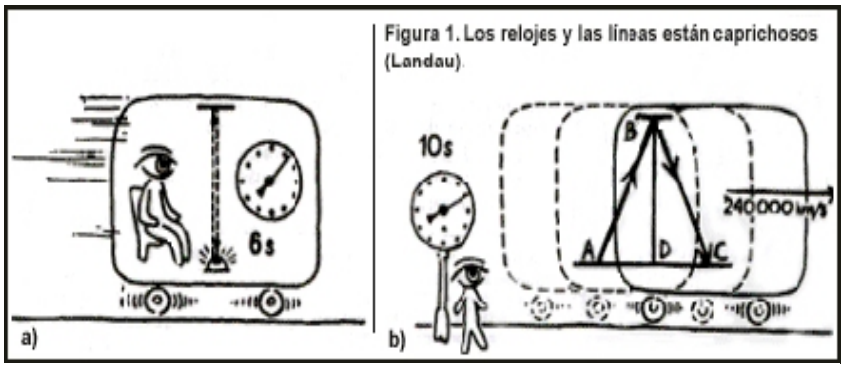


Figura 3. Reloj de luz

En el póster se señala: Landau, Premio Nobel de Física 1962 y también gran difusor científico, explicaba cualitativamente:" Como vemos, para el observador del andén la luz evidentemente recorrió una distancia mayor que para el pasajero del tren. Por otra parte nosotros sabemos que la velocidad de la luz es velocidad absoluta: es igual tanto para aquellos que viajan en el tren como para los que se encuentran en el andén. Conclusión: ¡entre el envío y el regreso del pulso de luz, en el andén transcurrió más tiempo que en el tren! No es difícil calcular la relación de tiempos.

Y Landau realiza un cálculo apropiado a una obra de divulgación. Si el tren va a una velocidad 4/5 c, encuentra que 10 segundos para el observador exterior se corresponden con 6 segundos para el observador interior, en el tren.

En el DVD se muestra – y se reproduce en el póster- que un cálculo sencillo (Sloyer, 1982) basado en el teorema de Pitágoras, conduce a la expresión que vincula el tiempo exterior t (*dilatado*) y el tiempo t´ interior (*ralentizado).* Dado que $v < c$, la fórmula obtenida da $t > t'$ y por tanto $t' < t$. Por simetría, el efecto temporal relativista es recíproco, referido a los sistemas S y S´. Se anima a que el espectador compruebe que el resultado de aplicar esta fórmula es concordante con el obtenido por Landau en el caso que consideró.

Otra consecuencia de la teoría se refiere al espacio, a la longitud de un objeto móvil visto desde otro sistema de referencia. Aquí retomamos las ilustraciones de Gamow (Gamow, 1974), que se presentan en el póster, sobre un ciclista que circula en una ciudad donde la velocidad de la luz fuera baja, de 30 km/h, velocidad alcanzable por el ciclista.

Finalmente, otra fórmula que deriva de la teoría, y que es el origen de la energía nuclear, es la superconocida fórmula Energía $E = mc^2$. En el DVD se ha recuperado la explicación en la voz original de Einstein, en alemán con acento germano, que se acompaña con subtitulación en español.

Una reflexión dentro de la filosofía de la ciencia. En nuestro mundo cotidiano los efectos relativistas son prácticamente indetectables debidos al valor elevado de la velocidad de la luz. No tiene sentido aplicar las fórmulas relativistas a movimientos de trenes o aviones. Pero si tratamos partículas aceleradas a velocidades próximas a la de la luz, no tiene sentido aplicar las fórmulas de la mecánica newtoniana. Cada teoría tiene su idóneo campo de aplicación.

Tercera parte: Contexto sociocultural de Relatividad Especial

Se muestra en relato sobre fotografías los principales hechos y movimientos de la primera década del pasado siglo XX, que emerge esperanzador. En el póster se da relevancia a este aspecto, seleccionando las ilustraciones pertinentes. Al final de la década Marinetti lanza en París su Manifiesto futurista. La cultura es un proceso nuevo y autónomo orientado hacia el futuro: la velocidad –un concepto físico- es el paradigma de actuación cultural. Es el primero de los –ismos del siglo XX. A principios de la década, en 1900, fallece Nietsche, referente de la filosofía del siglo que comienza. Esta parte adquiere relevancia en la formación de maestros y profesores, considerando la ciencia como componente esencial de la cultura profesional.

Evaluación de la eficiencia didáctica del DVD

Se han diseñado dos instrumentos de evaluación: Para *Relatividad galileana*, un test de expresión preferentemente gráfica, y para *El reloj de luz*, un problema formulado en distintas versiones. Estos instrumentos se muestran en Anexo.

Los colectivos de experimentación son alumnos de la Titulación de Maestro - Educación Primaria, de la Facultad de Educación- Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid y alumnos de Facultades de Ciencias que cursan en la Facultad de Educación- Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid, la asignatura genérica LC Didáctica de la Física.

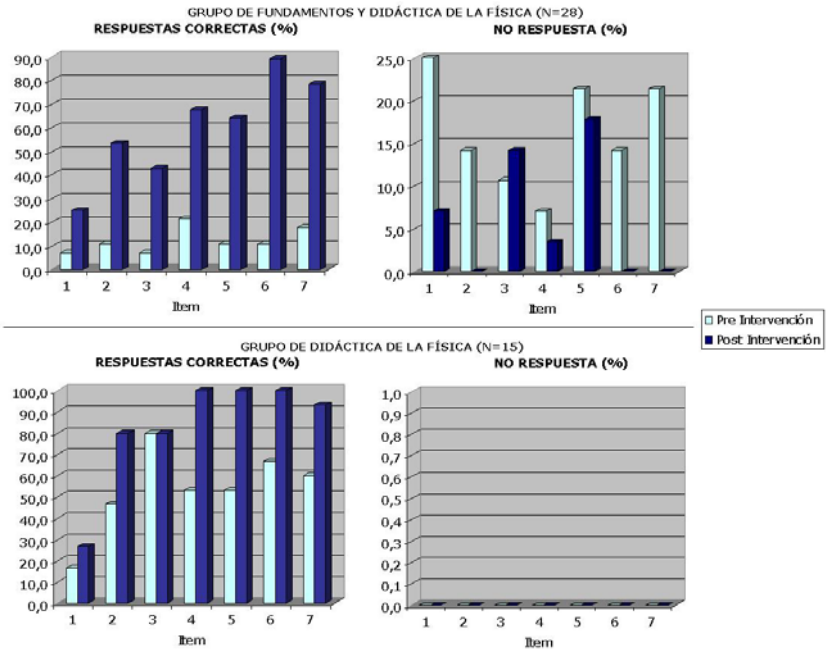


Figura 4. Resultados del test Relatividad galileana

Resultados

I. El test *Relatividad galileana* se ha pasado a un colectivo de N= 28 alumnos, de la asignatura *Fundamentos y didáctica de la Física* y a N=15 alumnos de la asignatura de Didáctica de la Física, antes y después del visionado de la parte correspondiente del DVD. Los resultados muestran la eficiencia didáctica del DVD. Para mayor brevedad, en la Figura 4 se incluyen los correspondientes histogramas.

II: Los problemas de *Reloj de luz* se han propuesto a N= 15 alumnos de la asignatura genérica LC *Didáctica de la Física*, que son mayoritariamente de tercer y cuarto curso de licenciatura. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

	Respuesta correcta (%)
II.1 Problema (Versión abierta)	
Descripción gráfica del evento	92,8
Deducción de consecuencias cualitativas	78,6
Implicación del Teorema de Pitágoras	42,8
Obtención del resultado formal	0,0
Aplicación a datos propios	0,0
Otras estrategias de resolución	0,0
II.2 Problema (Versión tutorizada)	
Apartado a)	100,0
Apartado b)	21,4
Apartado c)	21,4
II.3 (Versión con apoyatura DVD)	
Descripción gráfica del evento	100,0
Deducción de consecuencias cualitativas	90,2
Resolución numérica (solicitada)	10,0
Aplicación de fórmula a datos	35,0
Obtención/Aplicación de fórmulas	15,0

Tabla 1. Resultados de los problemas de Reloj de luz

Conclusiones

1. *Relatividad galileana*

La comprensión de la relatividad galileana presenta, pese al proceso seguido, evidentes dificultades para gran parte de los alumnos de la Diplomatura de Maestro. Es un campo en que consideramos pertinente la realización de nuevas investigaciones didácticas. En estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Físicas –que generalmente han visto la teoría en sus aspectos formales- el proceso obtiene logros importantes en la aplicación de la teoría a cuestiones concretas. Se ha detectado que persisten las concepciones iniciales (erróneas) sobre ejemplificaciones no vinculadas directamente a la física.

2. *Relatividad especial de Einstein*

En los alumnos de la Licenciatura de Ciencias Físicas, constatamos que el proceso seguido, basado en el experimento mental de *reloj de luz,* consolida notablemente las concepciones cualitativas conocidas. Puede sorprender que pese a las condiciones de resolución advertidas, los alumnos lo apliquen a la obtención rápida de la fórmula relativista del tiempo y no a la resolución numérica del problema planteado.

Referencias bibliográficas

Bernardini, C. et al. (1995). *Thinking Physics for Teaching*. New York: Plenum Pres.

BFA/EALING (1962). Film- loops Galilean Relativity. New York: BFA/EALING.

Cortini, G. (1979). *Iniciativa Relatività* . Roma: Universidad La Sapienza.

Feynman, R. (1971). *Lectures on Physics*. Bogotá: Fondo Educativo Interamericano.

Galileo Galilei (1976). *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*. Madrid: Editora Nacional.

Gamow,G. y Cleveland, J. (1974). *Física*. Madrid: Aguilar.

Gettys,W. et al. (1996). *Física clásica y moderna*. México: Mc Graw Hill.

Holton, G. (1993). *Introducción a los conceptos y teorías de las Ciencias Físicas*. Barcelona: Reverté.

Joshua, S et al. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathematiques*. París: PUF.

Lahera,J. (1995 a). Introducción de la física moderna en la Enseñanza Secundaria en una perspectiva de formación cultural. *Actas de XXV Reunión Bienal de la RSEF/5º Encuentro Ibérico para la enseñanza de la física.* Universidad de Santiago de Compostela.

Lahera, J. (1995 b). *Introducción a la física moderna en la Enseñanza Secundaria*. Madrid: Síntesis.

Lahera, J., Forteza, A. y García Pastor, F.(2005). Relatividad especial (DVD). Enseñanza de las Ciencias. Número Extra (CD) – VII Congreso, Granada.

Landau,L. y Rumer, Y (1966). *Qué es la teoría de la relatividad*. Edición en Español (1978). Moscú: Mir.

Merleau- Ponti, J. (1993). *Albert Einstein*. Madrid: Alianza.

Open University Vídeo (1997). *Relatividad Especial*. Barcelona: Open University/Ancora.

Sagan,C. (1990). *Cosmos*. New York: Turner Home.

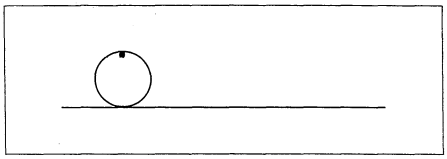
Sloyer, C. (1982). Einstein according to Pythagoras. The Science Teacher, febrero.

Tipler,R. (1978). *Física*. Barcelona: Reverté.

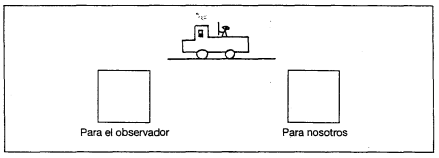
ANEXO: INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

I. Test de Relatividad Galileana

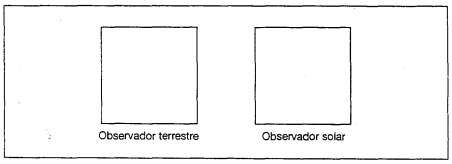
1. En el dibujo se señala con ■ la válvula de hinchado de una rueda de bicicleta. Cuando está en *movimiento*, avanzado, 1/¿puedes dibujar el movimiento que hace la válvula visto por nosotros?, y 2/¿Cómo es el movimiento para un hipotético y minúsculo-observador que se desplazara con el centro de la rueda?



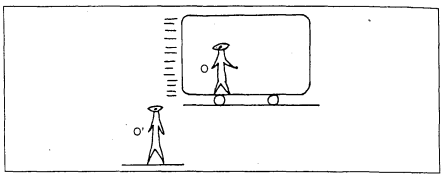
2. Desde un camión en marcha, un pasajero observador dispara *verticalmente* hacia arriba un rifle. Dibuja la trayectoria que sigue el proyectil.



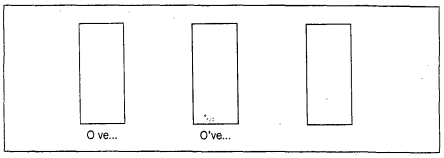
3. Como sabes, la Luna gira en torno a la Tierra dando vueltas y a la vez la Tierra gira entorno al Sol, también dando vueltas. Dibuja cómo ve el movimiento de la luna un observador situado en la Tierra y otro hipotético –y resistente- observador en el Sol.



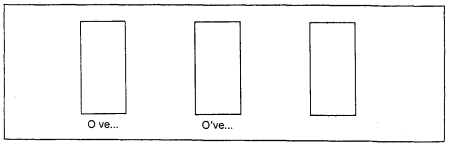
4. Una persona (que llamamos observador O) en un tren en movimiento con velocidad constante deja caer una moneda al suelo. Otra persona que llamamos observador O') observa atentamente el experimento desde el andén.



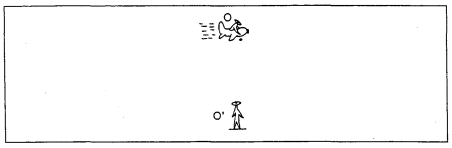
En los recuadros siguientes dibuja en relación al movimiento de la moneda, lo que ve O y lo que ve O'. Si no comprendes el asunto o no te decides a dar una respuesta, pon X en el tercer recuadro.



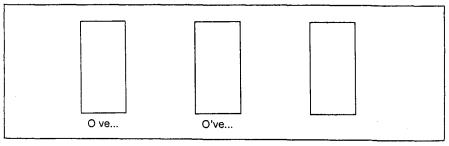
5. Seguimos con el tren y los personajes O y O' de la figura anterior. Ahora el observador O lanza una moneda hacia arriba, que sube y baja. En los recuadros siguientes, dibuja en relación al movimiento de la moneda lo que ve O y lo que ve O'. Si no comprendes el asunto o no te decides a dar una respuesta, pon X en el tercer recuadro.



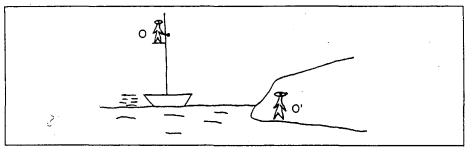
6. Un tripulante (observador O) que va en una avioneta a velocidad constante, deja *caer* un objeto. Otra persona (observador O') observa con atención desde el suelo.



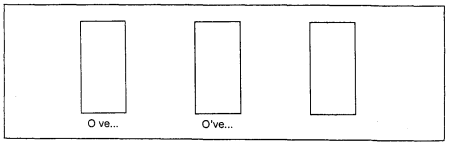
En los recuadros siguientes, dibuja en relación al movimiento del objeto, lo que ve O y lo que ve O'. Si no comprendes o no te decides a dar una respuesta pon X en el tercer recuadro.



7. Un asunto ya planteado por Galileo: Desde lo alto del mástil de una barca en movimiento (a velocidad constante) el pasajero deja *caer* un objeto. Desde tierra el observador O' observa con atención.



En los recuadros siguientes dibuja, en relación al movimiento del objeto, lo que ve O y lo que ve O'. Si no comprendes el asunto o no te decides a dar una respuesta pon X en el tercer recuadro.



II. Problema sobre el reloj de luz

II.1 Problema (Versión abierta)

En el suelo de un tren en movimiento recto u uniforme hay una linterna que emite un destello de luz. El destello se refleja en un espejo del techo y regresa al suelo. El viajero del tren y el observador exterior utilizan el dispositivo como un reloj (el denominado en relatividad *reloj de luz*). ¿De qué forma se utiliza el reloj de luz? El viajero y el observador ¿miden tiempos distintos? En su caso, ¿es posible encontrar con facilidad una relación entre estos tiempos?

II.2 Problema (Versión tutorizada**)**

En el suelo de un tren en movimiento recto y uniforme con velocidad 4/5 c, hay una linterna que emite un destello de luz. El destello se refleja en un espejo del techo y regresa al suelo.

a) Describir el evento para un pasajero del tren y para un observador exterior. Dibujar en cada caso la trayectoria de la luz.

b) El tiempo del evento para un observador exterior es 10 s. Calcular, atendiendo a la geometría de la figura, la altura del techo.

c) Calcular el tiempo del evento para un pasajero del tren.

II.3 (Versión con apoyatura DVD)

Has visto el DVD *Relatividad especial* la simulación gráfica del experimento mental usualmente denominado *reloj de luz.* ¿Qué consecuencias cualitativas y cuantitativas (no formales) pueden ser deducidas de su potencial funcionamiento como instrumento de medida del tiempo? Aplicación a v= 4/5c. Tiempo para un observador exterior 10s.

Experiencia piloto de implantación del sistema de crédito ECTS en la asignatura "Ciencias de la Naturaleza I" de la Diplomatura de Maestro (Educación Primaria)

Vázquez Moliní, A[1] y Aguirre Pérez, C[2]
[1] E.U. de Magisterio de Albacete, [2] E.U. de Magisterio de Cuenca (UCLM)

Resumen: En el presente trabajo se presenta la experiencia piloto de implantación del sistema de créditos europeo (ECTS) (European Credit Transfer System) para la adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) en la asignatura Ciencias de la Naturaleza I de la Diplomatura de maestro (especialidad de Educación Primaria) llevada a cabo durante el curso académico 05/06 en la Escuela Universitaria de Magisterio de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha. Esta adaptación ha supuesto un cambio en la metodología docente de la asignatura basado fundamentalmente en dos aspectos: el trabajo en grupos de los alumnos y la puesta en común del trabajo realizado. Se ha llevado a cabo una evaluación continua de los alumnos tanto de los trabajos realizados en grupos como de los conceptos adquiridos por los mismos.

Palabras clave: Experiencia Piloto, Créditos ECTS, Ciencias de la Naturaleza I, Diplomatura de maestro (Educación Primaria)

Title: Pilot Experience of European Credit Transfer System implantation in the subject Natural Sciences I of the Teacher Training School

Abstract: In the present work a pilot experience to implant the European Credit transfer System (ECTS) in order to adapt to the European Higher Education Area (EHEA) in the subject Natural Science I of the Teacher Training School of Albacete (Castilla-La Mancha University) has been carried out during the academic course 05/06. This adaptation has supposed a change in the methodology of teaching used, based on two principal aspect: the work of the student in group and the sharing of the implemented tasks. A continuous evaluation of the student has been carried out, considering both the work made in group by the student and the learned concept.

Keywords: Pilot Experience, European Credit Transfer System (ECTS), Natural Science I.

Introducción

Desde 1998 con la denominada Declaración de La Sorbona (1998) y posteriormente con la Declaración de Bolonia en (1999), la Unión Europea ha abordado un proceso de reforma de la enseñanza universitaria encaminado a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) para lo cual se ha establecido un Sistema de Créditos Transferibles, ECTS, (European Credit Transfer System), que describe de un modo uniforme en toda Europa la carga de trabajo de cada estudiante en cada

materia a través del uso de métodos pedagógicos basados en el aprendizaje activo (Universidad de Castilla-La Mancha, 2006). El sistema de créditos ECTS tiene en cuenta la carga total de trabajo que debe desarrollar el alumno para superar cada una de las materias incluidas las horas presénciales de clase, trabajos personales y en grupo, horas de estudio, realización de prácticas, tutorías, seminarios, y evaluación. Cada crédito ECTS representa unas 25 a 30 horas de dedicación del alumno, correspondiendo a cada curso académico una carga de 60 créditos ECTS equivalentes a 1600 horas de trabajo del alumno repartidas en 40 semanas a razón de 40 horas cada semana (Guia docente, 2006)

Durante el curso académico 05/06 la E. U. de Magisterio de Albacete ha puesto en marcha una experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS en todos los cursos de la titulación de Maestro de Educación Primaria, ya que ésta es una de las dos titulaciones de maestro que se mantendrá en el nuevo catálogo de títulos universitarios. Se acogieron a esta experiencia aquellos alumnos de nueva matricula y se hicieron dos grupos (A y B). A cada una de las asignaturas de la titulación se asignó el número de horas totales que debería dedicar el alumno a la misma desglosado en horas presenciales, horas de estudio/esfuerzo, horas de trabajos, preparación de exámenes, horas/semana de teoría y horas/semana de prácticas. Se crearon 5 grupos de docencia (GP) formados por los profesores que impartían docencia en los distintos cursos de cada uno de los cuatrimestres, habiendo por tanto dos GP para los dos primeros cursos y un solo GP para tercero, ya que durante el segundo cuatrimestre los alumnos de tercero se encuentran realizando el practicum. La función principal de los GP es coordinar a los distintos profesores que imparten docencia en un curso y en un cuatrimestre, con objeto de escalonar la exigencia de trabajo de las distintas asignaturas. Así mismo, los GP se reúnen a lo largo del cuatrimestre para intercambiar opiniones, analizar los problemas que surgen y proponer soluciones. Se acordó que se potenciaría el trabajo cooperativo y en grupo de los alumnos, para lo que se formarían grupos de 4 alumnos que serían los mismos para todas las asignaturas. La experiencia piloto que se presenta corresponde la parte de Química de la asignatura Ciencias de la Naturaleza I La metodología propuesta esta basada en el modelo constructivista y se fundamenta principalmente en el trabajo en grupo de los alumno guiado por el profesor (Gil y Guzmán, 1993; Doménech, 1999).

Características de la asignatura

La asignatura Ciencias de la Naturaleza I es una asignatura troncal de 6 créditos (no ECTS), que se cursa en el primer cuatrimestre de 2^0 curso. La asignatura se dedica a contenidos de física y química y se complementa con Ciencias de la Naturaleza II, que se dedica a contenidos de biología y geología, que se cursa en el segundo cuatrimestre de 2^0 curso y con Didáctica de las Ciencias experimentales, que se cursa en 3^{er} curso. El desglose de horas correspondiente a esta asignatura se indica en la siguiente Tabla .

	TEORIA	PRACTICA	TOTALES
Presenciales	27	12	39
Estudio/esfuerzo	40,5	9	49,5
Trabajos	8,5	4,3	12,9
Preparación exámenes			39
TOTALES	76	25,3	140,4

El alumno debe, por tanto, dedicar un total de 140,4 horas a la asignatura. Puesto que la asignatura incluye contenidos de física y química, a cada una de estas partes de la asignatura, deberá dedicar 70 horas. La experiencia que se presenta se realizo con la parte de química de la asignatura.

Las actividades lectivas durante el primer cuatrimestre del curso 05/06 en la E.U. de Magisterio de Albacete se desarrollaron del 28 de Septiembre al 13 de Enero, habiendo 11 semanas lectivas.

OBJETIVOS Y PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

El alumno al finalizar la asignatura deberá:

- Estar familiarizado con el lenguaje de la física y la química
- Interpretar las fórmulas físicas y las ecuaciones químicas como síntesis del conocimiento científico.
- Aplicar los conocimientos físicos y químicos en la interpretación de los fenómenos de la vida cotidianos que forman parte del currículo de la Educación Primaria
- Valorar la física y la química, como materias que ayudan a preservar el medio ambiente y que mejoran las condiciones de vida del hombre
- Situar los conocimientos científicos en el contexto histórico en que se desarrollaron.

Como ya se ha indicado anteriormente la asignatura se estructura entorno a dos bloques correspondientes a Física y Química. El bloque de Química incluye los siguientes temas:

Tema 1: ¿Qué es la materia?.

Tema 2: Separando sustancias

Tema 3: Naturaleza atómica de la materia

Tema 4: Estados de agregación y cambios de estado

Tema 5: Las reacciones químicas. Cambios químicos de nuestro entorno.

En el Anexo I se detalla los contenidos de cada uno de los temas indicados.

Metodología utilizada

Los alumnos realizaron las siguientes actividades:

1) Elaboración, en grupo, de un portafolio: Cada grupo de cuatro alumnos debía elaborar un portafolios que, para cada tema. contenía lo siguiente:

a) Actividades: Estas actividades son diseñadas por el profesor con el objeto de facilitar a los alumnos el aprendizaje de los conceptos correspondientes y deben ser realizadas en grupo previamente a la puesta en común en clase.

b) Desarrollo del tema de acuerdo con el índice del mismo

c) Resolución de la hoja de problemas.

2) Clases presenciales: Se dedican a poner en común las actividades realizadas por los alumnos en grupos. Así mismo el profesor explicará aquellos conceptos del tema que considere necesario.

3) Prácticas de laboratorio: El contenido del tema 2: separando sustancias, se llevará a cabo mediante la realización de prácticas de laboratorio para lo que los alumnos en grupos de dos dispondrán de un guión de prácticas.

4) Seminarios: En los seminarios se plantean las dificultades encontradas en la resolución los problemas de lápiz y papel.

5) Tutorías obligatorias: Cada uno de los grupos asistirá al menos una vez por tema a estas tutorías en las cuales plantearan al profesor las dificultades del grupo. El profesor orientará al grupo en la realización del portafolios.

6) Tutorías voluntarias: Los alumnos pueden asistir a las horas de tutorías para tratar cualquier duda que tuvieran concerniente a la asignatura.

7) Sesiones de control: se realizará una sesión de control (no avisada previamente a los alumnos) por cada uno de los temas a lo largo del cuatrimestre.

La primera hora de clase se dedica a explicar a los alumnos la metodología a utilizar en el desarrollo de la asignatura, el sistema de evaluación, bibliografía recomendada etc. Se planifico el tiempo que cada alumno medio debería dedicar a cada una de estas actividades para cada uno de los temas. En el siguiente cuadro se muestra la planificación realizada.

Tema	Trabajo grupo	Clase	Seminario	Tutorías	Control	Lab	Estu-dio	Total
1	6 h	2 h	30’	30’	30’	----	2 h	11h30’
2	3 h	----	30’	----	30’	6 h	2 h	12 h
3	6 h	3 h	1 h	20’	30’	----	4 h	14h50’
4	5 h	3 h	1 h	20’	30’	----	4 h	13h50’
5	7 h	4 h	1 h	20’	30’	----	5 h	16h50’
Total	27h	12h	4h	1h30’	1h30’	6h	17h	69

Evaluación

Para que el alumno pueda acogerse al sistema de evaluación continua es necesario que haya asistido a un mínimo del 80% de las actividades. En la calificación de cada alumno se tuvo en cuenta:

a) Portafolios realizados por los grupos de trabajo: Al finalizar cada tema, los grupos entregaron el portafolios al profesor para su calificación. Al finalizar el cuatrimestre los grupos entregaron el portafolios completo al profesor para su calificación final. Dentro del portafolios irá una hoja de autoevaluación del grupo, donde los alumnos podrán indicar una calificación distinta para cada componente del grupo de acuerdo con el esfuerzo/trabajo realizado por cada uno. La calificación obtenida supondrá el 60 % de la calificación del bloque de Química, siempre y cuando la calificación media del portafolios, supere un valor mínimo de 3,5.

b) Controles de clase: supone el 40 % de la calificación obtenida en el bloque de Química, siempre y cuando se haya superado un valor mínimo de 3,5.

c) Trabajo personal y participación: El profesor valora el trabajo personal, interés y participación del alumno en cada una de las actividades anteriores.

Resultados

De la experiencia llevada a cabo durante el curso 05/06 en la asignatura Ciencias de la Naturaleza I (Química) de la E.U. de Magisterio de Albacete, se pueden resaltar los siguientes aspectos:

1) Hubo grandes dificultades en la creación de los grupos de trabajo y algunos de los grupos no se consolidaron hasta pasadas dos semanas del inicio del curso

2) Se formaron 9 grupos de trabajo en el grupo A y 10 grupos en el grupo B. Algunos grupos presentaron dificultades en su funcionamiento e incluso un grupo llego a retirarse del sistema por problemas entre sus miembros.

3) Se observa una desigual participación de los distintos miembros del grupo en las actividades que debe realizar el grupo.

4) En numerosos casos se observan problemas en el funcionamiento de los grupos, la mayoría de los alumnos (55,7 %) piensa que estudiando solo aprovechan más el tiempo, pero el 48,5 % de los alumnos reconoce que el grupo de trabajo le ha motivado para estudiar.

5) Los alumnos se quejan no tener tiempo para realizar todas las actividades y de tener que dedicar mucho más tiempo del planificado a la asignatura.

6) El cronograma de actividades planificado y no pudo llevarse a cabo, ya que los alumnos requerían mucho más tiempo del planificado para las actividades. Por este motivo no pudo completarse el temario y fue necesario reducir sustancialmente el tema 3 y el tema 5 tuvo que ser eliminado

7) La metodología propuesta permitió al profesor conocer a los alumnos y llevar una evaluación continua del proceso de aprendizaje de los mismos.

8) La metodología utilizada aumenta sustancialmente el trabajo del profesor respecto a una metodología tradicional, por lo que se hace necesario contar con más recursos personales.

6) El 56,5 % de los alumnos que se acogieron al nuevo sistema superaron la parte de la asignatura correspondiente al bloque de Química, mientras que el curso anterior el porcentaje fue del 41,9 %.

7) Se observa una disminución significativa en el número de alumnos No presentados o que abandonan la asignatura. Así, el % de No presentados paso del 32,8 % en el curso 04/05 al 25,8 % en el curso 05/06 respecto a los alumnos matriculados. Si se consideran solamente aquellos alumnos que se acogieron al sistema ECTS hay que indicar que solamente 2 alumnos abandonaron la asignatura lo que representa un 2,6 %.

Conclusiones

La adaptación al EEES supone necesariamente un cambio en la metodología utilizada en la impartición de la asignatura, más centrada en el aprendizaje del alumno que en la enseñanza del profesor. El profesor debe ser un orientador o guía del proceso de aprendizaje del alumno más que un transmisor de conocimiento. Para que este nuevo enfoque sea llevado a cabo con éxito será necesaria una disminución sustancial en los contenidos de la asignatura, una mejor formación del profesorado universitario y sobre todo unas mejor dotaciones, tanto en medio materiales como personales, por parte de las Universidades. Es indudable que dichos cambios pueden repercutir favorablemente en la formación de nuestros alumnos como futuros maestros, pero que no puede llevarse a cabo a un coste cero por parte de las Universidades.

Referencias bibliográficas

Declaración de la Sorbona, París, 1998

http://www.universia.es/contenidos/universidades/documentos/Universidades_docum_sorbona.htm

Declaración de Bolonia. 1999

http://www.universia.es/contenidos/universidades/documentos/Universidades_docum_bolonia.htm.

Doménech, F. (1999). *El proceso de enseñanza/aprendizaje universitario.* Castellón: Publicaciones de la Universitat Jaume I.

Gil, D. y Guzmán, M. (1993). *El modelo constructivista de Enseñanza/Aprendizaje de las Ciencias: una corriente innovadora fundamentada en la investigación.* Parte II de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para la Educación la Ciencia y la Cultura. http://www.oei.org.co/oeivirt/gil02.htm.

Guia docente ECTS. 2^0 Educación Primaria. 1^{er} Cuatrimestre. Universidad de Castilla-La Mancha. Escuela Universitaria de Magisterio de Albacete.

Huerta Amezola, J y otros (2003) *Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales.* Publicado en

http://educacion.jalisco.gob.mz/consulta/educar/13/13Huerta.html

Universidad de Castilla-La Mancha.
http://www.uclm.es/espacioeuropeoes

Anexo I

Tema 1. ¿Qué es la materia?

1. Química: Objeto de la química.
2. La Materia: Definición. Masa, volumen.
3. Cambios de la materia: Cambios químicos y cambios físicos
4. Sistemas materiales
    - 4.1. sistemas heterogéneos
    - 4.2. sistemas homogéneos: disoluciones y sustancias puras
5. Elementos químicos
    - 5.1. conceptos de elemento químico: evolución histórica
    - 5.2. elementos químicos y símbolos
    - 5.3. distribución de los elementos en la naturaleza
6. Compuestos
    - 6.1. definición de compuesto
    - 6.2. diferencia entre mezcla y compuesto
    - 6.3. ley de las proporciones definidas y ley de proporciones múltiples

Tema 2: Separando sustancias

1. Mezclas heterogéneas. Separación de sus componentes
    - 1.1. Filtración
    - 1.2. Decantación
    - 1.3. Centrifugación
2. Mezclas homogéneas: Separación de sus componentes
    - 2.1. Destilación
    - 2.2. cristalización
    - 2.3. cromatografía
3. Procesos de separación de mezclas de importancia en nuestro entorno
    - 3.1. Destilación fraccionada del petróleo
    - 3.2. Desalinización del agua de mar
    - 3.3. Tratamiento de aguas residuales

Tema 3: Naturaleza atómica de la materia

1. Introducción
2. Modelos sobre la naturaleza atómica
    - 2.1. Definición de modelo
    - 2.2. Teoría atómica de Daltón
    - 2.3. Modelo de Rutherford: modelo nuclear del átomo
3. Número atómico y número másico. Isótopos.
4. Estructura de elementos y compuestos
    - 4.1. definición de elemento. Formas alotrópicas de un elemento
    - 4.2. formas alotrópicas de un elemento
    - 4.3 Formas en que se presentan elementos y compuestos
5. Masas atómicas y masas moleculares
    - 5.1. unidad atómica de masa
    - 5.2. masa atómica
    - 5.3. masas molecular
6. concepto de mol
    - 6.1. concepto de mol
    - 6.2. número de Avogadro
    - 6.3. ejemplos de cálculos con moles
7. configuración electrónica de los átomos
    - 7.1. distribución de los electrones en orbitales atómicos
    - 7.2. propiedades químicas y configuración electrónica
8. Clasificación de los elementos
    - 8.1. el sistema periódico
    - 8.2. familias y grupos del sistema periódico

8.3. configuración electrónica y posición en el S.P.
8.4. variación de algunas propiedades periódicas
9. El enlace químico
9.1. enlace iónico
9.1.1. valencia iónica
9.1.2. formación de enlace iónico
9.2. enlace covalente
9.2.1. valencia covalente
9.2.2. formación del enlace covalente
9.2.3. moléculas polares y apolares
9.3. enlace metálico
9.3.1. teoría de la nube electrónica
9.3.2. propiedades del enlace metálico
10. Fuerzas intermoleculares
10.1. Fuerzas de Van der Waals
10.2. Enlaces por puentes de hidrógeno.

Tema 4: Estados de agregación de la materia. Cambios de estado

1. Introducción
2. Estado gaseoso
2.1. Unidades de Volumen, Presión y Temperatura
2.2. Leyes del Estado gaseoso: Ley de Avogadro, Boyle-Mariotte y Charles Gay-Lussac
2.3. Ecuación de los gases ideales
3. Estado líquido
3.1. Algunas propiedades de los líquidos
3.1. Presión de vapor de un líquido
4. Estado sólido
4.1. Sólidos amorfos y sólidos cristalinos
4.2. Tipos de sólidos cristalinos: iónicos, moleculares, covalentes y metálicos
4.3. Propiedades de los sólidos cristalinos.
5. Nombres de los cambios de estado
6. Diferencia entre evaporación y ebullición

Tema 5: Las reacciones químicas. Cambios químicos de nuestro entorno

1. Introducción.
2. Reacciones químicas
4.1. Teoría de las reacciones químicas
4.2. Ecuaciones químicas
4.3. Ajuste de ecuaciones químicas
4.4. Significado de los coeficientes estequiométricos
4.5. Ley de conservación de la masa
4.6. Cálculos estequiométricos: factores de conversión
3. Las disoluciones en las reacciones químicas
3.1. Formas de expresar la concentración de una disolución
3.2. Cálculos estequiométricos con reactivos y/o productos en disolución
4. Energía y reacciones químicas
4.1. Reacciones químicas endoergícas
4.2. Reacciones químicas exoergícas
4. Cambios químicos de nuestro entorno
4.1. Reacciones de combustión
4.2. Metabolismo de alimentos
4.3. Procesos metalúrgicos.
4.4. Reacciones químicas y medio ambiente

Las Nuevas Tecnologías y el aprendizaje colaborativo en Química.

José Rutilio Márquez López[1,2], Consuelo Specia Cabrera[2], Anabella Handal Silva[2] y Leopoldo Castro Caballero[1,2].

[1]Facultad de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida San Claudio S/N, Colonia San Manuel. Ciudad Universitaria. Puebla, Pue., México. E-mail: josmar@siu.buap.mx.

[2]Maestría de Educación en Ciencias. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Avenida 14 Sur Número 6301, Esquina Avenida San Claudio, Colonia San Manuel. Puebla, Pue., México. E-mail: lcastro@siu.buap.mx.

Resumen: Se utilizó *Yahoo! Grupos* en un curso de Química General a nivel universitario para que los estudiantes:1. Desarrollaran las habilidades necesarias en el manejo de las NTIC, 2. Argumentaran acerca de temas relevantes relacionados con la ciencia, 3. Emplearan su propio lenguaje como parte fundamental del aprendizaje de la ciencia, 4. Incrementaran su motivación por la investigación de tópicos científicos. Los alumnos participaron por medio de: Foros de discusión por medio de la publicación de mensajes, Charlas sincrónicas (chat), Publicación de documentos, Publicación de fotografías del grupo, Enlaces a páginas Web de interés, Respuestas a encuestas realizadas por el profesor. Al final del curso se aplicó un cuestionario para evaluar la actitud de 46 alumnos ante la aplicación de *Yahoo! Grupos.* Para medir resultados se utilizó el escalamiento tipo Lickert.

Palabras Clave: Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC), Enseñanza de la Ciencia.

Title: Information and Communication Technologies (ICT) and colaborative learning of chemistry.

Abstract: A web page of *Yahoo! Groups* was used in a General Chemistry course with university students. 1. They developed the necessary abilities in the handling of the ICT. 2. They argued about subjects related to science. 3. They used their own language like fundamental part of science learning. 4. They increased his motivation by the investigation of scientific topics. The students participated using: Discussion Forums with the publication of messages. Using chat rooms to talk. Document publication. Publication of group photographies. To share page links of interest. To answer polls made by the professor. At the end of the course a questionnaire was applied to evaluate the attitude of 46 students with the application of Yahoo! Groups. In order to measure results the Lickert type scale was used.

Keywords: Chemistry education, collaborative learning, computer supported learning.

Introducción

Diversos autores han señalado la necesidad de diversificar los medios que utilizamos en la enseñanza, por ejemplo, Ferrés (2000) señala: *"Una escuela centrada de manera casi exclusiva en el libro de texto tenderá a privilegiar los contenidos prioritariamente conceptuales. Sólo desde la multiplicidad de medios se garantiza un perfecto cumplimiento tanto de los objetivos conceptuales como de los procedimentales y actitudinales. Y será una nueva manera de atender a la diversidad".*

En esta multiplicidad de medios sin duda sobresale el uso de computadoras para la enseñanza y el aprendizaje, sin embargo, las computadoras se han utilizado de acuerdo con los modelos educativos más tradicionales, entendiendo con esto la instrucción maestro-alumno en donde el maestro es el que sabe y explica mientras que el alumno oye y toma notas.

También se han utilizado para tutoriales interactivos, en donde la interacción se limita a que el estudiante presione una tecla para continuar con la presentación de la información o para responder preguntas formuladas por el programa almacenado. El programa de la computadora "juzga" la respuesta del estudiante y proporciona retroalimentación, la mayoría de las veces acerca de la "corrección" de la respuesta.

Jonassen (1996) ha propuesto que el apoyo que las tecnologías deben brindarle al aprendizaje es el de servir de herramientas de construcción del conocimiento, para que los estudiantes aprendan con ellas, no de ellas.

También menciona que las computadoras se deben utilizar como herramientas de la mente para desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico. Jonassen propone que se usen para:

- Organización semántica.
- Construcción de modelos dinámicos.
- Interpretación de información y construcción de conocimiento.
- Conversación y colaboración.

En el presente trabajo, se buscó la interacción entre los propios alumnos para propiciar la construcción de su propio conocimiento, esto es, utilizar las nuevas tecnologías para el aprendizaje colaborativo:

"El aprendizaje colaborativo implica la utilización de metodologías que estimulen al alumnado a trabajar cooperativamente en actividades académicas. En la base del aprendizaje colaborativo se encuentra la asunción de que los alumnos que conforman el grupo tienen responsabilidad, no sólo sobre su propio aprendizaje, sino también sobre el aprendizaje del resto de los integrantes del grupo" (Martín-Moreno, 2004).

Los alumnos participaron por varios medios, entre ellos, la conversación en línea, tanto sincrónica (chat) como asincrónica (foros de discusión) sobre temas relevantes que por falta de tiempo generalmente no se discuten en

clase pero que son importantes porque implica que se tenga que argumentar para emitir un juicio. Por ejemplo, se analizó el caso de Fritz Haber, eminente científico, Premio Nobel en 1918 considerado el padre de la guerra química (Paxman, 1982). Los alumnos investigaron y publicaron documentos relacionados no sólo con la actividad científica de Haber sino también sobre el papel que desempeñó durante la Primera Guerra Mundial. Posteriormente opinaron en un foro mediante la emisión de mensajes.

Para la participación fue necesario conocer, comprender y finalmente emitir juicios de valor, etapas que difícilmente se cubren en un curso normal.

Objetivos

En este trabajo se reporta la utilización de *Yahoo! Grupos* en un curso de Química General a nivel universitario, para propiciar que los estudiantes:

1. Desarrollaran las habilidades necesarias en el manejo de las NTIC.
2. Argumentaran acerca de temas relevantes relacionados con la ciencia.
3. Emplearan su propio lenguaje para comunicar ideas como parte fundamental del aprendizaje de la ciencia.
4. Incrementaran su motivación por la investigación de tópicos científicos para su difusión.

Desarrollo

Durante el período de otoño de 2004, como parte de un curso de Química General en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP se abrió una página en *Yahoo! Grupos.*

Los alumnos participaron por medio de:

- *Foros de discusión por medio de la publicación de mensajes*. Por ejemplo en una colaboración sobre energía nuclear, una alumna mencionó a Lise Meitner, entonces el profesor pregunta en el foro:

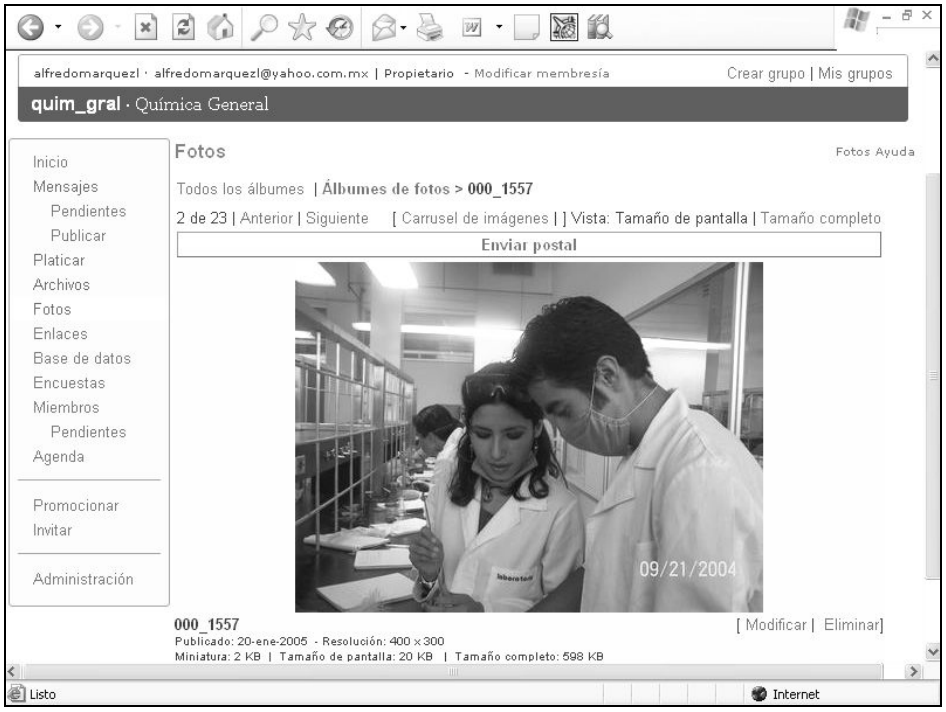
1.- ¿Por qué piensan que han habido pocas mujeres científicas famosas a lo largo de la historia?

2.- El caso de Lise Meitner (Sime, 1997) ¿es un caso de discriminación?

- *Charlas sincrónicas (Chat).* Lo utilizamos para que los alumnos se pregunten y respondan entre sí y le pregunten al profesor antes de algún examen.

- *Publicación de documentos*. Los alumnos “suben” archivos relacionados con los temas vistos en clase o de tópicos científicos de su interés.

- *Publicación de fotografías del grupo*. Los alumnos publican las fotografías que ellos mismos toman de manera espontánea, en el aula o en el laboratorio utilizando muchas veces para esto sus “teléfonos celulares” tan de moda en la actualidad.



- *Enlaces a páginas Web de interés*. Los estudiantes investigan en Internet temas de su interés y comparten con sus compañeros las páginas que les parecen interesantes.
- *Respuestas a encuestas realizadas por el profesor*. Las utilizamos para recabar puntos de vista acerca de asuntos en los que no siempre hay uniformidad.

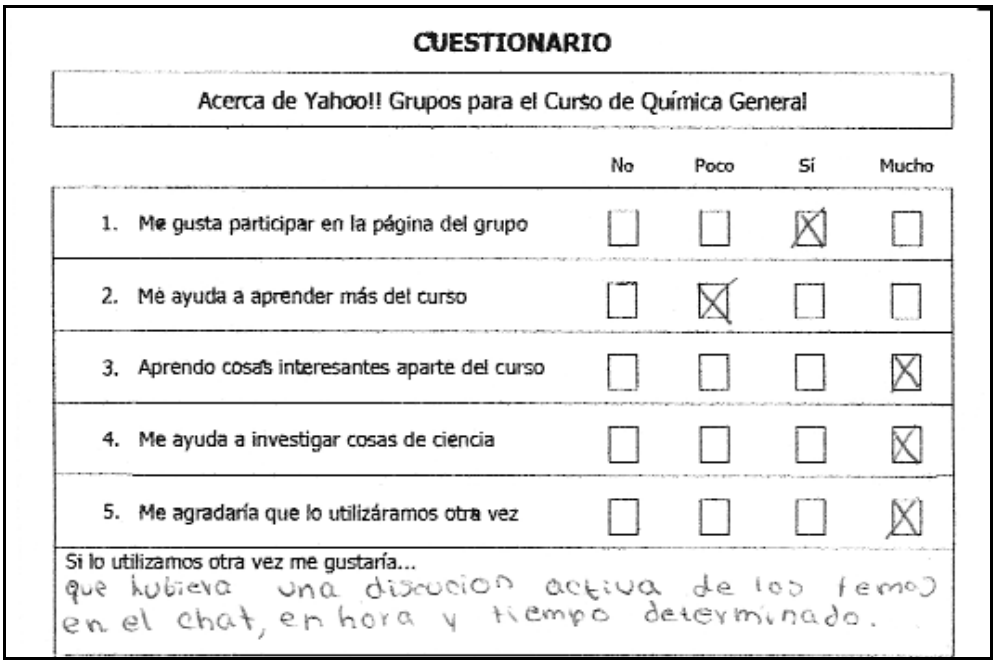
Como ejemplo de aplicación de encuestas, se investigaron las concepciones de los alumnos acerca de lo que es la ciencia. Se incluyeron cuatro enunciados que Pozo (2001) considera como *"actitudes y creencias inadecuadas mantenidas por los alumnos con respecto a la naturaleza de la ciencia y a su aprendizaje".* Los alumnos respondieron con Verdadero o Falso.

Enunciado	% V	% F
1. Cuando sobre un mismo hecho hay dos teorías, es que una de ellas es falsa: la ciencia acabará demostrando cuál de ellas es la verdadera.	79	21
2. Aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase.	10	90
3. El conocimiento científico es siempre neutro y objetivo.	41	59
4. El conocimiento científico trae consigo siempre una mejora en la forma de vida de la gente.	63	37

Terminada la encuesta se comentaron en clase los resultados, los alumnos argumentaron sus respuestas y se buscó llegar a un consenso en cada uno de los puntos expuestos.

Resultados

Al final del curso se aplicó un cuestionario compuesto por cinco preguntas de opción y un enunciado para que completaran los estudiantes, quienes contestaron con toda libertad dado que no tuvieron que poner su nombre. Así se recabaron los comentarios de cada uno de los 46 alumnos del grupo.



CUESTIONARIO

Acerca de Yahoo!! Grupos para el Curso de Química General

	No	Poco	Sí	Mucho
1. Me gusta participar en la página del grupo	☐	☐	☒	☐
2. Me ayuda a aprender más del curso	☐	☒	☐	☐
3. Aprendo cosas interesantes aparte del curso	☐	☐	☐	☒
4. Me ayuda a investigar cosas de ciencia	☐	☐	☐	☒
5. Me agradaría que lo utilizáramos otra vez	☐	☐	☐	☒

Si lo utilizamos otra vez me gustaría...
que hubiera una discusión activa de los temas en el chat, en hora y tiempo determinado.

Este cuestionario fue utilizado para evaluar la actitud de los estudiantes ante la aplicación de *Yahoo! Grupos.* Para medir resultados se empleó el escalamiento tipo Lickert (Hernández, 2000).

Se muestra la suma de respuestas por pregunta y los puntos por pregunta en la escala de Lickert, en donde el mínimo es 1 y el máximo 4.

Preguntas aplicadas	Suma de respuestas por pregunta				Puntos Escala Lickert
	No	Poco	Sí	Mucho	
1. Me gusta participar en la página del grupo	2	13	20	11	2.87
2. Me ayuda a aprender más del curso	3	9	24	10	2.89
3. Aprendo cosas interesantes aparte del curso	0	11	19	16	3.11
4. Me ayuda a investigar cosas de ciencia	1	11	20	14	3.02
5. Me agradaría que lo utilizáramos otra vez	4	11	12	19	3.00

Algunos de los comentarios que formularon los estudiantes fueron:

- Que se programen días y horas específicas para debates por el "chat".
- Que se traten temas de actualidad relacionados con la química.
- Que se incluyan cuestiones humorísticas.
- Que todas las publicaciones sean creación propia y no se copie de páginas ya hechas.
- Cuando existen muchas participaciones es difícil revisar todas.

Entre las cosas que les agradaron está el que puedan interactuar entre sí sin tanta intervención del profesor. Aunque en otros comentarios piden que el docente explique cuando se tratan temas no familiares para ellos.

Una dificultad encontrada fue que no todos los alumnos disponen de computadora propia. Al inicio del curso se investigó este hecho y se encontró que solamente la tercera parte cuenta con computadora y acceso a Internet, otra tercera parte cuenta con computadora pero no con acceso a Internet y el resto no tiene computadora. Esto no se consideró una dificultad insalvable, dado que nuestra Facultad cuenta con sala de cómputo y todos los estudiantes pueden tener acceso a cualquier hora del día.

Conclusiones

De acuerdo con el resultado de la escala de Lickert, a los estudiantes les agradó el uso de *Yahoo! Grupos* y piensan que fue de utilidad no sólo para aprender temas del curso sino también otras cuestiones relacionadas con la ciencia.

La evaluación realizada, mediante la escala, los comentarios vertidos en el cuestionario y las comunicaciones personales de los estudiantes, permiten mejorar aspectos de este recurso para optimizar su aprovechamiento en la enseñanza y el aprendizaje.

Los estudiantes aprendieron a usar *Yahoo! Grupos* y desarrollaron habilidades para su utilización en el trabajo grupal. Investigaron para poder argumentar -utilizando su propio lenguaje- sobre tópicos relevantes que asocian la ciencia con problemas sociales.

Las encuestas se aprovecharon para investigar las ideas de los estudiantes en relación a lo que es la ciencia. Estas ideas generalmente tienen que ver con su sentido común, muchas veces relacionado con el empirismo o el positivismo, más que con ideas filosóficas actuales sobre cómo se construye el conocimiento científico (Jiménez *et al.* 2003).

Terminadas las encuestas, se expusieron en el aula los resultados obtenidos. Esto nos dio oportunidad de comentar acerca de cómo se concibe actualmente la naturaleza de la ciencia.

Asimismo, algunas veces en al aula no se tratan temas que relacionen a la ciencia con problemas sociales o de valoración ética. La aplicación de las NTIC resulta estimulante porque se puede incrementar el grado de participación y de interés de los alumnos tanto en los contenidos habituales de nuestros programas escolares como en las implicaciones sociales y éticas de la ciencia, por ejemplo en la discusión de casos como el de Lise Meitner y el papel de las mujeres en la construcción social de la ciencia o el de Fritz Haber que cuestiona algunos fines de la aplicación de la ciencia a lo largo de la historia. Esto contribuye al logro de objetivos no sólo conceptuales sino procedimentales y actitudinales.

Un hecho adicional observado, fue la amplia participación de alumnos que habitualmente tienen dificultades para intervenir en clase. Esto nos habla de la conveniencia de abrir canales alternativos para la participación de los estudiantes y así, incrementar su motivación en el aprendizaje.

Es posible aprovechar los medios que proporcionan las NTIC para producir más y mejores aprendizajes y para hacer ver a la ciencia como una construcción humana involucrada con los problemas de nuestra sociedad y nuestro mundo.

Referencias bibliográficas

Ferrés, J. (2000). *Educar en una cultura del espectáculo.* Barcelona. Ediciones Paidós Ibérica. S. A.

Hernández, S. R.; Fernández, C. C.; Baptista, L. P. (2000). *Metodología de la Investigación.* D. F., México. Segunda Edición. Ed. McGraw Hill.

Jiménez, M. P.; Caamaño A.; Oñorbe A.; Pedrinachi E.; De Pro A. (2003). *Enseñar Ciencias.* Barcelona, Ed. Graó.

Jonassen, D. H.,¡ y Reeves, T. C. (1996). Learning with technology: Using Computers as cognitive tools. En D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 693-719). New York, EUA. Macmillan.

Martín-Moreno, C. Q. (2004). *Aprendizaje colaborativo y redes de conocimiento.* IX Jornadas Andaluzas de Organización y Dirección de Instituciones Educativas. Granada. Grupo Editorial Universitario. 55-70.

Paxman, J.; Harris, R. (1982). *A Higher Form of Killing: The Secret Story of Chemical and Biological Warfare*. New York, EUA. Hill and Wang.

Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A. (2001). *Aprender y enseñar ciencia.* Tercera Edición. Madrid. Ediciones Morata.

Sime, Ruth L. (1997). *Lise Meitner: A Life in Physics.* California, EUA. University of California Press.

Investigación sobre actividades prácticas de combustión en la formación inicial de los maestros

Manuel Vidal y Pedro Membiela

Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Vigo. Campus As Lagoas. 32004 Ourense. Email: mvlopez@uvigo.es, membiela@uvigo.es

Resumen: Se ha desarrollado una investigación sobre las actividades prácticas de combustión con futuros maestros, en la que los problemas detectados en su comprensión de la combustión sirven para realizar propuestas concretas de mejora, que serán puestas en práctica y evaluadas.

Palabras clave: actividades prácticas, formación inicial, futuros maestros.

Title: Research about practical activities of combustion in the initial training of elementary teachers.

Summary: An investigation has been developed on the practical activities of combustion with prospective elementary teachers, in which the problems detected in its understanding of the combustion are good to carry out concrete proposals of improvement that will be put into practice and evaluated.

Key words: practical activities, initial training, prospective elementary teachers.

Finalidades, metodología y contexto de la investigación

Se ha desarrollado una investigación sobre las actividades prácticas de combustión temáticas relevantes desde el punto de vista social y personal para estudiantes futuros maestros de Educación Primaria (6-12 años), cuyo marco teórico ha sido la investigación acción puesto que son los propios profesores quienes examinan la naturaleza y efectos de su enseñanza, incluyendo investigar la efectividad de ciertas estrategias de enseñanza o determinadas modificaciones curriculares.

La investigación ha sido realizada por el profesor, que es al mismo tiempo uno de los investigadores, de la materia “Conocimiento del medio natural”. La actividad sobre la combustión se realizó en grupos de 3-4 alumnos de una clase de 56 estudiantes de Magisterio del 3º curso de Educación Especial de la Facultad de Ciencias de la Educación de Ourense. El profesor comenzó la actividad con un cuestionario de seis preguntas abiertas (pretest) para conocer las ideas previas de los alumnos sobre el proceso de la combustión (¿en qué consiste la combustión?, ¿es un proceso físico o químico?, ¿qué requisitos son necesarios para que tenga lugar la combustión? ¿se queman todos los materiales? ¿qué características tienen en común los materiales que se queman? ¿se obtiene algún producto de la

combustión?). A partir del análisis de las respuestas de dicho cuestionario el docente realizó una exposición mediante varias diapositivas sobre diferentes cuestiones de la combustión que presentaban, a su juicio, mayor dificultad de comprensión y que mostraban ideas previas erróneas. Después los estudiantes realizaron la actividad práctica que consistía en la experiencia de apagar la vela dentro de recipientes de diferentes capacidades sobre un plato de agua, midiendo los tiempos que tarda en apagarse la vela.

Después de realizar la actividad y pasados dos meses se le pasó otro cuestionario de 5 preguntas abiertas (postest), donde se repetían varias de las preguntas del pretest (¿en qué consiste la combustión?, ¿qué hace falta para que exista una combustión? ¿qué características tienen en común los materiales que se queman? ¿qué se obtiene en la combustión?) y añadiendo una cuestión nueva referida a la actividad de apagar la vela que habían realizado (¿puedes explicarme porque se apagaba la vela?). Las respuestas se analizaron considerando como unidad de análisis cada una de las ideas diferentes que aparecen en cada respuesta de los estudiantes, y de manera inductiva se agruparon las comunes en categorías.

Explica brevemente en que consiste la combustión.	Pretest (%)	Postest (%)
Acción de quemar	31	5
Cambios de tipo físico	20	11
Cambios de tipo químico	19	61
Reacción química	15	20
No contestan	15	4
La combustión, ¿es un proceso físico o químico?	Pretest (%)	Postest (%)
Proceso químico	67	-
Proceso fisicoquímico	13	-
No contestan	11	-
Proceso físico	9	-
¿Qué requisitos son necesarios para que tenga lugar una combustión?		
Oxígeno/aire	50	84
Material/ sustancia inflamable/ combustible/ materia prima	44	63
Calor o una elevada temperatura.	31	12
Chispa/ llama/ fuego	20	30
Otros (CO_2/gas, espacio, hidrógeno, agua, poca humedad)	11	9
¿Se queman todos los materiales? ¿Existe alguno que no lo haga?		
No se queman todos los materiales	60	-
No responden	20	-
Se queman todos los materiales	16	-

Tabla 1 (1). Respuestas a diversas preguntas sobre la combustión.

¿Qué características tienen en común los materiales que se queman?		
No contestan	49	36
Combustionables o inflamables	29	13
Compuestos químicos que reaccionan	11	23
Otros	9	28
¿Se obtiene algún producto en la combustión? ¿Cuáles?		
SI	62	96
CO_2, CO, otros gases	30	73
Energía	27	48
Carbón, cenizas	24	11
No indica ningún producto	21	4
Agua	6	34
Carbono, hidrógeno y oxígeno	0	7
No responden	38	4
En la actividad práctica realizada en el laboratorio, ¿puedes explicarme porque se apaga la vela?		
No hay oxígeno	-	66
Falta de oxígeno	-	27
Gas formado en la combustión	-	4
No hay suficiente cantidad de oxígeno	-	4

Tabla 1 (2). Respuestas a diversas preguntas sobre la combustión.

Resultados

Pretest

Item 1.- Explica brevemente en que consiste la combustión.

El 31% de las respuestas asocian la combustión con la acción de quemar (Tabla 1), "*Consiste en quemar algo*" E8, "*Proceso por el que se quema un material*" E22. Más del 20% relaciona la combustión con quemar un material que sufre un cambio en su naturaleza, de tipo físico "*Proceso de cambio en una materia que arde*" E1, "*Consiste en quemar algo hasta que se funda y de lugar a un nuevo elemento*" E24. Un 19 % se refiere a cambios de tipo químico donde hablan de la necesidad o presencia de sustancias químicas como el CO_2, O_2, de energía o calor pero que no hacen referencia a ninguna interacción química ("*Proceso de cambio en el que se desprende oxígeno, hidrógeno y energía calorífica*" E5, "*Proceso por el cual se consume oxígeno y se desprende energía calorífica en forma de llama*" E17. Un 15% habla de un proceso químico señalando la necesidad de oxígeno y la formación de producto/s junto a la idea de interacción química ("*Reacción química en la que se quema oxígeno y se desprende CO_2 y energía*" E6). Alrededor de 15% no contesta a la pregunta planteada.

Item 2.- La combustión, ¿es un proceso físico o químico?

El 67% de las respuestas considera que la combustión es un proceso químico (Tabla 1), de las que 2/5 no justifica su respuesta y de los 3/5 restantes, solamente un 22% asocian la combustión claramente a una reacción química ("Proceso químico que se produce entre los elementos" E3; "Proceso químico porque para que se produzca tiene que darse una serie de reacciones químicas" E45, E49, E51), mientras que para las restantes se trata de un proceso químico porque en él interviene el O_2 y el CO_2 ("Químico porque entran elementos químicos como el O_2 y el CO_2" E4, "Químico porque existe CO_2 y O_2" E15). Incluso alguna respuesta indica una concepción errónea señalando la combustión como un proceso químico pero describiéndola como un cambio físico ("Químico, ya que pasamos de estado líquido a gas" E26, "Químico porque es necesario un proceso artificial para que exista combustión" E25). En el 13% se considera que se trata de un proceso fisicoquímico, entre ellas más de la mitad no están justificadas y la cuarta parte lo justifica inadecuadamente ("Proceso físico y químico porque son reacciones químicas que se producen en campos físicos" E47, "Proceso fisicoquímico ya que necesitas unos elementos que ardan, un foco de calor y una reacción entre los elementos con el calor" E30). En el 11% de los cuestionarios no hay respuesta. El 9% de las respuestas considera la combustión como un proceso físico, pero solamente un caso responde de modo coherente alegando que es un proceso físico puesto que no existe ningún tipo de reacción (E27), mientras el resto de alumnos lo justifica inadecuadamente ("Físico ya que intervienen varios componentes como un combustible y otro elemento que produzca la combustión" E50, "Físico ya que un vegetal puede tener una combustión" E46 ó "Proceso físico que se produce al poner en contacto un material orgánico con el calor y se desintegra" E7.

Item 3.- ¿Qué requisitos son necesarios para que tenga lugar una combustión?

Más del 50% de las respuestas señalan al oxígeno/aire como necesarios para que exista combustión (Tabla 1). En el 44% se hace referencia a materiales a quemar con diferentes denominaciones como "material/sustancia inflamable" "combustible" ó "materia prima". En el 31% se menciona como requisito necesario el calor o una elevada temperatura. En el 20% hace referencia a una energía necesaria para iniciar la combustión que identifican como "chispa ", "llama" o "fuego" y un 11% señalan otros requisitos además de los expuestos anteriormente como por ejemplo "CO_2/gas", "espacio", "hidrógeno", "agua" y "poca humedad").

Item 4.- ¿Se queman todos los materiales? ¿Existe alguno que no lo haga?

En el 60% de las respuestas se señala que no se queman todos los materiales (Tabla 1), pero solamente los 3/5 citan algún material que no combustione como por ejemplo el agua, los metales, el cristal o los minerales. El 20% no responde a la pregunta y un 16% considera que se queman todos los materiales.

Item 5.- ¿Qué características tienen en común los materiales que se queman?

En el 49% no hay respuesta (Tabla 1), en el 29% de las respuestas se contesta de modo general con términos “combustionables” o “inflamables”, en el 11% se hace mención a “Compuestos químicos que reaccionan” (E18). En el 9% se hace referencia a características como “ignífugos” o sin ninguna relación con la combustión como “maleables” o “biodegradables”.

Item 6.- ¿Se obtiene algún producto en la combustión? ¿Cuáles?

En el 62% se responde afirmativamente y el 38% no hay respuesta (Tabla 1). Cuando se responde afirmativamente en un 30% se señalan diferentes gases (“CO_2”, “CO”, “humo”), en el 27% se menciona la energía como producto de la combustión, en el 24% se citan como productos de la combustión residuos con diferentes términos “carbón” “cenizas” “abono”, en el 21% no se indica ningún producto y solo el 6% hace mención al agua.

Postest

Item 1.- Explica brevemente en que consiste la combustión.

Una gran mayoría de las respuestas (61%) hacen referencia a cambios de tipo químico (Tabla 1), señalando la presencia de algún reactivo o producto pero sin llegar a manifestar una comprensión completa de lo que es una reacción química (“Consiste en la conversión del aire a dióxido de carbono debido al calor” E24, “Es una reacción química de dos sustancias gaseosas al encontrarse con el oxígeno” E6). En el 20% se describe la combustión como un proceso químico haciendo referencia a conceptos como combustible, comburente, energía, mostrando además una idea de interacción química (“Reacción química entre un combustible y un comburente en la que se produce energía calórica y dióxido de carbono si es completa y monóxido de carbono si es insuficiente” E2, “Es una reacción química en la que se quema oxígeno y se crea CO_2 y H_2O” E8). Persiste la idea, en un 11% de relacionar la combustión con conceptos de tipo físico como cambios de propiedades y de estado (“Es una cambio en una materia determinada, es un estado” E7, “Proceso en el cual un materia, sólido o líquido, cambia de estado mediante una inflamación y pasa a ser gas” E22). Hay 5% de respuestas poco diferenciadas (“Proceso químico que puede ser accidental o provocado” E55, “Consiste en que haya fuego y se mantenga” E16).

Item 2.- ¿Qué hace falta para que exista una combustión?

El 84% de las respuestas señalan al oxígeno como necesario para que exista combustión (Tabla 1). En el 63% se hace referencia a los materiales a quemar con diferentes denominaciones como “material combustionable” “combustible”, incluso en seis se hace mención a elementos químicos como el carbono o hidrógeno. En el 30% hace referencia a una energía necesaria para iniciar la combustión que identifican como “chispa “, “llama” o “fuego”. En el 12% se menciona como requisito necesario el calor. Un 9% señala otros requisitos además de los expuestos anteriormente como por ejemplo “CO_2” (3) o “agua” (2).

Item 3.- ¿Se obtiene algún producto en la combustión? ¿Cuáles?

En el 96% se responde afirmativamente (Tabla 1), y entre ellas en un 73% se señalan diferentes gases (“CO_2”, “CO”, “otros gases”), en el 48% se menciona el calor o fuego como producto de la combustión, en el 11% se

citan como producto de la combustión residuos con diferentes términos como “carbón” o “cenizas”, en el 34% se hace mención al agua o vapor de agua y en el 7% se cita a diferentes elementos químicos como productos de la combustión (“hidrógeno”, “carbono” y “oxígeno”). En el 4% no hay respuesta.

Item 4.- ¿Qué tienen en común los materiales que se queman?

No hay respuesta a la pregunta en un 36% de los cuestionarios (Tabla 1), en un 13% de las respuestas se mencionan “materias combustionables o inflamables” (E32, E33, E40, E41, E42, E 48, E49) y en un 23% compuestos químicos que reaccionan (“Oxígeno” E2, E12, “Carbono y oxígeno” E3, “Oxígeno e Hidrógeno” E17, “Altos fosfatos, concentración de hidrógeno, helio, metano” E26) y un 28% de otras respuestas (“Más maleables” E36, “Biodegradables” E39, “Ignífugos” E51.

Item 5.- En la actividad práctica realizada en el laboratorio, ¿puedes explicarme porque se apaga la vela?

En un 66% de las respuestas se hace referencia a que el oxígeno presente se agota totalmente (Tabla 1) (“La vela se apagaba porque ya no tenía oxígeno” E5, “Porque se quedaba sin oxígeno” E10, “Se apaga la vela porque se consume todo el oxígeno. Sin oxígeno no hay combustión” E37), mientras que un 27% se responde que el motivo de apagarse la vela es textualmente “Por falta de oxígeno” sin aclarar si la falta es total o parcial. En el 4% se señala que es el gas formado en la combustión el responsable de que se apague la vela (“Por el gas que quedaba dentro del vaso” E24, “Porque el oxígeno se transforma en otro tipo de gas que apagaba la vela” E26) y solo en un 4% se ha contestado que la cantidad de oxígeno que queda en el recipiente no es la suficiente para mantener la combustión (“Porque la vela necesita una cierta cantidad de oxígeno. Al arder la vela va consumiendo el oxígeno convirtiéndolo en monóxido de carbono. Cuando no hay la cantidad de oxígeno necesaria para que arda ésta se apaga” E25; “Porque se agota parte del oxígeno y no queda suficiente para seguir ardiendo” E32.)

Discusión

1. La comprensión por parte de los futuros maestros de la combustión es compleja, y aunque se observan similitudes claras entre nuestra categorización y las de otros autores (Driver et al., 1989; Prieto et al., 1992; Castillejo et al., 2005) (Tabla 2), no se puede reducir la categorización del presente trabajo a las de estudios previos.

(Driver et al.,1989)	Prieto *et al.*, 1992; Castillejo *et al.*, 2005	Presente estudio
Así suceden las cosas	-	Acción de quemar
El desplazamiento de la materia	-	-
Modificación	Modificación	Cambios de tipo físico
Transmutación	Transmutación	Cambios de tipo químico
-	Transición transmutación-reacción química	-
Interacción química	Reacción química	Reacción química

Tabla 2.- Similitudes entre la categorización de las respuestas sobre la combustión en relación con estudios previos.

2. Después de la exposición del docente y tras haber realizado la actividad práctica de la combustión, un elevado porcentaje de estudiantes (80%) considera la combustión como un proceso de naturaleza química, aunque sólo la quinta parte hacen referencia a la mayoría de requisitos necesarios para que exista una combustión, como la necesidad de oxígeno o la formación de dióxido de carbono, aunque al mismo tiempo obvian la necesidad de un combustible para que ocurra la combustión.

3. Los futuros maestros señalan de manera mayoritaria la necesidad del oxígeno para la combustión aunque un alto porcentaje mantiene la idea de que el oxígeno se quema frente a la reacción química gas-gas que ocurre durante la combustión. No está claro que la presencia del oxígeno sea percibida como necesaria para reaccionar con el combustible para dar lugar a los productos, ni siquiera en los que hablan de proceso o reacción química. Además, la aparición de CO_2 o CO y otros gases como productos de la reacción es señalada de forma mayoritaria solo después de la enseñanza en el postest.

4. Muy pocos mencionan en el pretest que se genera agua e incluso no se alcanza la mayoría después de la enseñanza, en tal sentido ya ha sido señalado (Meheut et al., 1985) que la existencia de agua es más difícil de percibir que la de CO_2 y sólo se entendería si ya existiera previamente como uno de los reactivos.

5. Incluso después de la enseñanza la gran mayoría de los estudiantes indica que la vela se apaga cuando no hay oxígeno o hay muy poco ("…ya no tenía oxígeno", "... se quedaba sin oxígeno", "... se consume todo el oxígeno"), otros señalan la falta de oxígeno sin poder saber si se refieren a una ausencia total parcial, y muy pocos mencionan que se apaga porque no hay suficiente oxígeno. Los errores de los estudiantes en esta práctica son similares a los que presentan manuales escolares (Leite y Figueroa, 2004), explicados en su falta de preocupación en apoyar con evidencias el consumo de oxígeno, y más en concreto no preguntarse sobre las variaciones de la concentración de oxígeno en el interior del vaso.

Conclusiones y propuestas de mejora

Los problemas detectados en la investigación sobre las ideas de los futuros maestros sobre combustión sirven para realizar propuestas concretas de mejora:

1. Existen problemas de comprensión de la combustión como reacción química, pues incluso después de la enseñanza muy pocos son capaces de reconocer la presencia de al menos dos reactivos, un combustible que interacciona con el oxígeno y la generación de dos productos, dióxido de carbono y agua junto con la liberación de energía.

2. Se desconoce la composición química del reactivo combustible, habitualmente hidrocarburos con los elementos carbono e hidrógeno. Estas dificultades se manifiestan de manera singular en no reconocer la presencia del hidrógeno como reactivo, puesto que el principio de conservación de la materia podría ayudarlos a comprender que debe haber más productos que el CO_2.

3. A pesar de que un número relativamente importante de estudiantes señalan otros requisitos para la combustión diferentes del combustible y del oxígeno (calor, temperatura elevada, chispa, llama, fuego), puede ser inadecuada la presentación de la combustión como una reacción química del tipo:

$$\text{Cera } (C_{25}H_{52}) + O_2 \leftrightarrow CO_2 + H_2O + \text{energía}$$

Porque no se contempla lo que se denomina triángulo del fuego (combustible + oxígeno + temperatura de ignición), necesario para que se produzca el fuego. Habría que acudir al concepto de energía de activación para explicar porque no llega con la presencia de un material combustible en el aire para que se produzca el fuego.

4. Existe un problema de desconocimiento de la presencia del agua como producto de la combustión y para evitarlo se recomienda incidir durante la actividad práctica en el empañamiento del vaso cuando la vela arde en su interior.

5. En relación con la concepción errónea, muy habitual, de que al apagarse la vela se ha consumido todo o casi todo el oxígeno, la solución más sencilla sería introducir al principio un animal en el interior del recipiente y comprobar que respira en atmósfera interior sin mayores problemas. Una opción alternativa sería realizar la experiencia de esa manera, filmarla en vídeo y luego visionarla con los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Castillejo, R.; Prieto, T. y Blanco, A. (2005). El lenguaje y las teorías de los alumnos en la compresión de la combustión. *Enseñanza de las Ciencias* Número Extra VII Congreso 1-7

Driver, R.; Guesne, E. y A. Tiberghien (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: MEC/Morata.

Leite, L. y Figueroa, A. (2004). As actividades laboratoriais e a explicação cientifica en manuais escolares de ciências. *Alambique*, 39, 20-30.

Meheut, M.; Saltiel, E. y Tiberghien, A. (1985). Pupils´(11-12 year olds) conception of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83-93.

Prieto, T.; Watson, R. y Dillon, J. (1992). Pupils´understanding of combustion. *Research in Science Education,* 22, 331-340.

Enseñar el Agua a lo largo de la escuela general básica:¿qué tiene de interesante?

Mirta Kauderer

Correo electrónico: mkauderer@fibertel.com.ar

Resumen: En el presente trabajo, me propongo poner en cuestión el Agua como un contenido de enseñanza en la escuela primaria. La concepción de que esta temática se construye en las aulas como un problema para los maestros, me plantea algunos interrogantes. Estos interrogantes me estimularon a desarrollar en conjunto con mis estudiantes del profesorado de formación de maestros, propuestas de enseñanza, acordes con los nuevos marcos didácticos, teniendo en cuenta nuestra responsabilidad en la alfabetización científico-tecnológica desde edades tempranas.

Palabras clave: El agua como contenido de enseñanza, construir un problema, alfabetización científica y tecnológica, nuevos marcos didácticos

Title: Teaching Water all across Primary school: Can we make it look interesting for the children?

Abstract: In this work, I propose the question of teaching water to elementary school students. The conception that this topic construes in the classrooms a problem for all the teachers, state to me several questions. This kind of questions, encourages me to develop with my students at the professorate of teachers, teaching proposals according with new didactic frames, and with our commitment with scientific and technological alphabetization in early childhood.

Keywords: Teaching water, construct a problem, scientific and technological alphabetization, new didactic frames

Introducción

TRIBUNA *La crisis del agua amenaza a los más pobres. La mortalidad infantil es sólo la punta del iceberg. Casi la mitad de la población del mundo en desarrollo sufre enfermedades relacionadas con el agua*. Kevin Watkins DIRECTOR DE LA OFICINA DEL INFORME DE DESARROLLO HUMANO, PNUD. Fuente: Diario Clarín – Argentina – 20.03.2006

A partir de las últimas dos décadas, el agua para consumo se convirtió en un problema social que afecta a millones de personas en nuestro país, y en el mundo entero. En este sentido, en la actualidad, numerosas publicaciones e investigaciones (Saneamiento del Riachuelo- Proyecto FAUBA UBACyT- 2005- Argentina; Foro desarrollo sostenible de la Cuenca Matanza –Riachuelo 2002/4 – UNLA- Argentina) avalan esta afirmación. A la vez, los medios de comunicación masivos difunden y denuncian con frecuencia, noticias relacionadas con esta problemática.

A pesar de ello, se reconoce que aun existe en la sociedad, un gran desconocimiento del problema, y la comunidad no cuenta con aquellos saberes básicos necesarios que posibiliten estar en condiciones de interactuar como ciudadanos responsables para generar opinión, participación y disenso.

Quienes como educadores partimos de la convicción de que la escuela es una institución capaz de favorecer en los alumnos la construcción de un pensamiento reflexivo y crítico, consideramos un propósito central generar situaciones de enseñanza que los aproxime a las problemáticas de su entorno.

Tomando en cuenta la perspectiva que sostienen los nuevos enfoques para la enseñanza, la mayoría de los marcos generales de los diseños curriculares de Argentina plantean consideraciones en torno a la importancia de la alfabetización científica y tecnológica.

“El conocimiento científico es un aporte considerable para los debates éticos y/o políticos. No se trata de que las representaciones científicas nos impongan algún día una decisión ética o política, sino que ellas nos dan elementos para comprender mejor tanto las posibilidades que se ofrecen a nuestras libertades, como las consecuencias de nuestras elecciones posibles” (Fourez G., 1994).

El presente trabajo pretende acercar un aporte a nuestra preocupación como formadores de maestros, con propuestas que desafíen la tarea de enseñar la temática del agua y su significatividad social en contextos de aula. En este sentido, esta experiencia desarrolla, bajo la modalidad de taller, la discusión de estrategias de enseñanza que entretejen la problemática del agua como contenido escolar en el contexto de la formación docente.

Planteamiento del problema

El extracto del artículo que transcribo al iniciar este trabajo, resulta contundente, ya que nos interpela a nosotros como educadores, y particularmente a quienes trabajamos las Ciencias Naturales en la formación docente.

Sabemos que en las escuelas primarias la temática del agua está presente - u omnipresente - a la hora de seleccionar los contenidos a enseñar. Sin embargo a menudo nos encontramos con la paradoja de que el tratamiento de este contenido en las aulas es en general escaso, aséptico, y muchas veces banal y superfluo.

He aquí un ejemplo que ilustra el planteo de este problema.

Unidad 2 de la planificación de una docente de 5to grado de una Escuela Primaria:

El agua. Propiedades. Incolora, inodora. Insípida. Agua potable.

Los estados del agua. El ciclo del agua.

Contaminación del agua

Desde mi tarea de formación y capacitación de docentes, con frecuencia recojo de los maestros, preocupaciones en relación a la falta de interés que

tienen los alumnos frente a este tema, y que esto hace que cada vez les resulte más tedioso y difícil encarar su enseñanza.

Si pretendemos asumir la tarea de formar ciudadanos que puedan participar en la toma de decisiones dentro del contexto social al que pertenecen, este relevamiento lleva a cuestionarme sobre cómo entrar en diálogo con las preocupaciones y planteos recogidos.

Partiendo de este problema, es mi deseo compartir con mis colegas un conjunto de interrogantes que se constituyeron en el motor de propuestas de enseñanza que puse a discusión con mis alumnos en los talleres de diseño de planificaciones. Muchas de estas propuestas fueron tejidas en conjunto con ellos, y esa experiencia es lo que me anima a desarrollar el presente trabajo. Me incentiva la convicción de que debemos mejorar la enseñanza de este contenido que todos consideramos de significatividad social ya que amenaza la calidad de vida de las personas.

Metodología de trabajo

Desarrollo de una experiencia de planificación sobre el tema del Agua

En un capítulo de mi autoría (Kauderer M., 2004) desarrollo un camino posible con el que pretendo, - a modo de hipótesis de trabajo-, romper con la desazón que provoca en muchos de mis estudiantes del profesorado, el tratamiento de un tema que, producto de sus observaciones de clases de ciencias naturales, ya hoy reconocen como parte de una rutina escolar.

En el mencionado capítulo, relato una experiencia con mis estudiantes en los talleres de diseño de planificaciones de aula.

En este trabajo, condenso nuevos recorridos que tienen como finalidad lograr que los estudiantes puedan revalorizar en un trabajo colectivo, el sentido de enseñar este tópico.

El diseño de la propuesta que desarrollo con metodología de taller toma en cuenta tres ejes de trabajo:

- El Agua como contenido de enseñanza dentro de una progresión de los contenidos.
- El tratamiento del estudio de este material, no como un caso aislado, sino enmarcado en una exploración que permita comparar las propiedades e interacciones de los materiales.
- La inclusión de la enseñanza de los modos de conocer propios de las Ciencias Naturales[1] especialmente el diseño de situaciones experimentales, el registro de datos y la búsqueda de información.

En relación al primer eje, cito a Eduardo García (1999): "...el conocimiento escolar se entiende como un conocimiento organizado y jerarquizado, procesual y relativo, como un sistema de ideas que se

[1] En los documentos curriculares producidos por el equipo de Ciencias Naturales de la Dirección de Currícula de la Secretaría de Educación - Ciudad de Buenos Aires, utilizamos esta denominación reuniendo bajo la misma, al conjunto de procedimientos y actitudes, considerándolos como diferentes modos de aproximarse al conocimiento en el campo de las Ciencias Naturales.

reorganiza continuamente en la interacción con otros sistemas de ideas-referidas a otras formas de conocimiento-, y que se concreta, curricularmente, en hipótesis de progresión que se refieren tanto a un contenido concreto (la construcción progresiva de una determinada idea) como a un conjunto de contenidos conectados entre sí en una trama (representación circular del cambio en la organización de un sistema de ideas).

Esta propuesta no debe entenderse como un planteamiento cerrado e inflexible de la programación de los contenidos educativos, pues las hipótesis de progresión no son un itinerario ineludible por el que inevitablemente hay que pasar de forma que cada alumno siga mecánicamente un trayecto lineal y ascendente, sino que tienen un carácter abierto y flexible, admitiendo diversidad de recorridos formativos"

Con la inclusión de este párrafo, pretendo dar marco a algunas de las preocupaciones, que puse a discusión con mis estudiantes:

- ¿Es importante enseñar temas referidos al agua en todos los años de la escolaridad de la escuela primaria, sin transformar la enseñanza en un "más de lo mismo"?
- ¿Cómo diseñar una progresión que, como formula García, aporte a la construcción progresiva de una idea como un conjunto de contenidos conectados entre sí en una trama?
- ¿Cómo entender la importancia de estudiar el agua en particular si aun no se reconocen generalizaciones sobre las propiedades de los sólidos, los líquidos y los gases?
- ¿Cómo lograr situaciones de enseñanza que den cuenta que es posible planificar teniendo en cuenta no sólo una progresión de los conceptos, sino también de los modos de conocer con los que se estudian estos conceptos?

Estos interrogantes me estimularon a ensayar y poner a prueba a través de esta experiencia de taller, una progresión posible en la enseñanza del agua en la Educación Primaria.

A partir de la presentación de la Tabla 1, la discusión en el taller se centró en analizar que el estudio del agua en los distintos grados, se aparta de la reiteración del tratamiento de los contenidos, para desplegar una progresión que le otorga especificidad a cada año y ciclo.

En el primer ciclo, se propone estudiar las propiedades de los estados de agregación de distintos materiales a partir de la exploración de los mismos, y entre ellos, se incluye al agua. Para ello, planteo a mis estudiantes que para que los alumnos puedan hacer generalizaciones de las propiedades observables de los materiales sólidos, líquidos y gaseosos, es importante organizar exploraciones con una variedad grande de materiales.

En el segundo ciclo, analizamos que se avanza con el estudio de las interacciones de los materiales con el calor. En este ciclo, se propone trabajar el concepto de cambio de estado, y los cambios de estado del agua se incluyen comparando dichos cambios con los de otros materiales.

Al finalizar el segundo ciclo, los estudiantes reconocen que la progresión se centra en el tratamiento de las interacciones de los materiales entre sí, incorporando el estudio de las mezclas y soluciones. Es en ese momento donde analizo cuál es la importancia de enseñar que el agua es un solvente universal, otorgando relevancia a la vinculación que esta propiedad tiene, con la facilidad de contaminarse por componentes muy diversos.

1er ciclo

1er grado	2º grado	3º grado
Propiedades de materiales: Rígidos, flexibles, impermeables, etc Materiales impermeables al agua	Propiedades de sólidos y líquidos El agua como sólido y como líquido	El aire es un material El vapor de agua forma parte del aire

2do ciclo

4º grado	5º grado	6º grado`	7º grado
Las interacciones de los materiales con el calor. - Materiales aislantes y conductores del calor	Las interacciones de los materiales con el calor. - Equilibrio térmico. - Uso de termómetros. Los cambios de estado. El agua y los cambios de estado	Interacciones entre los materiales Mezclas y soluciones El agua como solvente universal. Contaminación del agua	Interacciones entre los materiales Transformaciones químicas Materiales particulares: Los biomateriales Transformaciones de los alimentos Conservación de alimentos. Deshidratación de alimentos como método de conservación

Tabla 1. El agua: Cuadro de progresión de contenidos de 1° a 7° grado

En esta instancia del taller, desarrollamos diseños de experiencias, que incluyen la comparación de las propiedades de disolución del agua respecto a otros solventes.

Encuadrar el estudio comparativo de las propiedades del agua y de sus interacciones respecto a la de otros materiales, me dio pie para incorporar la discusión acerca del segundo eje de trabajo que sostiene esta propuesta de enseñanza. Desde este encuadre, el agua no se trabaja como un caso aislado.

Tomo las palabras de una estudiante en el análisis de un tramo del capítulo que publiqué: “La profesora se propone enfocar este trabajo desde una perspectiva que permita trabajar el agua, encuadrándolo en un estudio comparativo de las diferencias y semejanzas de los materiales sólidos y líquidos tomando en cuenta el eje de la unidad/diversidad. De esta manera se acerca a los alumnos por medio de una situación exploratoria, a una primera generalización de los estados de agregación de la materia. Aquí podemos señalar que esta perspectiva constituye un primer cambio en el enfoque metodológico de la enseñanza de los conceptos del área. De esta forma, a partir de la exploración y registro de los alumnos, se maneja una comparación centrada en la diversidad para luego avanzar hacia la unidad

que define a un sólido y a un líquido como tales, desde el estudio comparativo de sus propiedades observables"

Me interesó mucho el aporte de esta estudiante, ya que citar sus formulaciones, me permite sostener la posibilidad de cómo acercarse a un estudio más sistemático de los estados de agregación, incluyendo al agua con sus propiedades comunes y particulares dentro de la variedad de los sólidos, líquidos y gases.

En relación con el tercer eje que incorporo en el trabajo de taller, propongo un desarrollo tentativo de una progresión en la enseñanza de los modos de conocer con los que se estudian los conceptos. Para ello, menciono un párrafo que otra estudiante produjo durante la lectura del capítulo de mi autoría: "Se hace hincapié sobre el problema de la progresión de los modos de conocer tales como la experimentación, el registro de datos, y alrededor de las estrategias ligadas a la búsqueda de información en diferentes fuentes. En este sentido, propongo abrir una progresión posible en el tratamiento de estos modos de conocer"

En los párrafos anteriores mencioné cómo en el primer ciclo las experiencias se basan en exploraciones, (es decir en la manipulación de materiales que permita que los alumnos contrasten sus anticipaciones), para avanzar gradualmente en el segundo ciclo con el diseño de experiencias, en el que los alumnos podrán reflexionar (por ejemplo durante la diferenciación de las mezclas) sobre el control de las variables que se ponen en juego.

Por otra parte, si reconocemos que la escuela es responsable de ofrecer oportunidades para que los alumnos logren un orden creciente y gradual en la autonomía para organizar y comunicar la información, es relevante plantearse un trabajo progresivo en la enseñanza de este modo de conocer.

En este sentido, invito a mis practicantes a proponer actividades de registro en las que los alumnos, tengan que familiarizarse primero completando cuadros o tablas de los resultados obtenidos. Pero si queremos que los alumnos reconozcan que la organización de la información es un problema a resolver, planteo la necesidad de ofrecer una diversidad de situaciones didácticas que les permita comenzar a diseñar sus propios registros. Estas situaciones pueden ser: discutir en pequeños grupos distintos modos de registrar, decidir cuántas filas y columnas son necesarias para armar un cuadro o tabla, elegir qué categorías seleccionan y dónde las ubican, estimular otros tipos de registros (unir con flechas, hacer listas y relacionarlas entre sí, etc).

Además, les sugiero que incorporen en las situaciones didácticas otras estrategias que creen problemas en la organización de la información. Por ejemplo la inclusión de cuadros que estén mal organizados en cuanto al número de filas y columnas que se requieren, o bien aquellos en los que no figuran los datos que se piden, etc, como estrategia para promover en los alumnos la necesidad de reformularlos.

Este tipo de actividades pretende aproximarlos a un análisis crítico del sentido de la organización de la información que está en juego, y favorece la comprensión de que registrar es un problema que hay que resolver para poder comunicarla con claridad a los demás.

Por último hago mención sobre algunas cuestiones que son acuerdos que compartimos con mis colegas de los trayectos de prácticas. Se trata del trabajo con la selección de información en textos u otros soportes.

Cuando se trabaja el tema del agua ya en el segundo ciclo, propongo un avance en el aprendizaje de los modos de conocer en relación con la búsqueda de información. En este sentido estimulo a los estudiantes para que elaboren actividades en las que los alumnos deban recurrir a la consulta de diversas fuentes. Detenerse en el estudio de la potabilización y de la contaminación del agua resulta una situación oportuna.

Para ello, reflexionamos sobre algunas actividades que se pueden desarrollar de modo tal que cada grupo de alumnos realice una búsqueda y registro de un tema específico, utilizando más de un texto o soporte diferente. Así, por ejemplo, unos pueden ocuparse de buscar y registrar información sobre el proceso de potabilización, otros sobre la contaminación por microorganismos, otros por metales pesados, etc.

Explico la importancia de que esta tarea debe ser guiada por el practicante durante todo su desarrollo, acompañando los procesos de producción de cada grupo.

Para acompañar esta explicación les leo un extracto de los Diseños Curriculares para el 2º ciclo-CABsAs que condensa algunas de las ideas aquí expuestas: “Es un propósito fundamental del segundo ciclo, que los alumnos se familiaricen con una multiplicidad de materiales de lectura, con la finalidad de que adquieran progresiva autonomía en su manejo. Esta finalidad no supone que los chicos interactúan libremente con cualquier material, supone por el contrario que el docente,- atendiendo al propósito mencionado-, planifique cuidadosamente esta interacción.”.

Luego analizamos los criterios para seleccionar variedad de textos, tomando en cuenta su vinculación con los enfoques didácticos actuales, y hago hincapié en la necesidad de incluir otras fuentes relacionadas con la problemática ambiental. Uno de los argumentos a favor de la incorporación de una diversidad de fuentes y soportes, se sostiene en que hoy día la producción de información es tan voluminosa como incierta en su rigurosidad. Por lo tanto resulta importante enseñarles a los alumnos que consultar un solo texto, hoy ya no es suficiente cuando se quiere buscar la información que se necesita.

Además, trabajamos junto a nuestros practicantes y maestros algunas cuestiones que resultan obstaculizadoras para el trabajo con los textos u otras producciones en soportes diferentes. Algunos de estos obstáculos son:

- La presencia de títulos fantasía, que hace difícil para los alumnos la búsqueda en los índices. Ejemplo: “Un líquido esencial”, sin mencionar al agua.
- La mirada animista en los textos de ciencias y otros soportes (videos, CD, etc). Ejemplo: la presencia de dibujos con gotas de agua personificadas.
- Fotos con epígrafes que no aclaran o decoran.

Un manual de 5º grado presenta el siguiente epígrafe acompañando a una de las fotos con que comienza el capítulo: “Cambios provocados por el

agua en la superficie terrestre": "Muchos ríos nacen impetuosos en las montañas, se apaciguan en el valle, luego corren calmados en la llanura, y finalmente, alcanzan el mar."

Al cierre, discutimos en primer lugar, cómo organizar en el aula una dinámica de puesta en común con el fin de que los alumnos comuniquen a sus pares, la información que buscaron a través de la organización de sus registros.

Asimismo, hago explicita la sugerencia de que incluyan una actividad en la que los alumnos puedan elaborar un producto final, como por ejemplo: el diseño de un filtro potabilizador con materiales cotidianos o desechables, una revista para compartir con la comunidad de padres de la escuela, un video o un foro en el que se pongan en juego los contenidos trabajados y el debate sobre la problemática ambiental. Volcar la recapitulación de lo aprendido en este tipo de productos, resulta una experiencia muy rica para los alumnos y para la institución.

Conclusiones

A la vista de algunas de las formulaciones que a modo de evaluación elaboraron los estudiantes, y de los registros que produjimos con las coordinadoras de práctica en las observaciones de clase, puedo concluir que los ejes que pongo en juego en esta experiencia de producción con metodología de taller, ofrece un recorrido diferente para trabajar la temática del Agua en las aulas de Educación Primaria, destinado a muchos docentes que, a pesar de reconocer la importancia de su enseñanza por su significatividad social, hoy no encuentran abordajes que les resulten novedosos e interesantes.

Referencias bibliográficas

Diseños curriculares para la E.G.B. 1º y 2º ciclo. Dirección de Curricula Ministerio de Educación. G.C.Bs.As- Argentina

Fourez G. (1994). *Alfabetización científica y tecnológica*. Ediciones Colihue, Buenos Aires.

Fumagalli L.(1999):Los contenidos procedimentales de las ciencias naturales en la EGB." en: Kaufman M. Fumagalli L. (comp.) *Enseñar ciencias naturales reflexiones y propuestas didácticas.(*pp. 109-141*) Buenos Aires.* Ed. Paidós.

García Díaz J.E. (1999): "La construcción del conocimiento escolar y el uso didáctico de las ideas de los alumnos", en *:* Kaufman M. Fumagalli L. (comp.) *Enseñar ciencias naturales, reflexiones y propuestas didácticas*.(pp. 175-210) Buenos Aires Ed. Paidós.

Harlen W. (1994) : *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: MEC Ed. Morata.

Kauderer M.(2004) "¡Planificar sobre el agua!¿Y eso qué tiene de nuevo? Relato de una experiencia en la formación docente" .en Lacreu, L. (comp) *El agua:saber escolar y perspectiva científica (*pp. 77-112*)* Buenos Aires. Ed. Paidós.

Las ideas del alumnado sobre nutrición en el último ciclo de Primaria y el primero de Secundaria Obligatoria

García Barros, Susana y Martínez Losada, Cristina

Facultade de Ciencias da educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. susg@udc.es y cmarcl@udc.es

Resumen: En este trabajo se indaga sobre el modelo de nutrición que activan los estudiantes del tercer ciclo de Primaria y el primero de Secundaria Obligatoria. Se utiliza la encuesta abierta como sistema de recogida de datos, siendo un total de 308 sujetos de 6 centros escolares los participantes en el estudio. En términos generales, y aunque se detctan diferencias entre Primaria y Secundaria, los alumnos no suelen emplear un modelo de nutrición humana coherente con el conocimiento científico deseable en estos niveles educativos, siendo especialmente preocupante la dificultad mostrada para integra la respiración y el papel del oxígeno en el mismo. Estos datos son comparados con la importancia que los textos escolares dan a los conceptos básicos asociados a la nutrición, en los que también se han apreciado deficiencias, aspecto este último que fue objeto de un trabajo precedente.

Palabras clave. Nutrición humana, Primaria, Secundaria, ideas de los alumnos

Title: Students' ideas about nutrition in 3rd cycle of Primary and 1st cycle of Secondary Education

Abstract: In this work we have investigated about the nutrition model which students of 3rd cycle of Primary and 1st cycle of secondary use. 308 pupils of six different schools have answered to an open survey. They don't usually use a suitable human nutrition model, so they are not aware of the link between breath and oxygen and nutrition. Although we have found differences between primary and secondary. Results were compared with the nutritional concepts that are included in textbooks. We have already study this item in another work.

Keywords. Human Nutrition, Primary, Secondary, students' ideas.

Introducción

La práctica totalidad de los currícula de los distintos niveles educativos otorgan especial relevancia al estudio de la nutrición de los seres vivos en general y del ser humano en particular. Sin embargo diversos estudios, realizados a lo largo de las últimas décadas, han puesto de manifiesto las dificultades de aprendizaje que implica este tópico y la abundancia de concepciones alternativas que los estudiantes tienen al respecto (ver las revisiones realizadas por Banet 2001 y por Driver et al., 1999). Además se han cuestionado la capacidad de los planteamientos didácticos empleados

en el aula (Pujol, 2003) o presentados en los textos escolares (García Barros y Martínez Losada, 2005) para superar dichas concepciones y para promover una idea sintética y universal de la nutrición, aplicable a todos los seres vivos. Concretamente Pujol (2003) critica el carácter atomizado e inconexo del proceso de enseñanza, centrado más en el estudio de las diferencias entre tipos de nutrición (autótrofa y heterótrofa) que en las similitudes, lo que dificulta la adecuada comprensión de esta función vital.

La nutrición en el ser humano debe tratarse a diferentes niveles de profundidad, de tal forma que el alumno pueda ir adquiriendo modelos interpretativos cada vez más complejos y con mayor poder explicativo. Por ello se recomienda partir de lo concreto a lo abstracto y de lo simple a lo complejo (Sanmartí 2002). En este sentido la nutrición podría asociarse en los primeros niveles educativos a la alimentación, relacionándola con la mera necesidad vital, y posteriormente abordar el concepto desde una perspectiva más compleja y abstracta. Concretamente la comprensión de que los alimentos se transforman para que resulten útiles y aporten la materia y energía necesaria, constituye un paso importante. Otro aspecto, ya más complejo consiste en captar que el oxígeno interviene en este proceso, así como entender que es necesario el concurso de la sangre en la distribución de las sustancias por todo el organismo. El modelo de nutrición mas complejo es aquel que además de integrar los aspectos citados utiliza el concepto de célula como unidad funcional.

El objetivo de este trabajo consiste básicamente en conocer que conocimientos relativos a la nutrición del ser humano tienen los estudiantes del último ciclo de Primaria y primero de Secundaria Obligatoria. Además se pretende averiguar qué modelo de nutrición utilizan los estudiantes y si el grado de complejidad de los modelos utilizados evoluciona con la edad.

Metodología

El estudio de las ideas de los estudiantes se realizó a través de una encuesta que fue contestada por un total de 308 alumnos: 122 de 5º o 6º de Educación Primaria, que cursan estudios en tres centros diferentes de la provincia de A Coruña, y 186 de 1º o 2º curso de Secundaria Obligatoria, pertenecientes a tres centros situados en las mismas localidades que los anteriores.

La encuesta es de carácter abierto e incluye una serie de cuestiones dirigidas a conocer qué pensamiento activa el joven cuando se le pregunta sobre qué le ocurre a los alimentos que ingerimos que no se transforman en heces. Las cuestiones no se dirigen tanto a las transformaciones y cambios que ocurren en el proceso nutritivo, sino que se centran en ideas más generales sobre dicho proceso. Concretamente se pregunta: ¿a dónde se dirigen los alimentos?, ¿cómo llegan a su lugar de destino? ¿para qué sirven? ¿cuál es el destino y la función del oxígeno en nuestro organismo?.

Las respuestas de los alumnos fueron categorizadas según se recoge en las tablas 1 y 2. Además se realizó un estudio más profundo e individualizado con objeto de conocer qué modelo de nutrición parecen activar espontáneamente los estudiantes de las edades elegidas. Para ello se han establecido 8 modelos de menor a mayor complejidad, realizándose

dos grupos: los macroscópicos (modelos 1, 2, 3 y 4), que no reconocen la célula como la unidad de la función nutritiva, y los microscópicos (modelos 5, 6, 7 y 8) que realizan tal reconocimiento. Las características concretas de los modelos se recogen en la tabla 3.

Finalmente se realiza un análisis comparativo entre las ideas mostradas por los estudiantes y las características de los libros de texto empleados en sus centros escolares en lo que al tratamiento de la nutrición heterótrofa se refiere. El análisis de textos no se presenta en este trabajo, por haber sido objeto de un estudio precedente García Barros y Martínez Losada 2005).

Resultados

Algo menos de la mitad de los estudiantes del primer ciclo de ESO señalan, en pregunta abierta, que los alimentos sufren un cambio, es decir, se *"transforman en otro tipo de sustancias"*, disminuyendo esta proporción a menos del 15% en el grupo de Primaria. Para el resto de los encuestados los alimentos, que no se expulsan en forma de heces, simplemente se *"quedan en el organismo"* (ver tabla 1). Además, un importante número de alumnos (51,6% de Primaria y 31,2% de ESO) no contestan o se limitan a describir con más o menos detalle el tránsito del alimento por el aparato digestivo. Por otra parte, la mayor parte de los encuestados, tanto de Primaria como de ESO, señalan que los *"alimentos"* que ingerimos se dirigen: a la sangre, a las distintas partes del cuerpo y/o a órganos concretos (huesos, corazón, estómago…). Solamente un niño/a de Primaria y 17 de ESO (el 0,8% y el 9,1% de cada colectivo respectivamente) indican que tales sustancias se dirigen a las células. Cabe destacar que muy pocos sujetos dio mas de una respuesta a esta pregunta, siendo la relación entre el número total de respuestas y de alumnos que contestan de 1,03 en el caso de Primaria y de 1,07 en el de ESO.

Alrededor de 45% de los estudiantes, tanto de Primaria como de ESO, reconocen la intervención de la sangre en el proceso de transporte de las sustancias, provenientes de la alimentación. Por otra parte, sus respuestas respecto a cual es la función de los alimentos en el organismo se centraron en "para alimentarnos" o fueron genéricas (las sustancias que ingerimos sirven para vivir, realizar funciones vitales …,), siendo escasos (menos del 30%) los que reconocen que las sustancias ingeridas proporcionan la materia y/o la energía que el ser vivo requiere. Esta proporción asciende a más del 45% en el caso de los alumnos de ESO.

Los conocimientos de los alumnos respecto a donde se dirige el oxígeno y cuál es su función resultan todavía menos adecuados (ver Tabla 2). Así un importante número de sujetos (el 84,4% de Primaria y el 77,4% de ESO) señalan los pulmones como órgano central al que llega el oxígeno, siendo especialmente escasos los que citan, además o de forma exclusiva, otros órganos. Además, únicamente el 15,6% de los alumnos de Primaria consideran que el oxígeno se dirige a la sangre o a las distintas partes del cuerpo, ascendiendo este porcentaje al 31,2% en secundaria. Por otra parte, el reconocimiento de que el oxígeno llega a las células no se ha detectado en Primaria y solo 11 estudiantes de ESO (5,9%) se manifestaron en este sentido.

	CATEGORÍAS	*ALUMNOS PRIMARIA n=122*	*ALUMNOS ESO n=186*
¿Qué le ocurre a los alimentos que no se eliminan por las heces?	Parte de los alimentos se quedan en el organismo	41 33,6%	51 27,4%
	Reconocen la existencia de transformación	18 14,8%	77 41,4%
	N/C o se limita a describir	63 51,6%	58 31,2%
¿A dónde van los "alimentos" que no son transformados en heces?	A todas partes o a la sangre	71 58,2%	93 50 %
	A órganos (huesos, corazón…)	36 29,5%	65 34,9%
	A las células	1 0,8%	17 9,1%
	N/C	18 14,8%	22 6,3
¿Cómo llegan a su destino?	Reconocen la intervención de la sangre	54 44,3%	86 46,2%
	No reconocen la intervención de la sangre	36 29,3%	52 28,0%
	N/C	32 26,2%	48 25,8%
¿Para qué sirven los alimentos que ingerimos?	Para vivir, realizar funciones …	14 11,5%	28 15,1%
	Para alimentarse	70 57,4%	78 41,9%
	Obtener materia y/o energía	33 27,0%	90 48,4%
	Para tener buena salud	2 1,6%	1 0,5%
	N/C	3 2,5%	1 0,5%

Tabla 1.- Ideas de los alumnos sobre los cambios y la función de los alimentos que ingieren en su organismo

La función del oxígeno en el organismo ha sido poco reconocida por los estudiantes, solamente 3 niños/as de Primaria y un número sustancialmente superior de ESO (27 en total) respondieron que el oxígeno servía para proporcionar energía. El resto de las respuestas fueron especialmente genéricas (sirve para vivir o para respiran), citándose también, aunque en menor proporción, la función purificadora/limpiadora de esta sustancia.

	CATEGORÍAS	*ALUMNOS PRIMARIA n=122*	*ALUMNOS ESO n=186*
¿A dónde va el oxígeno que obtenemos en la inspiración?	A los pulmones	103 84,4%	144 77,4%
	A todas partes o a la sangre	19 15,6%	58 31,2%
	A órganos concretos (corazón, estómago..)	1 0,8%	5 2,7%
	A las células	-	11 5,9%
¿Para qué sirve el oxígeno?	Para vivir, realizar funciones	100 82,0%	106 57,0%
	Para respirar, oxigenarnos…	14 11,5%	50 26,9%
	Para obtener energía	3 2,5%	27 14,5%
	Para purificar/limpiar el organismo	2 1,6%	6 3,2%
	N/C	8 6,6%	14 7,5%

Tabla 2.- Ideas de los alumnos sobre: a dónde se dirige el oxígeno que obtenemos en la inspiración y para que sirve.

Un análisis más profundo de las respuestas de los estudiantes nos permite señalar que solo el 36,9% de los alumnos de Primaria y el 41,4% de los de ESO expresan alguno de los modelos o tendencias consideradas en este trabajo.

El modelo hallado en mayor proporción fue el nº 1, que se asocia a una concepción macroscópica descriptiva de la nutrición (los alimentos llegan a todas partes conducidos por la sangre) (tabla 3). La utilización de los modelos microscópicos (se percibe la célula como unidad central del proceso nutritivo) es prácticamente nula en Primaria y muy escasa en ESO. Concretamente, al modelo 6 se asocian el mayor número de respuestas que corresponden a 7 estudiantes de ESO y a uno de Primaria. Estos sujetos muestran una concepción microscópica que convive con una visión limitada del proceso nutritivo, que no contempla la intervención del oxigeno ni su función energética. Cabe destacar que los modelos más completos y adecuados desde el punto de vista científico (nº4 y nº8), solamente se detectan en 8 alumnos: 2 estudiantes de Primaria y 4 de ESO, cuyas respuestas resultan coherentes con el modelo macroscópico nº 4, y 2 alumnos de ESO, cuyas respuestas se pueden asociar al modelo microscópico nº 8.

	MODELO	*PRIM. n=122*	*ESO n=186*
Interpretaciones macroscópicas de mas a menos complejas	1.- Solo los “alimentos”, conducidos por la sangre, llegan a todas partes del cuerpo. *	21 (17,2%)	31 (16,7%)
	2.- Solo los “alimentos”, conducidos por la sangre, llegan a todas partes del cuerpo y proporcionan materia y/o energía.	16 (13,1%)	15 (8,1%)
	3.- Los “alimentos”, conducidos por la sangre, y el oxígeno llegan a todas partes del cuerpo. Los “alimentos” proporcionan materia y/o energía. No se considera la función energética del oxígeno.	5 (4,1%)	13 (7,0%)
	4.- Los “alimentos”, conducidos por la sangre, y el oxígeno llegan a todas partes del cuerpo. Ambos proporcionan materia y/o energía.	2 (1,6%)	4 (2,1%)
Interpretaciones microscópicas de mas a menos complejas	5.- Solo los “alimentos” conducidos por la sangre llegan a las células. *		3 (1,6%)
	6.- Solo los “alimentos”, conducidos por la sangre, llegan a las células y proporcionan materia y/o energía.	1 (0,8%)	7 (3,8%)
	7.- Los “alimentos”, conducidos por la sangre, y el oxígeno llegan a las células. Solo los “alimentos” proporcionan materia y/o energía. No se considera la función energética del oxígeno.		2 (1,1%)
	8.- Los “alimentos”, conducidos por la sangre, y el oxígeno llegan a las células. Ambos proporcionan materia y/o energía		2 (1,1%)

Tabla 3. Modelos o tendencias que muestran los estudiantes en sus respuestas.
*mera descripción

Conclusiones y consideraciones finales

En este estudio se pone de manifiesto que los estudiantes del último ciclo de E. Primaria y del primero de ESO tienen una visión bastante atomizada, inconexa y limitada del proceso nutritivo humano, apreciándose un ligero avance con la edad. Así, y a pesar de que algunos conocen, desde el punto de vista descriptivo, que las sustancias que provienen de los alimentos ingeridos se dirigen a las distintas partes del cuerpo y que la sangre interviene en su distribución, aspectos ambos en los que se insiste en los textos escolares de las editoriales de mayor implantación (García Barros y Martínez Losada, 2005), sus ideas respecto al oxígeno resultan más limitadas. Concretamente, lejos de percibir su distribución por todo el cuerpo, aspecto en el que también insisten los textos, los estudiantes, sobre todo de Primaria, se limitan a centrar su destino final en los pulmones, al igual que hacen los niños de menor edad (Garrido et al.). Por otra parte, si bien las editoriales introducen la célula como unidad anatómica y funcional en el primer ciclo de ESO y algunas de ellas ya al finalizar la Primaria, son muy pocos los estudiantes, incluso de ESO, que la utilizan en sus explicaciones. Esto demuestra lo poco interiorizado que tienen este nivel explicativo microscópico y abstracto.

En cuanto a la función de los alimentos y del oxígeno en el organismo, se aprecia un incremento del conocimiento entre Primaria y ESO. Sin embargo

entendemos que en este último nivel dicho conocimiento resulta todavía bastante limitado, pues los alumnos muestran dificultades sobre todo para captar la función del oxígeno. En este sentido cabe señalar que hemos encontrado deficiencias en los textos respecto a este particular, pues, si bien describen, incluso con detalle, la distribución del oxígeno por todo el cuerpo a través de la sangre, citando o no el nivel celular, obvian, en algunos casos, la función energética del mismo (García Barros y Martínez Losada, 2005).

Finalmente conviene destacar la dificultad que tienen los jóvenes para adquirir una visión general y coherente de los puntos clave de la nutrición del ser humano. Los datos presentados muestran que son muy pocos los alumnos capaces de demostrar, a través de sus respuestas, que disponen de un modelo integrado y coherente, caracterizado por apreciar la función de los nutrientes, aportados por los alimentos, y del oxigeno en la obtención de materia y/o energía, independientemente de que utilicen o no la célula como centro funcional de la nutrición.

Los aspectos apuntados tienen sus derivaciones didácticas tanto para el profesorado como para los autores de los textos y materiales escolares. Sería necesario que en el proceso de enseñanza se hiciera más hincapié en la concepción sintética de la nutrición, destacándose claramente la función de los distintos nutrientes y en especial del oxígeno. No debemos olvidar la dificultad de encierra comprender que el oxígeno es materia (Seré, 1986; Hierrezuelo y Moreno, 1989), unido a la abstracción que supone concebir que interviene en la obtención de energía. Entendemos que esto requiere una mayor interrelación de estos conocimientos a través de las actividades oportunas, sin esperara que el alumno realice tal interrelación de forma autónoma.

Agradecimientos

Las autoras agradecemos la colaboración de los estudiantes de Tercer Ciclo y becarios del Departamento de Pedagogía e Didáctica, Patricia Pernas y Juan Rivadulla, en la realización de este trabajo.

Este trabajo forma parte del Proyecto PGIDT04PXIBQO601PR, subvencionado por la Xunta de Galicia.

Referencias bibliográficas

Banet, E. (2001). *Los procesos de nutrición humana*. Madrid: Síntesis.

Driver, r., Squires, a., Rushworth, p. y Wood-Robinson, v. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.

García Barros, S. y Martínez Losada, C (2005) La nutrición en textos escolares del último ciclo de primaria y primero de secundaria. *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*. Granada del 7-10 de septiembre de 2005.

Garrido, M.; García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2005). ¿Qué conocen los niños/as entre los 4 y los 7 años sobre el aparato digestivo y el

aparato respiratorio? *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias.* Granada del 7-10 de septiembre de 2005.

Hierrezuelo J. y Moreno, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Madrid: Laia-MEC

Pujol, R.M. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Madrid: Síntesis

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

La ciencia en los trucos caseros de limpieza: ¿para qué y cómo llevarla al aula?

Mª Ángeles Sánchez Guadix*; Esteban De Manuel Torres, Mª Rut Jiménez Liso*****

* IES Isabel la Católica. Guadahortuna. Granada. MARIA_GUADIX@terra.es **Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada ** Dpto. Didáctica de la Matemática y de las CC Experimentales Universidad de Almería

Resumen

En el presente trabajo mostramos una propuesta de actividades centrada en los trucos caseros de limpieza encontrados en las revistas de decoración, moda y sociedad utilizando, para ello, el análisis de los procesos físico-químico que tienen lugar en cada truco, las posibilidades didácticas de los mismos, las concepciones alternativas más habituales descritas en la bibliografía didáctica (Sánchez-Guadix, 2004) junto con las condiciones de uso de la química cotidiana (Jiménez, Sánchez y De Manuel, 2002).

Palabras clave: Química cotidiana; innovación didáctica; recursos educativos no formales.

Abstract

This paper discusses a range of teaching activities that have been designed based on an analysis of physical and chemical processes underlying several household cleaning tip published in home, fashion and society magazines.

Keywords: Daily life Chemistry; Innovation on Science Education; non formal teaching aids.

¿Para qué la ciencia de los trucos caseros de limpieza?

El estudio de la ciencia en general, y la Química en particular, contribuye al desarrollo integral de la persona ya que promueve el desarrollo de actitudes y hábitos intelectuales de gran valor en la sociedad actual (razonar, argumentar, comprobar...), facilita la comprensión del mundo (incluidos algunos aspectos históricos de la evolución de la mentalidad humana), ayuda a interpretar de forma racional la realidad y promueve actitudes críticas con el uso del conocimiento científico y sus aplicaciones.

Ahora bien, los resultados del informe PISA (2000) y nuestra propia experiencia docente (De Manuel y Jiménez, 2000) indican numerosas deficiencias en el aprendizaje de las ciencias, por ejemplo, la profunda desconexión entre lo se aprende en el aula y lo que aplica en la vida cotidiana o cómo la ciencia de las aulas no está relacionada con la vida personal y comunitaria y, por tanto, no logra la tan ansiada alfabetización científica.

Existen numerosos intentos para motivar al alumnado haciendo atractiva la Química con situaciones cotidianas (Oliva y Matos, 1999), aunque algunas sólo aparentemente (ejemplos se pueden consultar el libro de actas de la I Jornada de Didáctica de la Química y Vida Cotidiana, Pinto, 2003). Si a una falsa cotidianidad y aislamiento se le suma una falta de consideración a la estructura disciplinar de la Química, nos encontramos con experiencias seductoras, en principio, pero poco eficaces. Para lograrla es imprescindible conectar el conocimiento científico, el escolar y el cotidiano que satisfaga los intereses prácticos, académicos y afectivos de los alumnos, considere su etapa de desarrollo cognitivo y no renuncie al firme asentamiento de contenidos y teorías, así como a la puesta en práctica de los mismos.

Para elaborar un currículo que conecte con los intereses de los alumnos y con la ciencia de cada día es imprescindible buscar situaciones químicas realmente cotidianas y familiares, por otra parte, escasas en los libros de texto (Jiménez, Sánchez y De Manuel, 2002) y usadas mayoritariamente a modo de introducción de conceptos; igualmente estas situaciones debían ser fácilmente adaptables al aprendizaje de contenidos en ESO. En esta búsqueda nos decantamos por los medios de comunicación y más concretamente por la prensa escrita. Como señalamos en un trabajo previo (Sánchez, Jiménez y De Manuel, 2002), en ciertas revistas de decoración, moda, labores y sociedad se publican trucos remitidos por los lectores (lectoras en la mayoría de los casos) que pueden representar el saber popular cotidiano y que pueden ser utilizados en el aula de ciencia. Revisamos unos 4000 trucos descartando aquellos que no tenían relación con la Química, por ejemplo, criterios para combinar telas en decoración, formas de hacer centros florales o de presentar platos, etc. Los trucos seleccionados para crear un banco de actividades de etoquímica (química cotidiana)fueron clasificados en tres categorías: trucos de limpieza, de cocina y de belleza:

1. Los trucos de limpieza: El criterio para reunirlos fue el agente o agentes limpiadores. Dichos agentes eran productos que se encuentran en casa o bien se pueden adquirir sin dificultad; eran los que se han venido a llamar remedios caseros.

2. Los trucos de cocina: En este caso la agrupación se hizo atendiendo al ingrediente considerado o el factor a tener en cuenta a la hora de cocinar.

3. Los trucos de belleza, que agrupamos según el problema estético al que se le busca solución o la zona del cuerpo a tratar. En la mayoría de los casos, la interpretación científica de los mismos implicaba procesos bioquímicos, por lo que se descartó su uso para la propuesta didáctica del tramo de edad comprendido entre los 12-16 años.

Una vez recopilados los trucos fue imprescindible analizar los procesos físico-químico que tienen lugar en cada truco, estudiar las posibilidades didácticas de los mismos, diseñar actividades concretas y secuenciarlos teniendo en cuenta las concepciones alternativas más habituales descritas en la bibliografía didáctica entre otros aspectos (Sánchez-Guadix, 2004).

¿Cómo llevarla al aula? Uso didáctico de los trucos caseros de limpieza

Las actividades diseñadas configuran un banco que permite la concreción de distintas propuestas didácticas. Por razones de espacio nos centramos en las actividades planteadas para el uso de los trucos de limpieza junto con sus posibles aplicaciones didácticas, ilustrándolos con ejemplos extraídos de los trucos y con actividades concretas.

1.- Limpieza por arrastre mecánico de la mancha sin deteriorar la superficie sobre la cual ésta se encuentra depositada.

1.1.- Ejemplos de trucos:

Producto de limpieza	Aplicaciones	Explicación científica
Agua caliente y bicarbonato	Limpieza de jarrones largos y estrechos.	Se aprovecha el carácter ligeramente abrasivo del bicarbonato allí donde es difícil acceder.
Bicarbonato y sal con agua caliente.	Desastacador de fregaderos.	Proceso mecánico.
Cera de abeja –dejar solidificar- , espolvorear con sal y frotar	Manchas del acero oxidado.	El único papel posible es el uso de la sal como abrasivo. La cera puede ser impermeabilizante.
Sal común	Frotar cuellos de borreguito.	Abrasivo
	Limpiar objetos de paja.	
	Espolvorear cuando el horno está aún caliente y frotar.	
	Es útil para quitar las manchas de barro recientes.	

1.2.- Aplicaciones didácticas: Distinguir cambios físicos y cambios químicos

Se puede seleccionar una serie de procesos de limpieza para que los alumnos comprueben la diferencia entre estos dos tipos de cambio. Las diferencias las pondrán de manifiesto con la permanencia o el cambio de las sustancias implicadas.

Numerosos productos se utilizan para la limpieza de la misma superficie. Por eso, puede ser interesante proponer a los alumnos pequeños trabajos de investigación para determinar el papel que ejerce el producto limpiador distinguiendo entre cambios físicos y químicos.

1.3.-Ejemplos de actividades:

Actividad 1. *Busca en la tabla de trucos de limpieza aquellos que consideres basados en la disolución de la mancha (cambio físico). ¿Merced a qué efecto se quitan de la tela las manchas de grasa con una plancha y un papel de periódico?*
A2. *Busca en la tabla de trucos de limpieza aquellos que consideres basados en el cambio químico con la mancha.*
Las actividades anteriores se pueden concretar en distintas situaciones, por ejemplo, la limpieza de la plata, o del mármol, la forma de desatascar fregaderos, etc.

2.- Limpieza por disolución: En función de la naturaleza de la mancha y de la superficie a tratar se elige el disolvente adecuado.

2.1.-Ejemplos de trucos:

Producto de limpieza	Aplicaciones	Explicación científica
Agua con gas del mechero	Quita las manchas de chocolate en tejidos.	Disolvente
Aguarrás y aceite de linaza	Limpieza de barbacoas.	Disolvente de las grasas y protección antioxidante.
Éter	Restos de maquillaje en la ropa.	Disolvente orgánico

2.2.- Aplicaciones didácticas: Estudio de la solubilidad

Proponer actividades en las que se verifique la capacidad disolvente de distintos productos, así como medir la solubilidad de distintas sustancias en función del disolvente empleado o de la temperatura.

Ejemplos de actividades

A3. *La Frase: "El agua es un disolvente universal", ¿es correcta? Explica tu respuesta. ¿Por qué utilizamos otros disolventes en la limpieza diaria?*
A4. *Estudio de sustancias solubles e insolubles. Solubilidad en agua*

3.- Limpieza por actuación tensioactiva; es decir, el producto limpiador trabaja penetrando en la base de la mancha hasta reducir su contacto con la superficie del material, facilitando así la eliminación física.

3.1.- Ejemplos de trucos

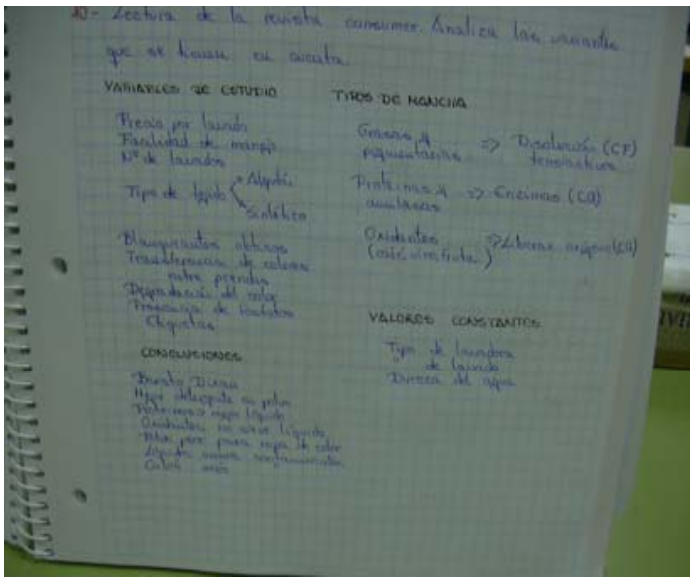
Producto de limpieza	Aplicaciones	Explicación científica
Espuma de afeitar	Quitamanchas, cuando éstas son recientes.	La espuma es un tensioactivo (jabón)
Alcohol y zumo de limón a partes iguales con unas gotas de agua y otras de amoniaco	Eficaz mezcla para eliminar las manchas de café.	El alcohol como disolvente, los citratos del limón y el amoniaco son buenos agentes tensioactivos.

3.2.- Aplicaciones didácticas: Estudio de la tensión superficial**.**

Realizar experimentos con la tensión superficial del agua, reducir ésta gracias al jabón o detergente. Ampliar el estudio a otros tensioactivos.

Estudiar la composición y fabricar detergentes y jabones. La reacción de saponificación.

3.3.- Ejemplos de actividades

A5. *Lectura del artículo de la revista Consumer: "Análisis comparativo: detergentes para lavadora líquidos y en polvo" que podemos encontrar en http://www.revista.consumer.es Analiza las variables que se tienen en cuenta para realizar este estudio. Identifica los cambios físicos y químicos para la eliminación de distintos tipos de manchas. ¿Qué conclusiones consideras más importantes en este estudio?*	
A6. *Una de las propiedades comunes a las bases, tal como dice R. Boyle en El químico escéptico 1661 es el ser aceitosas al tacto. Esta característica se debe a la capacidad que tienen las bases para disolver los tejidos orgánicos. En otras palabras, no es que sean "untuosas" o "resbalosas" al tacto sino que, por disolver la piel, los dedos resbalan fácilmente como si hubiera aceite. No es raro, entonces, que se usen bases fuertes como KOH (potasa) y NaOH (sosa) para disolver los tejidos y restos orgánicos que han tapado alguna cañería. Mira la composición de los limpiadores para hornos y justifícala. ¿Qué productos caseros podríamos usar para tal fin?*	

4.- Limpieza por reacción química con la mancha, transformándola en otra sustancia fácilmente eliminable. En este caso hay evitar que el producto elegido reaccione con la superficie a limpiar deteriorándola.

4.1.- Ejemplos de trucos

Producto de limpieza	Aplicaciones	Explicación científica
Aceite	Evita la oxidación de paellas y sartenes.	Aísla el metal del medio oxidante (oxígeno del aire)
Aluminio –papel- en el fondo de una palangana con agua y sal.	Limpieza de cubiertos de plata	Formación de una pila en la que ocurren las reacciones: $Al_{(sólido)} \rightarrow Al^{3+} + 3\,e^-$ y $Ag_2S_{(sólido)} + 2e^- \rightarrow 2\,Ag_{(sólido)} + S^{2-}$
Levadura –dos cucharadas- en agua caliente	Limpieza de las placas de la cocina.	Fermentaciones de restos orgánicos
Vinagre	Quita las incrustaciones de cal tanto en grifos como en fregaderos.	Carácter ácido, descompone el carbonato.
	Aplicado con un algodón sobre la base de la plancha evita que ésta se pegue.	Elimina restos calcáreos del agua de la plancha.
	Se recomienda para frotar con un trapo la cesta del pan para evitar que ésta se enmohezca.	Los hongos no soportarían el medio ácido pero el vinagre no va a permanecer en la cesta.

4.2.- Aplicaciones didácticas: Estudio de distintas reacciones químicas, entre ellas:

- Reacciones oxidación reducción: Se pueden realizar estudios comparativos de superficies metálicas expuestas al aire, protegidas o no, para verificar la acción del oxígeno atmosférico sobre ellas. También podemos poner de manifiesto la diferente tendencia a la oxidación de distintos metales y cómo dicha tendencia se puede utilizar para recuperar metales oxidados. Igualmente se puede estudiar el carácter oxidante de la lejía o el perborato de sodio.

- Reacciones de fermentación: se pueden proponer numerosas actividades culinarias (hacer pan o vino) y una vez conocida la acción de las levaduras, justificar su “poder limpiador”.

- Las reacciones ácido-base son frecuentes en algunos procesos de limpieza y por tanto fácilmente observables (bien por cambios de color, por efervescencia, etc.). Se puede utilizar un fenómeno habitual en los baños: la formación de costras.

4.3.- Ejemplos de actividades

A6. ¿Cómo debe estar un vaso recién salido del lavavajillas? Justifica la composición de los abrillantadores para lavaplatos automáticos. ¿Qué opinión te merece los trucos que proponen el uso de vinagre como abrillantador?

El trabajo con la etoquímica en el aula debe estar planificado; en nuestro caso a través de plantillas didácticas de cinco entradas en forma de objetivos, contenidos, concepciones alternativas, actividades y criterios de evaluación. A modo de ejemplo presentamos un extracto de la misma, resaltando en negrita dentro de las actividades, todas cotidianas, las que están relacionadas con la limpieza (Anexo I).

Referencias bibliográficas

De Manuel, E. y Jiménez Liso, M.R. (2003) ¿Cuándo y cómo comenzar a estudiar química?. En AAVV *Aspectos didácticos de Física y Química* (pp. 89-120). Zaragoza: ICE Universidad de Zaragoza.

Informe Pisa (2000) www.ince.mec.es/pub/pisa2000assessment.pdf

Jiménez Liso, M.R.; Sánchez, M.A. y De Manuel, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica. ¿Realidad o utopía?. *Educación química*, 13(4), pp. 60-67.

Oliva, J.M. y Matos, J. (1999). La ciencia recreativa como recurso para la enseñanza de las ciencias y el desarrollo profesional docente. Perspectiva CEP, 1, pp. 89-102.

Pinto, G. (2003). *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez, M.A.; Jiménez, M.R. y De Manuel, E. (2002). Condiciones de uso de la química cotidiana. En N. Elórtegui y otros (2002), *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Relación Secundaria Universidad* (pp. 583-590). Servicio de publicaciones de la Universidad de La Laguna.

Sánchez-Guadix, M.A. (2004). *Cambios químicos cotidianos: una propuesta para la alfabetización científica.* Tesis doctoral no publicada. Universidad de Granada.

Anexo I

Objetivos	**Contenidos**	**Concepciones alternativas que cabe esperar**	**Actividades**	**Criterios de evaluación**
Realizar experiencias que muestren los efectos de los ácidos y de las bases en diferentes materiales y entre ellos para aprehender el concepto reacciones ácido base.	Los ácidos y las bases reaccionan formando una sal y agua. Las valoraciones ácido base con uso de indicadores.	Los ácidos y las bases se "comen", disuelven, otros materiales.	Observación de reacciones ácido-base cotidianas (por ej, neutralización del veneno de insectos, de la acidez de estómago, de suelos...) y valoraciones de ácidos comerciales. Justificación de la composición del abrillantador del lavavajillas.	Ensaya y domina reacciones ácido base que suponen la eliminación las características de estas sustancias.
Comprender de manera significativa las ideas básicas sobre las reacciones oxidación-reducción y aplicarlas a situaciones cotidianas.	Reacciones redox: oxidación pérdida de electrones, reducción ganancia de electrones. Oxidantes y reductores. Aproximación a los potenciales redox de los metales: metales activos. Pilas y acumuladores (reacciones reversibles).	La oxidación se identifica exclusivamente, quizás como consecuencia de la formación recibida, con la reacción con el oxígeno, por ello es necesario dar un paso más también en este nivel educativo.	Investigación sobre la extracción de metales, el caso del plomo. *Discusión sobre las formas de prevenir la oxidación del hierro.* *Estudio de la reacción de metales con ácidos.* *Fabricación de pilas con materiales caseros para la limpieza de la plata.* Discusión sobre la reversibilidad. **Cuestiones cotidianas**. Otras reacciones redox en la peluquería, la cocina y **la limpieza.** Ampliación de estudio de la oxidación y crítica publicitaria.	Busca información, planifica y realiza en grupos experiencias sencillas, valorando las aportaciones propias y ajenas mostrando una actitud de cooperación. Reconoce la importancia de las reacciones redox y las aplicaciones de los intercambios de electrones que se producen en ellas (conductividad eléctrica). Elabora informes sobre las actividades de investigación realizadas y resuelve problemas al constrastar y evaluar la información desarrollando criterios personales.
Estudiar un tipo especial de reacción ácido base orgánica.	La reacción de saponificación	Los aceites usados no se pueden utilizar para nada.	*Determinación razonada de qué es mejor, el jabón o el detergente.* *Estudio del jabón: historia (ampliada a detergentes), fabricación, interpretación de la reacción de saponificación, otras cuestiones relacionadas.* *La reacción de saponificación en los limpiahornos.*	Valora los inconvenientes del jabón (formación de precipitados) y de los detergentes (problemas medioambientales) y toma decisiones consecuentes. Trabaja cooperativamente en la búsqueda de información y en desarrollo experimental. Interpreta la reacción de saponificación cualitativamente y la forma de limpiar el jabón y el detergente.

Estudio comparativo de las ideas de los niños/as sobre la reproducción ovípara y vivípara.

María Garrido Portela, Susana García Barros y Cristina Martínez Losada

Facultad de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus de Elvira s/. 15071 A Coruña. cmarl@udc.es. susg@udc.es

Resumen: Las mentes de los niños/as no son tablas rasas capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario llegan a las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas, que influyen sobre lo aprendido a partir de las nuevas experiencias de distintos modos. Este hecho se debe a que el cerebro durante los primeros años de vida está más receptivo y se producen numerosas percepciones sensoriales que se van almacenando y se mantienen, por lo que fueron motivo de diversas investigaciones. En este caso, vamos analizar las ideas que tienen los niños/as entre los 4 y los 7 años, sobre la reproducción ovípara y vivípara, en concreto con la fecundación/desarrollo y su evolución con la edad, además de realizar un análisis comparativo.

Palabras clave: "ideas infantiles", reproducción, ser vivo, ovíparo, vivíparo.

Title: Comparative study on children's ideas about oviparous and viviparous reproduction.

Abstract: Children's minds aren't "Tabula Rasa". They aren't able to receptive teaching in a neutral way. On the other hand, they come to the science class with previously acquired concepts. That influence over what they have already learnt in different types of experiences. This reality is due to fact that the mind in the early years of development is more receptive, and a lot of sensorial perceptions are produced and they are stored and maintained. This is way there have been a lot of investigations. In that case, we are going to analyse the previous ideas that children between 4 and 7 years old have about oviparous and viviparous reproduction, in concrete with fecundation/development and their evolution with age and we are going to do a comparative analyse too.

Keywords: child's ideas, reproduction, living organism, oviparous, viviparous.

Introducción

Las ideas que los estudiantes de diversas edades poseen sobre diferentes temas científicos constituyen una línea de investigación en Didáctica de las Ciencias, siendo muy abundantes los estudios realizados entre el alumnado de secundaria y bachillerato. Pero las mentes de los niños/as no son tablas rasas capaces de recibir la enseñanza de modo neutral; por el contrario llegan a las clases de ciencias con nociones previamente adquiridas, que influyen sobre lo aprendido a partir de las nuevas experiencias de distintos

modos. Este hecho se debe a que el cerebro durante los primeros años de vida está más receptivo y se producen numerosas percepciones sensoriales que se van almacenando y se mantienen, porque el interés por los fenómenos naturales y el medio surge a edades muy tempranas (Piaget, 1984/ Karmiloff-Smith, 1992). De ahí el interés de numerosos científicos por conocer qué piensan y como interpretan los niños/as pequeños/as diferentes hechos y fenómenos, a fin de poder elegir estrategias que ayuden a la progresiva evolución de las ideas infantiles hacia otras más elaboradas y cercanas a las científicamente aceptadas.

Las ideas infantiles, sobre los seres vivos no suelen ser científicas, por lo que fueron motivo de diversas investigaciones (Carey, 1985; Peraíta, 1988; Giordan, 1991). Éstas ponen de manifiesto que las concepciones más primitivas conceptualizan "ser vivo" basándose en el movimiento, la comunicación, y el crecimiento, para pasar posteriormente a contemplar otras funciones, como la alimentación, la reproducción y la respiración.

Este trabajo constituye una continuación de otros anteriores (Garrido et al, 2002; 2003, 2004, 2005. En esta ocasión el objetivo es ampliar la información sobre las ideas en relación con la reproducción ovípara y vivípara, en concreto con la fecundación/desarrollo y ver como evolucionan, además de realizar un análisis comparativo.

Conjuntamente, supusimos, a modo de hipótesis, que se percibiría una evolución con la edad, que los niños/as más pequeños tendrían ideas menos elaboradas y más simplistas sobre el tema, aunque tanto unos/as como otros/as tendrían más conocimientos relacionados con la reproducción vivípara que con la ovípara.

Metodología

En este estudio han sido consultados 342 alumnos/ as: 76 de cuatro años, 74 de cinco años, 101 de seis años y 91 de siete años que cursan respectivamente 2º de Educación Infantil, 3º de Educación Infantil, 1º de Primaria y 2 º de Primaria.

Para recabar la información se han realizado entrevistas individuales que se han estructurado en torno a 3 cuestiones, asociadas a la presentación de ilustraciones concretas. Los niños responden de forma oral/escrita *(dependiendo de su edad)* y realizan los dibujos pertinentes.

En la primera cuestión se presentaban una serie de animales pertenecientes a mamíferos *(ser humano, perro),* aves *(gallina),* anfibios *(rana),* reptiles *(cocodrilo),* peces e insectos *(abeja),* y los niños/as tenían que decidir cuales ponían huevos y por lo tanto, eran ovíparos y cuales no. Para la selección de ejemplares tomamos como referencia los ejemplos citados por estos mismos niños/as con anterioridad. (Garrido Portela, Martínez Losada y García Barros, 2002).

La segunda pregunta tenía por objeto averiguar que idea tienen los niños/as sobre el desarrollo del huevo; nos ceñimos aquí a las aves, porque supusimos que los niños/as de estas edades no tendrían problemas para clasificarlas como ovíparas. En concreto, les preguntamos *"si tendría que haber algo en el huevo que pone la gallina para que naciera un pollito"* y *"si el gallo hace algo para que el huevo que pone la gallina tenga un pollito*

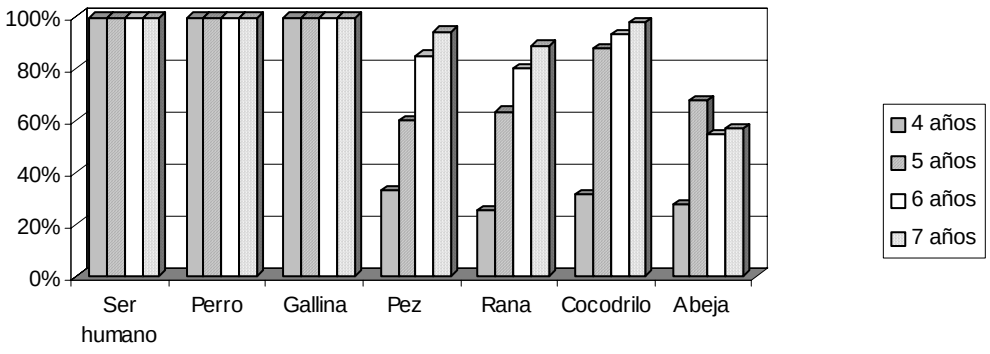
dentro". Finalmente, se presentó una silueta de una mujer y de un perro, en la cual tenían que dibujar y explicar cómo veían el desarrollo del individuo, preguntándole además si el padre participaba de alguna manera en la reproducción.

Con el fin de facilitar el proceso de análisis de las ideas de los niños/as se han agrupado sus respuestas según: a) la identificación de reproducción ovípara/vivípara, b) el reconocimiento de la intervención del padre y/o la madre en la fecundación y c) la existencia de ideas preformistas o transformistas en relación con el desarrollo del individuo. En ambos casos se establecieron diferentes categorías que se muestran en las tablas de resultados.

Resultados

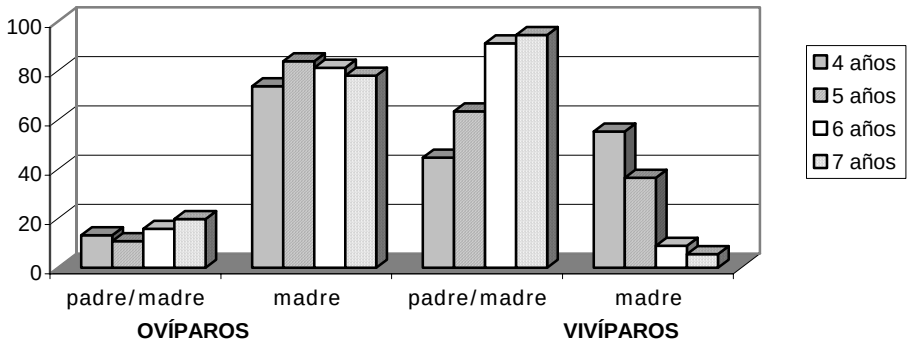
En primer lugar, conviene destacar que todos/as los niños/as conocen que, tanto los seres humanos como los animales mamíferos son vivíparos, es decir, nacen del vientre de la madre (figura 1). También saben que las aves, al menos de su entorno cotidiano *(gallina, pato)* son animales ovíparos, mientras que en el caso de los otros ejemplares presentados *(pez, rana, cocodrilo, abeja)* una proporción considerable de los niños/as más pequeños/as no saben si son ovíparos o vivíparos. El reconocimiento de la reproducción ovípara de estos animales va aumentando con la edad a excepción del caso de la abeja donde las dificultades persisten incluso en el grupo de mayor edad.

Figura 1. Porcentaje de niños que reconoce el tipo de reproducción de los distintos ejemplares



Las ideas de los niños/as sobre la intervención del macho en el proceso de reproducción se recogen en la figura 1. En el caso de los ovíparos es resaltable la poca o nula participación que la gran mayoría de los encuestados/as le atribuyen a este sexo en la fecundación del huevo, no apreciándose diferencias significativas entre edades. En concreto, el 76,7% de los de infantil y el 79,7% de primaria afirman que *"la madre sola fabrica* el pollito". Además un pequeño número de niños/as correspondientes sobre todo a educación infantil no se manifiesta al respecto.

Figura 2. Ideas de los niños/as sobre el papel del padre y/o de la madre en la reproducción.



En cuanto a la intervención del macho en la reproducción de mamíferos se aprecian diferencias entre el colectivo de Educación Infantil y de Educación primaria. En concreto, un *55,3%* de los niños/as de cuatro años y un 36,5% de los de cinco consideran que la mamá es autosuficiente en este proceso, descendiendo significativamente esta idea con la edad. Así afirman que *"la mamá cuando se casa, pide un niño/a y le aparece en la barriga"*; *"mamá se lo pide al médico que se lo pone*". Sin embargo, los demás niños/as reconocen que el padre interviene en la fecundación, *"papá le pone una semillita a mamá en la barriga",* aunque no saben explicar ese proceso, aumentando esta idea con la edad hasta más del 90%.

En síntesis, al comparar los resultados obtenidos en la reproducción de mamíferos y aves se observa un mayor reconocimiento del papel del padre en el caso de los segundos que en el de los primeros.

Centrándonos ahora en las ideas de los niños/as respecto a las características y condiciones del desarrollo del individuo, en la tabla 1 se recogen las correspondientes a los ovíparos. Lo más destacable es que gran parte de los encuestados de educación infantil, el 69,7% de cuatro años y el *62,2%* de los de cinco no reconocen la transformación del huevo, -*"cuando la gallina lo pone ya tiene el pollito dentro"*- mientras esta idea la mantiene alrededor del *40%* del alumnado de primaria. Una pequeña proporción de los niños/as tanto de primaria como de infantil *(menos del 15%)* complementa esta idea al afirmar que *"aunque el pollito esté ya dentro del huevo, sin unas condiciones externas beneficiosas -calor-, no llega a nacer".*

Por el contrario, alrededor del *50%* de los niños/as de primaria señalan que *"el huevo es normal, como el que se come, pero que se transforma cuando la gallina se pone encima y le da calor",* creencia que es inferior en los colectivos de cuatro y cinco años (*10,5%* y *29,7%)*. Asimismo, hay 5 niños/as de educación infantil y 8 de primaria que hacen referencia también a que *"el huevo se transforma"* pero no saben explicar *"como".* Por otra parte, un pequeño número de niños/as correspondientes sobre todo a educación infantil no contestan a ninguna de las cuestiones anteriores.

CATEGORIAS		Edades				Totales	
		4 años N= 76	5 años N= 74	6 años N= 101	7 años N= 91	Infantil N=150	Primaria N= 192
No reconoc. transform. huevo	Especifica condiciones externas	1 1,3%	9 12,2%	13 12,9%	12 13,2%	10 6,7%	25 13,0%
	No especifica condiciones externas	52 68,4%	37 50%	32 31,7%	26 28,6%	89 59,3%	58 30,2%
Reconoc. transform. huevo	Especifica condiciones externas	8 10,5%	22 29,7%	49 48,5%	47 51,6%	30 20,0%	96 50,0%
	No especifica condiciones externas	3 3,9%	2 2,7%	4 4,0%	4 2,1%	5 3,3%	8 4,2%
Reconocen intervención	Padre y madre	10 13,2%	8 10,8%	16 15,8%	18 19,8%	18 12,0%	34 17,7%
	Madre	53 69,7%	62 83,8%	82 81,2%	71 78,0%	115 76,7%	153 79,7%
No saben		12 15,8%	4 5,4%	3 3,0%	2 2,2%	16 10,7%	5 2,6%

Tabla 1. Conocimiento de los niños/as de diferentes edades sobre el desarrollo del huevo.

Con relación al desarrollo del individuo en los mamíferos (tabla 2) se observa que el reconocimiento del desarrollo embrionario va aumentando con la edad. Además, los niños/as que dibujan el *"feto"* en el caso del *"ser humano"* también lo hacen en el caso del *"perro"*, demostrando coherencia y consistencia en sus ideas. Concretamente, un *31,7%* de los niños/as de seis años y un *46,2%* de los de siete hacen un dibujo más o menos elaborado asociado a esta categoría. Asimismo, un *28,6%* del colectivo de mayor edad ya lo representan con cordón umbilical y posición fetal. Esta proporción se reduce considerablemente en los grupos de menor edad.

CATEGORIAS			Edades				Totales	
			4 años N= 76	5 años N= 74	6 años N= 101	7 años N= 91	Infantil N= 150	Primaria N= 192
Ser humano	Niño/ a		67 88,2%	65 87,8%	69 68,3%	49 53,8%	132 88%	118 61,5%
	Feto	Con cordón	- 	2 2,7%	13 12,9%	26 28,6%	2 1,3%	39 20,3%
		Sin cordón	9 11,8%	7 9,5%	19 18,8%	16 17,6%	16 10,7%	35 18,2%
Perro	Perro formado		67 88,2%	65 87,8%	69 68,3%	49 53,8%	132 88%	118 61,5%
	Feto	Con cordón	- 	2 2,7%	13 12,9%	26 28,6%	2 1,3%	39 20,3%
		Sin cordón	9 11,8%	7 9,5%	19 18,8%	16 17,6%	16 10,7%	35 18,2%

Tabla 2. Conocimiento de los niños/as de diferentes edades sobre el desarrollo prenatal de los mamíferos.

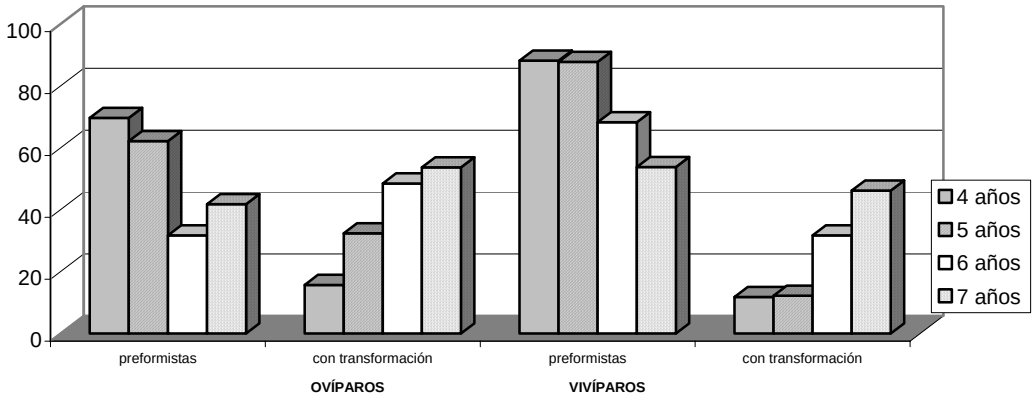
Los dibujos de los niños/as correspondientes al individuo formado identifican claramente el ejemplar. En el caso del *"ser humano"*, la mayor parte de los alumnos/as de educación infantil y algunos/as de primaria *(50,7% y 27,6%)* realizan un retrato de si mismos. En menores proporciones, dibujan *"bebes desnudos sin sexo", (34% en infantil y 26% en primaria),* y una pequeña minoría dibuja *"bebes con sexo"* e incluso *"bebes vestidos".*

En el caso del *"perro",* los sujetos que no dibujan el *"feto",* un *88%* de infantil y un *61,5%* de los de primaria, intentan representar con mayor o menor éxito, un *"perro formado"* similar al de la silueta que les presentamos.

Si comparamos ahora la proporción de niños/as que reconocen el desarrollo embrionario -*transformistas*- y los de los que no reconocen transformación -*preformistas*- se aprecia, un aumento de ideas transformistas con la edad (figura 3).

Finalmente un análisis más detallado nos permite apreciar el número de niños/as que poseen una idea más completa y adecuada de los aspectos tratados. Así el *10,7%* de alumnos de Infantil y un porcentaje superior de Primaria *(17,7%),* reconoce la participación del macho en el proceso reproductivo, la transformación del huevo y los requerimientos de calor que encierra este último proceso. En el caso de mamíferos el porcentaje de niños que conocen la intervención del padre y son transformistas en lo que respecta al desarrollo prenatal, aumenta en ambos colectivos (12% en E. infantil y 38,5% en E. Primaria).

Figura 3. Ideas de los niños/as sobre el papel del padre o de la madre en la fecundación



Conclusiones

En términos generales en este trabajo se pone de manifiesto que la edad comprendida entre los 4 y 7 años constituye un momento importante en la evolución de las ideas relativas a la reproducción. En cualquier caso, ese incremento del conocimiento y de la experiencia encierra matices que conviene discutir. En primer lugar se aprecia que si bien los más pequeños /as conocen sin problema la diferencia entre ovíparos y vivíparos, esta idea la aplican solo a animales conocidos y próximos. (Osborne, en Bell y Freyberg, 1991; Garrido Portela et al., 2002; Garrido Portela et al., 2003). Sin embargo tienen dificultades para considerar que otros animales *(rana, cocodrilo y sobre todo abejas)* se reproducen por huevos, aunque esta limitación se va superando con la edad. Tal superación quizás responda a las experiencias del niño/a, pero también al proceso de escolaridad, donde se hace especial énfasis en la diferencia en el tipo de reproducción de los animales. La menor progresión detectada en el caso de la abeja responde quizás a que los insectos no forman parte de las actividades que habitualmente utilizan las maestras en el aula del primer ciclo de primaria *(datos no mostrados).*

En el estudio realizado también se detecta que los niños/as tienen problemas para reconocer la intervención del macho –de un padre- en la reproducción. Sus ideas al respecto evolucionan con la edad, aunque se han observado diferencias entre los ejemplares. Así, la figura del padre se reconoce con más facilidad en el caso del ser humano y del perro que en el de las aves domésticas. Estas diferencias podrían responder a que posiblemente exista una mayor preocupación o interés del niño/a sobre este particular, que se ve solventado, en múltiples ocasiones, por la intervención de padres y profesores. Estos suelen insistir, entrando o no en detalles, dependiendo del interés mostrado por el niño/a, en destacar la necesidad de que exista un padre para el nacimiento de todo ser humano. Sin embargo, este aspecto que es aplicado generalmente a nuestra especie, no suele extrapolarse a otros seres vivos, de tal forma que no se introduce ni siquiera de forma elemental la reproducción sexual que tanta importancia tendrá en la alfabetización científica posterior.

Uno de los aspectos que encierran más dificultad es la concepción de que existe un desarrollo embrionario. Resulta especialmente abstracto entender que un óvulo o huevo fecundado va desarrollándose y transformándose, siendo mucho más sencillo e intuitivo interpretar este fenómeno desde una óptica preformista, como, por otra parte, lo ha hecho la propia ciencia en el pasado (Jahn et al, 1989). Las ideas de niños se asocian claramente al preformismo que aplican con más facilidad al ser humano y al perro, aunque en menor medida a las aves domésticas. Además en este trabajo se percibe una mayor evolución de las ideas más coherentes con la epigénesis, a lo largo de las edades estudiadas, en el desarrollo del huevo de ave que en el de los mamíferos. Una posible causa de esta diferencia podría radicar por una parte en la observación y el pensamiento concreto, pues el niño, ya desde sus primeros años conoce las características observables del huevo y sabe que ha de transformarse en un ave recién nacida, por lo tanto debe interpretarlo a través de la idea de transformación. Por el contrario, esta experiencia, en modo alguno, es extrapolable al ser humano ni a los conocidos mamíferos domésticos. Por otra parte, al niño/a, e incluso a sujetos de mayor edad, les cuesta pensar en una existencia previa, caracterizada por una morfología tan diferente a la que adopta un individuo completamente formado, es decir cuesta pensar que la forma del individuo en su estado embrionario.

En cualquier caso cabe destacar que no son muchos los niños/as que disponen de una idea más completa y adecuada de reproducción, es decir, que contemplen el desarrollo embrionario y la intervención del macho en la reproducción. Sin embargo esta idea mejora con la edad sobre todo en el caso de los mamíferos presentados, aunque sigue siendo minoritaria, lo que nos sugiere la dificultad que encierra.

Finalmente de este estudio se pueden extrapolar algunas derivaciones didácticas. Cabe destacar en primer lugar, la necesidad de incrementar las experiencias de los niños/as con relación a una mayor variabilidad de animales. Concretamente, dado que los insectos son individuos próximos que pertenecen al medio del niño/a, pueden resultar interesantes para ellos, en la medida que suscitan preguntas. Además favorecen la percepción de que poseen las mismas características y funciones que otros animales sobre

los que la enseñanza insiste en mayor medida, afianzándose así el concepto de animal.

Por otra parte la enseñanza en E. Infantil y Primaria debería destacar que la reproducción requiere de la intervención de los dos sexos, pues no es un concepto difícil, que puede dar sentido a las diferencias entre ellos y, aunque no se entre en detalles sobre fecundación, es importante destacar que la reproducción de la mayoría de los seres vivos que nos rodean es de carácter sexual. Con relación al desarrollo de concepciones asociadas a la epigénesis, entendemos que no es un tema relevante en estas edades dada su complejidad. En este momento es suficiente que el niño/a reconozca que en el proceso de desarrollo prenatal existen cambios, aunque sin profundizar en las características de los mismos. Además resulta educativamente mas interesante comprender que tales cambios requieren en ocasiones cuidados especiales (incubación en las aves, una mejor alimentación y calidad de vida en las madres gestantes…).

Referencias bibliográficas

Bell, B. Y Freyberg, P. (1991). El lenguaje en la clase de ciencias, pp. 56-73, en Osborne, R. y Freyberg, P., *El aprendizaje de las ciencias. Implicaciones de la ciencia de los alumnos.* Madrid: Narcea.

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood.* Cambridge MA: MIT Press.

Garrido Portela, Mª., Martínez Losada, C., García Barros, S. (2002). ¿Qué idea de "ser vivo" tienen los niños de educación infantil? *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de La Laguna.

Garrido Portela, Mª., Martínez Losada, C., García Barros, S.; Figueroa, A. (2003).Evolución de las ideas de los niños sobre la reproducción. *Revista galego portuguesa de psicoloxía e educación*. N. 8. (vol 10).

Garrido Portela, Mª., Martínez Losada, C., García Barros, S.(2004). ¿Qué idea tienen los niños entre los 4 y los 7 años sobre la respiración y el funcionamiento del corazón? XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Servicio Editorial de la universidad del País Vasco.

Giordan, A. et al. (1988). *Conceptos de biología I y II.* Madrid: MEC. Barcelona: Labor.

Giordan , A. De Vecchi, C.(1988). *Los orígenes del Saber.* Sevilla: DIADA Editoras.

Jahn, I., Lother, R., Sengblaud, K.(1989). *Historia de la Biología*. Barcelona: Labor.

Karmiloff-Smith (1992). *Más allá de la modularidad.* Madrid: Alianza.

Peraíta, H. (1988). *La representación del mundo en el niño* de EGB. Madrid: MEC.

Piaget, J. (1984). *La representación del mundo en el niño.* Madrid: Morata. 6ª ed.

Pozo, J. I. (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto que hacen con ellas. *Alambique*, 7, 18-26.

Russell, T. y Waat. D. (1990). SPACE Research Report. En Harlem, W. (2001). Research in primary science education. *Journal of Biological Education*, 35 (2), 61-65.

Los guiones de acción como elementos de reflexión para el profesorado de ciencias

Rute Monteiro[1], Santiago Aguaded[2] y José Carrillo[2]

[1]rutemonteiro@ualg.pt Área das Ciências Exactas e Naturais. ESE - Universidade Algarve. Campus da Penha. 8000 Faro. Portugal. [2]Dept. Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Huelva. 21071 Huelva. España.

Resumen: En este trabajo se analiza la práctica de dos profesores noveles a través del instrumento de modelización (IM), que permite caracterizar sus guiones de acción. El guión de acción corresponde a una entidad teórica que permite comprender una secuencia de acciones estandarizada, dependiente del contenido de ciencias naturales. La incorporación de elementos a la práctica de enseñanza del profesor tendrá que pasar por un cuestionamiento y análisis continuo y contextualizado de su enseñanza. Así, la reflexión sobre los guiones de acción deviene esencial para la mejora de la enseñanza.

Palabras clave: Enseñanza, reflexión, guiones de acción, práctica del profesor.

Title: Scripts as elements of reflection to science teachers

Abstract: In this work we analyse the practices of two beginning teachers through a modelling instrument (MI) that allows us to determine their scripts. The script corresponds to a theoretical entity that helps us understand a standardized, routine-made sequence of actions, which depends on the content of the natural sciences. The incorporation of elements to the teacher's practice is going to be approached through the questioning and continuous, situated analysis of his/her teaching. Therefore the reflection about scripts become essential to improve teaching.

Keywords: Teaching, reflection, scripts, teacher's practice.

Marco teórico

La práctica de los profesores puede ser analizada desde muy diversas perspectivas. Así puede ser fuente de problemas y preguntas para la teoría y el propio profesor desde la visión de profesional reflexivo (Schön, 1987), de profesional investigador del currículo (Stenhouse, 1984), de la investigación-acción (Elliott, 1990), inserta en una investigación colaborativa (Climent y Carrillo, 2002, 2003a,b) y, según Krainer (1999), desde la perspectiva de mejorar su comprensión a través de la caracterización de sus elementos.

Esta investigación se desarrolla dentro del paradigma de la comprensión de la práctica del profesor (Krainer, 1999), y tiene en cuenta la hipótesis de progresión como marco de referencia para la formación del profesorado

(Porlán, 2005) de modo orientativo, de manera que el foco deseable de la formación debe ser definido o consensuado por cada profesor y no impuesto externamente.

Según Shulman (1986a), comprender la enseñanza presupone una comprensión del pensamiento y acción del profesor, siendo esta comprensión plena, de acuerdo con Clark y Peterson (1986), cuando se estudien estos dos dominios en conjunto y cada unos de ellos se examine en relación con el otro. En este sentido, en esta investigación se realiza un análisis cognitivo de la acción del profesor, recurriendo al instrumento de modelización (IM) de la enseñanza, propuesto por Monteiro (2006), que permite analizar en detalle las creencias, conocimientos y objetivos del profesor subyacentes a su actuación, en un contexto particular de enseñanza. Este instrumento de modelización permite abordar el pensamiento del profesor desde sus cogniciones (creencias, conocimientos, objetivos) y la acción desde las secuencias de acciones comprendidas como rutinas, guiones de acción e improvisaciones.

Entiéndase acción como las acciones y/o secuencias de acciones que el profesor implementa, cuando está comprometido con el acto de enseñanza. Sin embargo, esta acción del profesor no tiene correspondencia directa con las conductas observables (conducta como acto físico) porque además de las conductas observables, se añade los significados atribuidos a dichas conductas (Erickson, 1989). De este modo, se tiene que comprender las acciones del profesor no como comportamientos de éste, sino acciones que integran aspectos de la cognición y del contexto específico de la enseñanza.

Con el propósito de establecer las acciones y secuencias de acción implementadas por el profesor, se recurre a entidades teóricas denominadas: rutina, guión de acción o "script"[1] e improvisación. Estas entidades teóricas son las que nos permiten capturar e interpretar los aspectos del pensamiento del profesor (a veces los aspectos más tácitos de la enseñanza) como las creencias, conocimientos y objetivos *en la acción* y, por otro lado, comprender cómo estas cogniciones interactúan entre sí en un contexto particular.

Monteiro (2006) considera que la rutina se corresponde con la estructura básica de una secuencia de acciones que está estandarizada y rutinizada o también una acción única rutinaria, en un contexto particular (Schank y Abelson, 1977, Schoenfeld, 2000, Sherin et al., 2000) e independiente del contenido. Y el guión de acción se corresponde con una secuencia de acciones también estandarizada y rutinizada, en un contexto particular, con dependencia del contenido de ciencias naturales. Esto es, el guión de acción es como una especialización de una rutina pero con una dependencia conceptual (Schank y Abelson, 1977, 1995, Schoenfeld, 2000). Además de las rutinas y guiones de acción, también se pueden entender algunas acciones del profesor como improvisaciones.

[1] La entidad teórica *script* ha surgido en trabajos en el ámbito de la psicología cognitiva y social con Schank y Abelson (1977). Esta entidad teórica *script*, definida como una representación estructurada describiendo una secuencia de eventos estereotipada en un contexto particular, es usada también por Luger (2002) y otros autores en el ámbito de la inteligencia artificial

En este trabajo se destaca específicamente los guiones de acción, porque a través de su análisis crítico se ofrecen pistas para un desarrollo profesional más coherente con las prácticas deseadas.

Metodología

Para comprender la compleja articulación entre pensamiento cognitivo y acción docentes, presentes en el fenómeno de la enseñanza, se ha realizado un estudio de dos casos, enmarcado en una investigación naturalista según Lincoln y Guba (1985). De este modo se han concretado los modelos de enseñanza de dos profesores noveles de enseñanza básica, CM y SS, con respecto a la unidad didáctica *Diversidad de las Plantas*, temática en el ámbito de las ciencias naturales.

Cada modelo de enseñanza se corresponde con una caracterización detallada de las creencias, conocimientos y objetivos *en la acción* (Monteiro, 2006), interactuando conjuntamente, cada vez que el profesor implementa una secuencia de acciones, comprendida por las entidades teóricas guiones de acción, rutinas o improvisaciones, ya mencionadas anteriormente.

Aunque no se ha exigido a los profesores participantes un compromiso sobre su desarrollo profesional, por lo que el contenido del estudio coincide con los propios del pensamiento del profesor, en este trabajo el interés de los investigadores va más allá de la catalogación de las asociaciones establecidas entre cogniciones y acciones del profesor, para trascender a modelos que pueden propiciar avances en estudios sobre desarrollo profesional.

La caracterización detallada de las secuencias de acción, implementadas por ambos profesores, es realizada, después de la transcripción línea a línea de las clases de los profesores, teniendo como base el instrumento de modelización según Monteiro (2006), adaptado del modelo de Schoenfeld (1998a,b, 2000) e incorporando aportaciones de otros autores: Schank y Abelson (1977), Shulman (1986b, 1987), Porlán (1993), Carrillo (1998), Aguirre y Speer (1999), Sherin et al. (2000), Schoenfeld et al. (2000), Zimmerlin y Nelson (2000), Verloop et al. (2001), Climent (2002), entre otros.

Resultados y discusión

Como resultado del proceso de modelización de la enseñanza se han obtenido los dos modelos de enseñanza para cada uno de los profesores. En estos modelos se establecen las creencias, objetivos, conocimientos activados prioritariamente en el contexto, y acciones, interactuando conjuntamente, a lo largo de las doce y quince lecciones de CM y SS, respectivamente. Estos modelos de enseñanza no son generales, sino particulares de cada profesor y específicos del contexto.

En la tabla 1 se presenta la novena secuencia de acciones de la primera lección del profesor CM, con el objetivo de organizar el contenido - *Morfología de las Plantas*, comprendida como un guión de acción, compuesta por tres acciones: [1.9.1.] el profesor dialoga con los alumnos sobre el contenido del organigrama – Morfología de las plantas [1.9.2.] el profesor elabora el organigrama en la pizarra respecto al contenido y

[1.9.3.] el profesor espera que los alumnos pasen el organigrama para sus cuadernos. Como se puede observar en esta figura, inherentemente a esta secuencia de acciones implementada por el profesor CM, se identifican un conjunto de creencias que condicionan estas acciones como por ejemplo el hecho de que la asignatura esté orientada, exclusivamente, hacia la adquisición de conceptos.

[1.9.] *Organización del contenido* – Morfología de las plantas, recurriendo al organigrama (387-415) **Evento desencadenante:** P plantea una cuestión sobre si todas las plantas que han observado en el exterior eran todas iguales. **Creencias:** La asignatura está orientada, exclusivamente, hacia la adquisición de conceptos. El alumno interactúa con la materia y el profesor, siendo el último el intermediario entre ésta y el alumno. La interacción que se produce entre el profesor y el alumno no es equilibrada, siendo más fuerte en la dirección profesor alumno que la inversa. El P organiza los contenidos de aprendizaje, los cuales transmite mediante exposición, utilizando estrategias organizativas, expositivas que procuran ser atractivas. **Objetivo:** Organizar el contenido – Morfología de las plantas, recurriendo al organigrama. **Conocimiento:** Conocimiento Pedagógico General (CPG) – El rol del organigrama y diálogo socrático en la organización del contenido. **Tipo de episodio:** Guión de acción. **Parte de la imagen de la lección:** El tópico - Morfología de las plantas forma parte de la imagen de la lección. **Evento término:** P considera que todos los alumnos han tenido tiempo para copiar el organigrama para sus cuadernos.	[1.9.1.] P dialoga con los alumnos sobre el contenido del organigrama – Morfología de las plantas (387-408) Diálogo socrático (397-408) Objetivo de contenido específico: Morfología de las plantas – raíz, tallo, hoja, flor y fruto. [1.9.2.] P elabora el organigrama en la pizarra respecto al contenido (409-413) Objetivo de contenido específico: Morfología de las plantas – raíz, tallo, hoja, flor y fruto. [1.9.3.] P espera que los alumnos pasen el organigrama para sus cuadernos (414-415)

Tabla 1. Caracterización detallada del guión de acción del profesor CM, según el IM (Monteiro, 2006).

Además, se percibe también que el rol del organigrama y diálogo socrático que se establece entre profesor y alumnos son conocimientos condicionantes de las acciones implementadas por el profesor CM.

Con esta caracterización no se pretende una orientación positivista, en la cual se plantean relaciones del tipo causa-efecto, esto es, no se afirma que la creencia que corresponde al hecho de que el profesor organice los contenidos de aprendizaje, los cuales transmite mediante exposición, utilizando estrategias organizativas/expositivas que procuran ser atractivas, provoca la secuencia de acciones respectiva, sino que esta relación es la que se ha observado y extraído de las acciones implementadas por el profesor CM, en el momento específico de su clase.

Hay que ser consciente de la imposibilidad de aplicar mecanismos de causa-efecto a los complejos fenómenos educativos. Sin embargo, no es menos cierto que la exploración y detección de ciertas relaciones fuertes es una importante contribución a la hora de comprender dichos fenómenos. La obtención, pues, de relaciones fuertes sólo aporta (y ya es mucho) una de las variables a tener en cuenta en la comprensión del fenómeno de enseñanza. Entiéndase variable aquí más como faceta o aspecto que como ente matemático (estadístico).

Del mismo modo que este guión de acción, para abordar la unidad didáctica *Diversidad de las Plantas*, los profesores CM y SS han implementado distintos guiones de acción, que se presentan con una estructura común, en términos cognitivos y mecánicos y se han designado como estructuras de la acción (ver tabla 2).

1. Exposición dialogada del contenido
1.1. Exposición dialogada del contenido, recurriendo a la lectura del libro
1.2. Exposición dialogada del contenido, recurriendo a la corrección del trabajo de casa
1.3. Exposición dialogada del contenido, recurriendo a una actividad de dibujo
1.4. Exposición dialogada del contenido, recurriendo a ejemplar real de planta
2. Exposición dictada del contenido
3. Recapitulación del contenido
3.1. Recapitulación del contenido, recurriendo a la corrección del trabajo de casa
3.2. Recapitulación del contenido, recurriendo a la lectura del libro
3.3. Recapitulación del contenido, recurriendo a una transparencia
3.4. Recapitulación del contenido, recurriendo a la lectura de una ficha informativa
3.5. Recapitulación del contenido, recurriendo a la muestra de ejemplar real de planta
4. Recapitulación dictada del contenido
5.1. Memorización del contenido, recurriendo a una actividad del libro
5.2. Memorización del contenido, recurriendo a una actividad con libro
5.3. Memorización del contenido, recurriendo a una ficha
5.4. Memorización del contenido, recurriendo a una actividad de recogida en el campo
5.5. Memorización del contenido, recurriendo a trabajos con plantas
6.1. Elaboración del contenido, recurriendo a una actividad de registro de observaciones de las plantas, en el campo
6.2. Elaboración del contenido, recurriendo a la actividad de clasificación
6.3. Elaboración del contenido, recurriendo a la actividad de clasificación, en grupo
6.4. Elaboración del contenido, recurriendo a una actividad con libro
6.5. Elaboración del contenido, recurriendo a una actividad de dibujo
7.1. Organización del contenido, recurriendo al organigrama
8.1. Detección previa del contenido, recurriendo a una actividad de dibujo
8.2. Detección previa del contenido, recurriendo a la corrección del trabajo de casa
9.1. Evaluación del contenido, recurriendo al examen
9.2. Evaluación del contenido, recurriendo a la corrección del trabajo de casa
9.3. Evaluación del contenido, recurriendo a cuestiones presentadas oralmente
9.4. Evaluación del contenido, recurriendo a la corrección de una ficha
9.5. Evaluación del contenido, recurriendo al trabajos de los alumnos

Tabla 2. Estructuras de la acción relativas a guiones de acción, resultantes de los modelos de enseñanza de CM y SS (Monteiro, 2006).

Por ejemplo, los guiones de acción usados por CM relativos a la estructura de la acción 7.1. *Organización del contenido, recurriendo al organigrama* el profesor presenta los contenidos simulando su construcción, procurando que las estrategias organizativas sean atractivas al alumno. Los guiones de acción relativos a la estructura de la acción *8.1.,* el diagnóstico que el profesor CM hace con sus alumnos a través del dibujo está basado exclusivamente en los contenidos que, supuestamente, han sido impartidos con anterioridad y por otro lado, el profesor CM usa el diálogo interactivo con sus alumnos sobre el dibujo con el propósito de simular de nuevo la construcción de los contenidos.

Cuando los profesores CM y SS recurren a guiones relativos a las estructura de la acción 1.1. *Exposición dialogada del contenido, recurriendo a la lectura del libro*, presentan la creencia de que la principal fuente de información para el alumno la constituyen el profesor y el libro, entre muchos otros aspectos.

Conclusiones

Muchas de las investigaciones en didáctica de las ciencias tienen como propósito desarrollar un conocimiento base de la enseñanza y, cuando es posible, transformarlo en recomendaciones para la formación inicial y permanente de los profesores. También los resultados obtenidos en la presente investigación se pueden transformar en recomendaciones para la formación del profesorado, porque creemos que pueden contribuir a la mejora de la práctica formativa con respecto a la enseñanza.

De esta investigación se puede concluir que el profesor (o estudiante para profesor) puede aprender a modelizar su propia enseñanza y esta modelización puede ser realizada a través del instrumento de modelización (IM) propuesto por Monteiro (2006), dando la oportunidad al profesor de acceder, conjuntamente, a aspectos de su pensamiento y acción cuando está inmerso en el acto de enseñanza.

La toma de conciencia de los aspectos de su pensamiento, como las creencias, objetivos y conocimientos subyacentes a su actuación, es de crucial importancia a la hora de reflexionar sobre su práctica, esto es, mejorar la comprensión de su estilo de enseñanza. De esta forma, los profesores podrán construir nuevas secuencias de acción o incluso reconstruir sus guiones incorporándoles aspectos más innovadores o deseables, manteniendo su compatibilidad para la acción.

Por ejemplo, los guiones de acción usados por el profesor CM relativos a 7.1., podrían ser enriquecidos si el profesor orientara a sus alumnos a construir ellos mismos sus relaciones conceptuales y las plasmaran en sus propios mapas conceptuales, siguiendo las orientaciones de meta--aprendizaje de Novak y Gowin (1984). También, con respecto al guión de acción relativo a 8.1., en el que CM usa el dibujo para detectar contenidos impartidos anteriormente, podría evolucionar hacia un instrumento útil para detectar ideas previas de los alumnos como el descrito en Barraza (1999) sobre problemas ambientales o en Monteiro y Aguaded (2001) sobre marismas. Además, los dibujos de los alumnos se pueden convertir en una actividad creativa donde sus ideas se puedan transformar en problemas para la investigación en el aula.

De modo general, un profesor, al apoyarse en una enseñanza constructivista y promoviendo la meta-reflexión a través de la investigación-acción, podría transformar sus guiones de acción. En cualquier caso, la propuesta de incorporación de elementos a la práctica de enseñanza del profesor tendrá que pasar por un cuestionamiento y análisis continuo y contextualizado de su enseñanza. Además, la reflexión *en y sobre* la acción (Schön, 1987) y *para* la acción ha de traducirse en la reconstrucción consciente de guiones de acción cada vez mas ricos, flexibles y complejos, por lo tanto, paradójicamente, menos rutinarios. Sin embargo, estos guiones de acción han de conservar la característica funcional para la acción, manteniendo un cierto carácter de estandarización, aunque abierta y reformulable.

Referencias bibliográficas

Aguirre, J. y Speer, N. (1999). Examining the relationship between beliefs and goals in teacher practice. *Journal of Mathematical Behaviour,* 18(3), 327-356.

Barraza, L. (1999). Children's drawings about the environment. *Environmental Education Research,* 5(1), 49-66.

Carrillo, J. (1998). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la matemática y su enseñanza: metodología de la investigación y relaciones.* Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.

Clark, C. y Peterson, P. (1986). Teachers' thought processes. En M. Wittrock (Ed.), *A project of the American Educational Research Association. Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan Publishing Company.

Climent, N. (2002). *El desarrollo profesional del maestro de Primaria respecto de la enseñanza de la matemática. Un estudio de caso.* Tesis Doctoral. Universidad de Huelva.

Climent, N. y Carrillo, J. (2002). Developing and researching professional knowledge with primary teachers. En J. Novotná (Ed.), *European Research in Mathematics Education II, Proceedings of the CERME 2,* (pp.269-280). Praga: Charles University.

Climent, N. y Carrillo, J. (2003a). El desarrollo profesional como práctica reflexiva: una conceptualización a partir del estudio de caso de una maestra. Documento interno. Universidad de Huelva.

Climent, N. y Carrillo, J. (2003b). El dominio compartido de la investigación y el desarrollo profesional. Una experiencia en matemáticas con maestras. *Enseñanza de las Ciencias,* 21(3), 387-404.

Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata.

Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós Educador.

Krainer, K. (1999). Teacher education and investigation into teacher education: A conference as a learning environment. En K. Krainer, F. Goffree, P. Berger (Eds.), *European Research in Mathematics Education. I.III: On Research in Mathematics Teacher Education.* Osnabrueck: Forschunginstitut fuer Mathematikdidaktic.

Lincoln, Y. y Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry.* Newbury Park, CA: Sage Publications.

Luger, G. (2002). *Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving.* Harlow: Pearson Education.

Monteiro, R. (2006). *La enseñanza de las ciencias naturales desde el análisis cognitivo de la acción.* Tesis doctoral. Universidad de Huelva.

Monteiro, R. y Aguaded, S. (2001). Las concepciones de los alumnos de secundaria y enseñanza superior sobre las marismas. Comunicación en el VI

Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona.

Novak, J. y Gowin, B. (1984). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Porlán, R. (1993). *Construtivismo y escuela*. Sevilla: Díada Editora.

Porlán, R. (2005). El conocimiento de los profesores de ciencias: un conocimiento práctico complejo. XI Encontro Nacional de Educação em Ciências. Porto.

Schank, R. y Abelson, R. (1977). *Scripts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Schank, R. y Abelson, R. (1995). Knowledge and memory: the real story. En R. Wyere (Ed.), *Advances in Social Cognition*. Vol. VIII. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Schoenfeld, A. (1998a). On modelling teaching. *Issues in Education*, 4(1), 149-162.

Schoenfeld, A. (1998b). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, 4(1), 1-94.

Schoenfeld, A. (2000). Models of the teaching process. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18(3), 243-261.

Schoenfeld, A., Ministrell, J. y Van Zee, E. (2000). The detailed analysis of an established teacher's non-traditional lesson. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18(3), 281-325.

Schön, D. (1987). *Educating the reflective practitioner.* San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Sherin, M., Sherin, B. y Madanes, R. (2000). Exploring Diverse Accounts of Teacher Knowledge. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18(3), 357-375.

Shulman, L. (1986a). Paradigms and research programs in the study of teaching, a contemporany perspective. En *A project of the American Educational Research Association. Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan Publishing Company.

Shulman, L. (1986b). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum.* Madrid: Morata.

Verloop, N., Driel, J. y Meijer, P. (2001). Teacher knowledge and the knowledge base of teaching. *International Journal of Educational Research*, 35, 441-461.

Zimmerlin, D. y Nelson, M. (2000). The detailed analysis of a beginning teacher carrying out a traditional lesson. *Journal of Mathematical Behaviour*, 18(3), 263-279.

Sobre el concepto de movimiento de Aristóteles

Fernández Durán, E.*, Jiménez Gómez, E. y Solano Martínez, I. ****

*Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada. E-mail: efedu@ugr.es **Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. E-mail: ejimenez@um.es , isolano@um.es

Resumen: Para Aristóteles, el movimiento es principio de la naturaleza, que vincula lo potencial con lo actual. Se confunde con el que fundamenta el dinamismo; pero dista esencialmente de éste, porque no es absoluto ni antecede a la naturaleza; sino que sucede a lo potencial de la misma. Se confunde con el actual cambio, pero éste sucede al de tiempo; mientras que para Aristóteles, el movimiento lo precede. A través de su Física, el concepto de movimiento evoluciona hasta la identidad intrínseca y unívoca. Esta evolución supone una serie de delimitaciones, que sólo son posibles gracias a su magnifica estructura conceptual de las identidades naturales, pues, aún sin datos experimentales, consigue describir los estados de traslación y de rotación, e incluso, seleccionar los de rotación como los únicos con identidad evidente, porque son los únicos que existen.

Palabras clave: Movimiento, definición, delimitación, identidad, estados.

Title: On the aristotelian concept of movement.

Abstract: For Aristotle, the movement is principle of the nature, that ties the potential with the present thing. It is confused with that which bases the dynamism; but it is essentially distinguished of this one, because it isn't absolute or comes before the nature; but it follows the potential of the nature. It is confused with the present change, but this one follows the one of time; whereas for Aristotle, the movement comes before it. Through its Physics, the concept of movement evolves until the intrinsic and univocal identity. This evolution supposes a series of delimitations, that are only possible thanks to his magnificent conceptual structure of the natural identities, then, still without experimental datas, he is able to describe the states of rotation and translation, and, even select those of rotation as the only ones with evident identity, because they are the only ones existing.

Keywords: Movement, definition, delimitation, identity, states.

Introducción

En un primer trabajo (Fernández et al., 2004) se planteó la necesidad de elaborar un concepto de movimiento explícito y determinado, porque ello reportaría grandes ventajas didácticas en la enseñanza. En dicho trabajo se exponían otras dos circunstancias principales. Una era que había una evolución histórica, similar a la evolución mental, y la otra que dicha evolución se apoya en un conocimiento profundo de la estática. También se exponía que había otras dos circunstancias principales que bloqueaban su enseñanza. Una era que el anterior desarrollo era implícito y la otra que toda persona posee información evidente sobre el movimiento,

coordinándose ambas para obstaculizar la explícita y correcta evolución conceptual del movimiento.

En un segundo trabajo (Fernández et al., 2005) se analizaron los primeros conceptos históricos que se conocen sobre el movimiento, que corresponden a los pitagóricos, concretados en la escuela de Megara y en Zenón de Elea. Se exponían sus contradicciones con la información que los sentidos corporales obtienen sobre la materia y la contradicción intrínseca del postulado de partida sobre divisibilidad hasta el infinito del tiempo y el espacio.

En el presente trabajo se trata de hacer explícitas algunas de las ideas que Aristóteles expone en su tratado de Física sobre el movimiento.

Identidad intrínseca del Movimiento según Aristóteles

En su Física Aristóteles (1995) escribe: "*Algunas cosas son por naturaleza, otras por otras causas. Por naturaleza, los animales y sus partes, las plantas y los cuerpos simples como la tierra, el fuego, el aire y el agua, - pues decimos que éstas y otras cosas semejantes son por naturaleza. Todas estas cosas parecen diferenciarse de las que no están constituidas por naturaleza, porque cada una de ellas tiene en sí misma un principio de movimiento y de reposo, sea con respecto al lugar o al aumento o a la disminución o a la alteración. Por el contrario, una cama, una prenda de vestir o cualquier cosa de género semejante, en cuanto que las significamos en cada caso por su nombre y en tanto que son productos del arte, no tienen en sí mismos ninguna tendencia natural al cambio, pero si en cuanto que accidentalmente, están hechas de piedra o de tierra o de una mezcla de ellas, y sólo bajo este respecto, la tienen. Porque la naturaleza es un principio y causa del movimiento o del reposo en la cosa a la que pertenece primariamente y por sí misma, no por accidente*" (pg. 128-129).

De los ejemplos concretos resulta evidente que Aristóteles diferencia las identidades (las cosas) en aquellas que se nombran por su estructura material (naturaleza) y aquellas otras que se nombran por su uso. También es evidente que la materia es principio y causa del movimiento y del reposo, respecto del lugar, el incremento o la alteración.

En las pg. 179 y 180, escribe: "*El movimiento es, pues, la actualidad de lo potencial, cuando al estar actualizándose opera no en cuanto a lo que es en sí mismo, sino en tanto que es movible … como el color no es lo mismo que la cosa visible, es evidente que el movimiento es la actualidad de lo potencial en tanto que potencial*".

Aquí trata de exponer que el movimiento es un principio intrínseco y esencial de la materia, por medio del cual la materia evoluciona. Lo potencial y el lugar de la materia, así como las cantidades y las cualidades de sus componentes, cambian y sus cambios son movimientos en cuanto que están cambiando (son movibles).

En la pg. 182 escribe: "*Una de las razones por las que se piensa que el movimiento es indefinido está en el hecho de que no se lo puede entender en sentido absoluto como una potencialidad o como una actualidad de las cosas; porque ni la cantidad en potencia ni la cantidad en acto se mueven necesariamente. Y se piensa que el movimiento es un cierto acto, aunque incompleto; la razón está en el hecho de que lo potencial, cuya actualidad es precisamente el movimiento, es incompleto*".

En lo anterior queda claro que el movimiento para Aristóteles no es una cualidad de la materia, algo que ésta pueda adoptar o no, como por ejemplo el color; sino que es el principio intrínseco que establece su existir y, en consecuencia, su evolución. Así lo que es actualmente lo potencial de un hombre evoluciona, se mueve, a lo potencial posterior de dicho hombre y también al hombre posterior.

En la pg. 183 escribe: "*Por eso decimos que el movimiento es la actualidad de lo movible en tanto que movible…como por ejemplo, lo que es actualmente un hombre produce un hombre de lo que es un hombre en potencia*".

Insiste de nuevo con un ejemplo, un hombre actual, como movible, está generándose a partir de lo potencial de dicho hombre y, por eso, es movimiento la actualidad de dicho hombre.

En la pg. 253 escribe: "*Por otra parte, todo movimiento es o por violencia o por naturaleza. Pero si hay un movimiento violento, entonces tiene que haber también un movimiento natural (porque el movimiento violento es contrario a la naturaleza y el movimiento contrario a la naturaleza es posterior al que es según la naturaleza, de manera que, si no hubiese un movimiento según la naturaleza en cada uno de los cuerpos naturales no habría tampoco ninguno de los otros movimientos)*".

El movimiento por violencia es lo que en la actualidad se conoce como movimiento en los contextos de física. Es un fenómeno de la materia, que en determinados casos puede subsistir por sí mismo, es decir, constituir estados de dicha materia. Según Aristóteles, los movimientos violentos tienen que estar acompañados de un movimiento natural; pero todo movimiento natural, como actualidad de lo movible de la materia, procede de los cambios en ella. Este concepto de movimiento es diferente del que propugnan los contextos conocidos como física clásica, porque en éstos el movimiento se superpone a la materia, sin que ésta experimente la más mínima alteración.

Se podría pensar que los cambios materiales aristotélicos son los que aparecen en la teoría de la Relatividad; pero nada más lejos de ello, porque los cambios materiales que la Relatividad afirma son consecuencia del movimiento, mientras que el movimiento natural aristotélico es la actualización de los cambios materiales y precede al movimiento violento.

En rigor, la teoría de la Relatividad se fundamenta en la constancia de la velocidad de la luz. Pero el concepto de velocidad de la luz no se basa en información evidente e inmediata a la luz; sino que es una transferencia del concepto de velocidad que se genera en los "movimientos rectilíneos y uniformes" de la materia. A su vez, los movimientos rectilíneos y uniformes o estados de traslación lineal de la materia, son productos mentales que no se dan en la materia (no existen) y son condiciones que se superponen idealmente a las estructuras materiales, porque su regularidad permite su identidad con independencia de la propia materia. El existir de los movimientos rectilíneos y uniformes, es un convenio implícito que se genera como consecuencia de la habituación.

Aún admitiendo el existir de los movimientos rectilíneos y uniformes, queda el problema de la distinción entre masa e inercia. Si se admite que existen los movimientos rectilíneos y uniformes, lo primero que procede es establecer su identidad unívoca con independencia de la materia. Esta identidad unívoca es la que se da con la velocidad, la velocidad areolar y el potencial dinámico. A partir de esta identidad unívoca de los movimientos rectilíneos y uniformes, se otorga identidad a la materia que se mueve con la denominación de inercia. En consecuencia, lo que la teoría de la Relatividad predice son cambios en la inercia de la luz y en la regularidad de su existir como movimiento rectilíneo y uniforme. La aplicación de dichos cambios a la masa y a la regularidad de la materia, es una transferencia retroactiva, que tendría que aniquilarla, porque niega la constancia de su masa y su existir o constancia de su regularidad intrínseca. La aplicación de dichos cambios a los movimientos rectilíneos y uniformes, niega el propio convenio que admite su existir, porque dejan de ser uniformes (regulares).

En la pg. 270 escribe: "*Pero, como lo que está en movimiento se mueve desde algo hacia algo, y toda magnitud es continua, el movimiento sigue a la magnitud. Porque, por ser continua la magnitud, es también continuo el movimiento, y el tiempo es continuo por ser continuo el movimiento (pues siempre parece que la cantidad del tiempo transcurrido es la misma que la del movimiento)*".

Si aquí se sustituyese magnitud por longitud, se podría pensar que Aristóteles se refiere a lo que es el concepto de movimiento actual, como cualidad que se superpone a la materia; pero esto es contrario al pensamiento de Aristóteles. En el concepto actual del movimiento, éste se superpone a la materia, porque se supone que el espacio es una entidad independiente y anterior a la materia. En el pensamiento de Aristóteles, el lugar es un componente intrínseco de la materia, cuyo movimiento genera el espacio. Como la materia es principio y causa del movimiento, también lo serán sus magnitudes y de ahí, que el movimiento siga a la magnitud. Aunque el concepto de continuidad es básico, no es objetivo del presente análisis. Tampoco es objetivo de este análisis el concepto de tiempo, aunque respecto a éste hay que observar que el aristotélico difiere notablemente del actual. Según el

concepto aristotélico de movimiento, el tiempo no puede ser más que la duración de dicho movimiento y de ahí que llegue a afirmar (pg. 271):

"*Porque el tiempo es justamente esto: número del movimiento según el antes y el después*", (pg. 273): "*…el movimiento sigue a una magnitud, y al movimiento, decimos ahora, le sigue el tiempo*", (pg. 277 y 278): "*…así como un movimiento puede ser uno y el mismo una y otra vez, así también puede serlo el tiempo, como un año o una primavera o un otoño…no sólo medimos el movimiento por el tiempo, sino también el tiempo por el movimiento, pues ambos se delimitan entre sí…pues medimos un movimiento por el tiempo y el tiempo por un movimiento…un movimiento sigue a una magnitud y el tiempo sigue a un movimiento, siendo todos cantidades continuas y divisibles: el movimiento tiene estas propiedades porque las tiene la magnitud y el tiempo las tiene porque las tiene el movimiento* ", (pg. 284): "*Es claro que así como es el movimiento, así también es el tiempo, porque si uno y el mismo movimiento se repite alguna vez, el tiempo será también uno y el mismo, y si no, no lo será*", (pg. 285): "*Es claro, entonces, que el tiempo tomado en sí mismo es más bien causa de destrucción que de generación, como ya se dijo antes, porque el cambio es en sí mismo un salir fuera de sí y el tiempo sólo indirectamente es causa de generación y de ser*", (pg. 287): "*…el tiempo es número de un movimiento continuo, no de cualquier clase de movimiento*".

En la pg. 289, escribe: "*Ni la alteración ni el aumento ni la generación son uniformes, sólo lo es el desplazamiento. Por eso se piensa que el tiempo es el movimiento de la esfera, porque por éste son medidos los otros movimientos, y el tiempo por este movimiento*".

En este párrafo pone de manifiesto que su idea de regularidad sólo depende de su idea de desplazamiento, pero no de la alteración ni del aumento ni de la generación. También queda claro que para él, la rotación de la esfera homogénea es el desplazamiento regular que da identidad al tiempo, pues permite medirlo y medir los otros movimientos. Esto no es correcto, porque toda regularidad, ya sea material o sobre la materia, existe o persiste, pudiendo recibir identidad intrínseca.

En la pgs. 307 y 308, escribe: "*…sólo queda la posibilidad de que haya movimiento según la cualidad, la cantidad o el lugar, ya que en cada uno de éstos hay contrarios. Al movimiento cualitativo lo llamamos alteración, pues éste es el nombre común que se le da. Por cualidad no entiendo aquí aquello que está en la sustancia (ya que también de una diferencia específica se dice que es una cualidad), sino esa afección según la cual decimos de una cosa que está afectada o no lo está.*

Para el movimiento cuantitativo no tenemos un nombre común, y según sea el caso lo llamamos <aumento> o <disminución>: un aumento es un movimiento hacia una magnitud completa, y una disminución lo es desde esa magnitud completa.

En cuanto al movimiento local no tenemos nombre común ni tampoco particular para designarlo; lo llamaremos en general <desplazamiento>,…".

A pesar del carácter primario que Aristóteles otorga al movimiento, al suponerlo como intrínseco a la naturaleza (materia) en su descripción, su identidad la hace depender de las cualidades intrínsecas de la materia (movimiento según la cantidad), de cualidades extrínsecas a la materia (movimiento según la cualidad) y de la distribución entre las porciones de materia (movimiento según el lugar).

En la pg. 309 escribe: "*Se dice que una cosa es inmóvil a)…c) cuando por naturaleza está hecha para ser movida y puede serlo, pero no está en movimiento cuando, donde y como tendría que estarlo naturalmente, sólo a esta última clase de inmovilidad llamo <estar en reposo>, pues el <reposo> es lo contrario del movimiento, y es por tanto la privación de movimiento en aquello que puede recibir el movimiento*".

Defiende aquí que el reposo sólo es la inmovilidad de algo que no se mueve, aunque su naturaleza esté acorde con el movimiento. Esta distinción es similar a la que habría que establecer entre la quietud (fenomenología estática) y el reposo, pues éste es el límite inferior con valor nulo, ya sea en la serie de estados de traslación lineal de todo cuerpo ya sea en la serie de sus estados de rotación en torno a sus ejes principales de inercia. Un cuerpo en quietud se identifica por su masa y un cuerpo en reposo se identifica ya sea por su inercia en la traslación ya sea por su inercia en la rotación.

En la pg. 313 escribe: "*Hemos dicho, pues, qué es <junto>, <separado>, <en contacto>, <entre>, <en sucesión>, <contiguo> y <continuo> y a qué clase de cosas pertenece cada una de estas determinaciones*".

Así es como acaba el apartado 3 del libro V, en el que Aristóteles establece la serie: separado, entre, junto, en sucesión, en contacto, contiguo y continuo, para pasar de dos identidades plenamente diferenciadas a su unidad por desaparición de límite que permitía sus identidades con independencia una de la otra. Aristóteles establece este apartado para fundamentar el siguiente que trata de la unidad de los movimientos, que es la propiedad fundamental para la identidad del movimiento y del reposo, como principio que acompaña a la naturaleza (a la materia y a sus estructuras intrínsecas).

En pg. 319 escribe: "*Además, en un sentido distinto de los mencionados, se dice también que un movimiento es uno cuando es uniforme, porque el que no es uniforme no es considerado como uno, sino más bien el que es uniforme, como en el caso de un movimiento rectilíneo, pues lo que no es uniforme es divisible. Pero no parece que haya entre ambos tipos de movimiento más que una diferencia de grado. En todo movimiento puede haber uniformidad y no uniformidad, pues algo puede alterarse uniformemente, o desplazarse en una trayectoria uniforme (por ejemplo, en un círculo o en una línea recta), o aumentar y disminuir de la misma manera. La diferencia de la no-uniformidad de un movimiento se funda en ocasiones en su trayectoria, pues un movimiento no puede ser uniforme si su trayectoria no es una magnitud uniforme (por ejemplo, una línea quebrada, o una espiral o cualquier otra magnitud en la que una parte cualquiera no coincida con otra parte cualquiera). Pero a veces la no-uniformidad no se funda en el <dónde> ni en el <cuándo> ni en el <hacia lo que> del movimiento, sino en el <cómo>, pues en algunos casos el movimiento se diferencia por la rapidez o la lentitud, y cuando su velocidad es la misma se dice que el movimiento es uniforme y cuando no es la misma que no lo es… Por lo tanto, aunque un movimiento no uniforme (como, por ejemplo, el movimiento sobre una línea quebrada) puede ser uno si es continuo, su unidad será menor que la de un movimiento uniforme, y en algo menor hay siempre una mezcla con el contrario*".

Aquí acaba reconociendo, a) que la unidad completa de un movimiento (su identidad unívoca) se establece en dependencia con su uniformidad, que la uniformidad de un movimiento es su regularidad y que ésta se establece a partir de las regularidades geométrica y temporal. También expone que hay movimientos independientes de su geometría y con identidad unívoca; pero no expone por qué son independientes de sus geometrías ni que sus identidades unívocas se deben a la regularidad de sus duraciones. Cuando un fenómeno de la materia posee regularidad existe, porque posee identidad independiente de la propia materia. La rapidez y la lentitud son valoraciones generales de movimientos, que se establecen por comparación con el deseo o con el promedio de la clase de movimientos a la que pertenecen. La comparación de movimientos que poseen identidades intrínsecas similares es el concepto de velocidad. El correr de los animales cuando son perseguidos o perseguidores, son modelos de movimientos regulares y de ahí que se diga que la gacela es muy veloz.

Un movimiento sobre una línea quebrada no puede tener uniformidad geométrica; pero puede tener regularidad temporal (unidad según Aristóteles) que le dará identidad intrínseca, aunque dicha identidad intrínseca no sea unívoca (tenga "mezcla del contrario").

El apartado 10 del libro VI lo dedica a la "Imposibilidad de movimiento de lo indivisible" y acaba escribiendo:

"*Pero ya hemos demostrado antes que esto es imposible, porque el tiempo no está compuesto de <ahoras>, ni una línea de puntos, ni tampoco un movimiento en acto de movimientos ya cumplidos, pues quien afirme lo anterior no hace sino suponer que el movimiento está compuesto de átomos de movimiento, como si el tiempo estuviera compuesto de <ahoras> o la longitud de puntos*" (pg. 383-384).

Aquí antepone las lógicas de las estructuras de los conceptos ideados a la lógica de los conceptos de lo que existe, aunque aquéllos nunca tengan nada que los relacione con lo que existe y éstos sólo sean apariencia de lo que existe. Si existiese algo sin partes, no tendría limitación alguna, porque todo límite procede de una partición. Tampoco emitiría información; porque no podría emitir partículas y no se olería, no se podría dividir en partes y no se degustaría, y no podría absorber ni reflejar ni emitir fotones ni ondas sónicas. Tal algo sin partes es contrario a cualquier concepto de materia; pues éstos proceden de los conjuntos de identidades que la mente establece a partir de la información que recibe por

medio de los sentidos corporales, sin admitir supuestos, convenios o hipótesis. El espacio y el tiempo no son materia, sino las reglas del existir limitado, finito y parcial, de la materia y sus estructuras. Por ello, sus métricas no son intrínsecas; sino extrínsecas, pues sólo pueden ser ejecutadas a partir de la información correspondiente de las cualidades materiales y ésta siempre se obtiene en partes.

En la pg. 461 escribe: "*Hay tres movimientos, uno según la magnitud, otro según la afección y otro según el lugar, y es este último, que llamamos <desplazamiento>, el que tiene que ser el primero*".

El vocablo desplazamiento, con el que el traductor sustituye el vocablo local aristotélico, lleva confundir los movimientos respecto al lugar, que son las traslaciones, las rotaciones y los giros, con las traslaciones puras, porque sólo éstas pueden ser identificadas por el desplazamiento. Esto es lo que afirma en la pg. 396:

"*…ya que hay cuatro formas de desplazamiento de una cosa por otra: tracción, empuje, transporte y rotación, pues todos lo movimientos locales se reducen a éstos*",

donde se ve claramente que movimiento local no puede sustituirse por desplazamiento.

En la pg. 468 está el apartado 8 del libro VIII. La denominación de dicho apartado es "*Sólo el movimiento circular puede ser continuo e infinito*". La frase anterior contiene una intuición asombrosa, que sólo puede quedar de manifiesto si se sustituye el vocablo circular por rotación en torno a un eje principal de inercia, el vocablo continuo se entiende como regular y el de infinito como el existir o persistir por sí mismo, con independencia de todo otro movimiento. La frase anterior sería "SÓLO LAS ROTACIONES EN TORNO A EJES PRINCIPALES DE INERCIA PUEDEN SER REGULARES Y EXISTEN". En efecto, los estados de traslación, que Newton denomina "movimientos rectilíneos y uniformes", no existen porque ningún lugar posee homogeneidad espacial. Por el contrario, las rotaciones constituyen el existir de protones, electrones, núcleos, átomos, planetas, soles, galaxias,…, el universo.

Conclusiones

1.- La primera idea del movimiento que expone Aristóteles es como principio de la naturaleza o de la materia. Esto se aproxima bastante a la corriente ideológica que se denomina dinamismo, pero en ésta, el carácter absoluto y primigenio del movimiento le considera generador de la sustancia, del espacio y del tiempo; mientras que para Aristóteles, el carácter absoluto y primigenio pertenece a la naturaleza, "*como materia primera que subyace en cada cosa que tenga en sí misma un principio de movimiento y de cambio*" (pg. 133), "*Ahora bien, no hay movimiento fuera de las cosas, pues lo que cambia siempre cambia o sustancialmente o cuantitativamente o cualitativamente o localmente, y, como hemos dicho, no hay nada que sea común a tales cambios y no sea un <esto> o una cantidad o una cualidad o alguna de las otras categorías. Así pues, no hay movimiento fuera de los que hemos dicho, ya que no hay ninguno que se encuentre fuera de lo que hemos dicho*". Sin embargo, en ambos el tiempo no es principio absoluto y primigenio "*Pero también en el tiempo hay un antes y un después, pues el tiempo sigue al movimiento*" (pg. 270) y "*Porque el tiempo es justamente esto: número del movimiento según el antes y después*" (pg. 271).

2.- Este concepto de movimiento, que es principio de la naturaleza, incluye tanto a los movimientos como a los cambios, pues el mismo Aristóteles dice *"(de momento no hay ninguna diferencia para nosotros entre decir <movimiento> y decir <cambio>)*" (pg. 268). En este concepto incluye lo que cambia sustancialmente (la generación, la aniquilación), lo que cambia cuantitativamente (el aumento, la disminución), lo que cambia

cualitativamente (la alteración) y lo que cambia localmente (el movimiento local).

3.- Para Aristóteles es fundamental la idea de regularidad, que designa con el vocablo uniformidad: "*Ni la alteración ni el aumento ni la generación son uniformes, sólo lo es el cambio de lugar. Por eso se piensa que el tiempo es el movimiento de la esfera, porque por éste son medidos los otros movimientos, y el tiempo por este movimiento*" (pg. 289), y en ella basa la delimitación del movimiento a la que denomina unidad del movimiento "*…un movimiento es absolutamente uno cuando tiene unidad esencial y numérica…según tres respectos: <lo que> (por ejemplo, un hombre), <en qué> (por ejemplo, en un lugar) y en un <cuando>, pues todo se mueve en el tiempo*. (pg. 315), así como la identidad unívoca del movimiento "*…se dice también, que un movimiento es uno cuando es uniforme…la no-uniformidad de un movimiento se funda en ocasiones en su trayectoria*" (pg. 319). También basa, en la idea de regularidad el concepto de velocidad, pues ésta aparece como coincidencia de la regularidad espacial con la temporal: "*Pero a veces la no-uniformidad no se funda en el <dónde> ni en el <cuándo>ni el <hacia lo que> del movimiento, sino en el <cómo>, pues en algunos casos el movimiento se diferencia por la rapidez o la lentitud, y cuando su velocidad es la misma se dice que el movimiento es uniforme…*" (pg. 319).

4.- Para Aristóteles el movimiento, el tiempo y el espacio, como identidades no materiales, poseen divisibilidad hasta el infinito; pero los ejemplos concretos, en cuanto que están asociados a la materia, son numerables. Así de la aporía de Aquiles escribe "*…es falso pensar que el que va delante no puede ser alcanzado; ciertamente, no será alcanzado mientras vaya delante, pero será alcanzado si se admite que la distancia a recorrer es finita*" (pg. 378). Respecto de la pretendida detención de la flecha que vuela escribe "*Esta conclusión sólo se sigue si se admite que el tiempo está compuesto de <ahoras>, pero si no se lo admite la conclusión no se sigue*" (pg. 378). Respecto de la aporía que concluye que un tiempo es igual a su mitad escribe "*El paralogismo está en pensar que un cuerpo ocupa* (emplea) *un tiempo igual en pasar con igual velocidad a un cuerpo que está en movimiento y a otro de igual magnitud* (longitud) *que está en reposo; pero esto es falso*" (pg. 379).

5.- Aristóteles separa los cambios de los movimientos. "*Pero, si esto es así, la generación no puede ser un movimiento, ya que en ella hay un no-ser que llega a ser. Porque, aunque sea más bien por accidente que lo que no es llega a ser, se puede decir con verdad que el no-ser pertenece a aquello que llega a ser en sentido absoluto. Y de la misma manera el no-ser tampoco puede estar en reposo. Tales son las dificultades que se siguen si se supone que el no-ser tiene movimiento. Y, además, si todo lo movido está en un lugar, el no-ser tendría que estar en alguna parte, pero no puede estar en un lugar*.

Tampoco la destrucción es un movimiento, pues lo contrario de un movimiento es otro movimiento o el reposo, mientras que la destrucción es lo contrario de la generación.

…se sigue entonces que sólo el cambio que sea de un sujeto a un sujeto puede ser un movimiento… tiene que haber entonces necesariamente tres clases de movimientos: el cualitativo, el cuantitativo y el local" (pg. 303).

6.- Entre todos los movimientos selecciona como principal el movimiento local: *"…porque el movimiento más común y principal, aquel que llamamos "local" es un movimiento con respecto al lugar*" (pg. 221). "*Hablemos primero del movimiento local, pues éste es el primer movimiento*". Sólo admite cuatro clases de movimiento local "*…tracción, empuje, transporte y rotación, pues todos los movimientos locales se reducen a éstos*" (pg. 396). Acaba reduciéndolos a la tracción y el empuje "*Hay que referir a esos cuatro todos los demás movimientos locales, pues todos se reducen a ellos. Y de esos cuatro, también el transporte y la rotación se reducen a la tracción y el empuje*" (pg. 397).

7.- Su idea de velocidad sólo está asociada a la simultaneidad de los movimientos locales "*y si decimos que dos cosas se mueven a la misma velocidad cuando en un tiempo igual se mueven sobre una distancia igual, entonces una distancia circular podría ser igual o mayor o menor que una recta*". (pg. 406); pero no a los de alteración "*…una alteración sería igual que un movimiento local, si en un tiempo igual una cosa se hubiese alterado y la otra desplazado; una afección sería entonces igual a una longitud. Pero esto es imposible…Ahora una afección no es igual a una longitud. Luego una alteración no puede ser igual o menor que un movimiento local*" (pg. 406-407). Sin embargo, su idea de velocidad es mucho más específica que la coincidencia de regularidad entre la distancia y el tiempo: "*Pero, entonces, si dos cosas se mueven a la misma velocidad cuando en un tiempo igual ambas recorren longitudes iguales, tendremos que admitir que un desplazamiento rectilíneo sería igual a otro circular. ¿Por qué razón? Pero si la recta y el círculo tienen especies, también los cambios de lugar sobre ellas tendrán especies*" (pg. 410).

El presente trabajo ha sido financiado por la DGICYT como parte del proyecto BSO2001-0496 del Programa de Promoción General del Conocimiento.

Referencias bibliográficas

Aristóteles (1995). *Física*. Madrid: Gredos.

Fernández, E., Jiménez, E. y Solano, I. (2004). Sobre el concepto de movimiento. En P. Díaz Palacio y otros (Ed.), *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea* (pp. 515-520). San Sebastián: Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

Fernández, E., Solano, I. y Jiménez, E. (2005). Las conceptuaciones del movimiento. Enseñanza de las Ciencias, Nº Extra.

Biografía de Dalton y sus implicaciones didácticas

Soledad Esteban Santos

Dpto. Química Orgánica y Bio-Orgánica – Facultad de Ciencias – UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) – c/ Senda del Rey, 9 – 28040 Madrid e mail: sesteban@ccia.uned.es

Resumen: La teoría atómica moderna constituye uno de los momentos clave en la evolución de la ciencia, por lo que aparece en todos los programas de química de educación secundaria. El estudio de su elaboración por Dalton ayudará a los alumnos a comprender mejor ciertos conceptos básicos en química, como son las leyes fundamentales, la estequiometría o el concepto de átomo y molécula. Pero, sobre todo, puede resultar un claro ejemplo de construcción del conocimiento en la ciencia, al mostrar el desarrollo del método científico en sus sucesivas etapas de interrelación teoría-experimentación-teoría. Por otra parte, ciertos aspectos de la biografía de Dalton ofrecen la posibilidad de realizar en el aula conexiones ciencia-tecnología-sociedad, al permitir percibir la influencia de ciertos factores sociales en la formación científica de este gran químico inglés.

Palabras clave: Dalton, teoría atómica, biografía, historia.

Title: Dalton's biography and its didactic implications

Abstract: The modern atomic theory is a key moment in the evolution of science. Thus, normally it appears in all programmes of secondary school chemistry. The study of its elaboration by Dalton can help students to better understand some basic concepts in chemistry, such as fundamental laws, stoichiometry or the concepts of atom and molecule. But, mainly, it can be a clear example of science knowledge building. It shows how the scientific method develops in different steps by means of the interrelation theory-experiment-theory. On the other hand, some aspects of Dalton´s biography offer the possibility of doing a science-technology-society approach in the classroom, since it allows perceiving the influence of determined social factors in the scientific training of this great English chemist.

Key words: Dalton, atomic theory, biography, history.

Introducción

El siglo XIX significa para la química adentrarse en las diversas vías abiertas tras la revolución química que, personificada en la figura de Lavoisier, se ha producido en los últimos años del siglo precedente. La nueva idea de elemento, la confirmación del principio de conservación de la masa en las reacciones químicas, la necesidad de una nueva nomenclatura y la realización del trabajo experimental cuidando la precisión y los aspectos

cuantitativos son las algunas de las más importantes aportaciones de la nueva química. Todo ello va a permitir otro gran avance en esta ciencia, la elaboración de la moderna teoría atómica, de la que fue autor el gran químico inglés John Dalton.

Objetivo

Analizar la elaboración de la teoría atómica de Dalton desde un punto de vista histórico para adentrarnos después en sus posibles implicaciones didácticas, a la hora de estudiar dicha teoría dentro de los programas tradicionales de química de educación secundaria.

Desarrollo

Con Lavoisier se da plenamente el salto a la química cuantitativa. Con esta premisa sus seguidores se lanzan al análisis de gran cantidad de sustancias para comprobar si eran elementos o compuestos y se multiplican los estudios sobre muy distintas reacciones químicas. Mediante los numerosos trabajos cuantitativos sobre la composición de las combinaciones químicas se habían establecido las llamadas leyes ponderales de la química, que se concretan en:

- Ley de las proporciones definidas (o también de la composición constante): *"Cuando dos o más elementos se combinan para formar un compuesto determinado, lo hacen siempre en una relación ponderal constante, independientemente del proceso seguido para formar dicho compuesto."* En 1799 el francés Louis-Joseph Proust (1754-1826) enuncia esta ley, por lo que también se conoce como ley de Proust.

- Ley de las proporciones múltiples: *"Cuando dos elementos se combinan entre sí para formar más de un compuesto, los pesos del elemento que se combina con un peso fijo del otro están en la relación de números enteros pequeños".* Fue el mismo Dalton quien en 1804 formula esta ley.

Por otra parte, hay que tener también en cuenta la ley de conservación de la masa, según la cual "*la materia ni se crea ni se destruye, sólo se transforma"*.

Sin embargo, no se había dado una explicación satisfactoria a la razón de este comportamiento de la materia**.** Es en este aspecto, muy a principios del siglo XIX, cuando entra en escena la inteligencia y la imaginación de Dalton para integrar esas leyes ponderales en una teoría que las explicara. Su punto de partida fue la idea de la constitución atómica de la materia de los griegos, con un razonamiento muy sencillo: esas leyes se podían explicar considerando que un compuesto determinado se formaba por la unión de siempre el mismo número de átomos de cada uno de los elementos que integraban ese compuesto y que cada tipo de átomos tenía un peso constante.

No obstante, antes de profundizar en esta teoría es conveniente -y casi necesario- conocer algunos datos de la historia de Dalton, su creador, desde una perspectiva personal y humana, lo cual ayudará a contemplarlo desde una perspectiva científica y a comprender cómo construyó esa teoría.

Notas biográficas de Dalton

John Dalton (1766-1844) nació en Inglaterra, en la ciudad de Eaglesfield (Cumberland), en una humilde familia de cuáqueros artesanos, ya que su padre era tejedor. Ese aspecto religioso del ambiente de Dalton es muy de tener en cuenta, pues constituye probablemente una de las causas finales de su trayectoria científica. Los miembros de la sociedad cuáquera rechazaban la enseñanza oficial, pero tenían un sistema educativo propio que resultaba mejor, sumamente cuidado y estructurado. Dalton estudió así tanto disciplinas de tipo humanístico (griego, latín, francés o filosofía), como ciencias y matemáticas (Brock, 1992).

Desde muy joven se interesó por la filosofía natural de Newton, por la geometría y también por la meteorología. Pero, ante todo, era un gran docente: sintió y practicó la enseñanza desde muy joven, a los 15 años, y en realidad continuó con esa actividad toda su existencia. Tras vivir en varios puntos de Inglaterra, fijó en 1793 su residencia en Manchester, donde comenzó a trabajar como profesor en el New College, antiguamente Academia Warrington, la academia disidente en la que también había enseñado otro importante químico ingles, John Priestley (1733-1804). En Manchester, asimismo, conoció al que después fuera un físico notable, James Prescott Joule (1818-1889), al que daba clases particulares, labor que cuando dejó el New College compaginaba con su trabajo como asesor industrial y con sus actividades en investigación científica. Los resultados de estas últimas los presentaba en forma de artículos y de conferencias en la *Literary and Philosophical Society* de Manchester, de la que primero fue secretario y después presidente, hasta el fin de sus días.

A lo largo de su vida consiguió el éxito dentro del mundo científico, como lo demuestran los títulos honoríficos concedidos por algunas universidades (como Oxford y Edimburgo) y el reconocimiento póstumo del mismo gobierno de su país, en plena época victoriana.

Investigaciones de Dalton hacia la teoría atómica

A través de la lectura de los *Principia* de Newton había conocido las teorías de éste, así como las de Boyle. Esta formación es muy importante para comprender su labor científica, lo mismo que su interés por la meteorología (Ihde, 1984). Esta última le llevó a estudiar el aire y su composición y a analizar todas leyes de los gases sobre su comportamiento físico (ley de Boyle y ley de la dilatación de los gases). Debido a que el vapor de agua de la atmósfera se precipitaba como lluvia o se condensaba como rocío, pensó que ese vapor de agua se hallaría disperso entre las demás partículas de aire. Esto le llevó a opinar, contrariamente a muchos otros científicos, que de la misma manera todos los otros gases atmosféricos estarían mezclados y no se combinarían químicamente entre sí. Imaginó que las partículas de esos gases -oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua- no se combinaban porque entre ellas habría unas fuertes repulsiones, debidas a su vez a una especie de envoltura de calor que rodeaba a esas partículas. Se trataba del “calórico”, concepto manifestado ya anteriormente por Lavoisier. Estas ideas y sus trabajos experimentales le condujeron a enunciar la *ley de Dalton* o *ley de las presiones parciales de los gases*: en las mezclas de gases todos los

constituyentes se comportan como si cada uno estuviera solo ocupando todo el espacio que ocupa esa mezcla, con lo que la presión total de la misma es la suma de las presiones parciales de cada uno de esos gases.

Con esta ley explicaba también por qué los gases del aire no se estratificaban en orden de densidades, sino que constituían una mezcla homogénea. Pero cuando en 1803 su amigo el industrial y científico inglés William Henry (1774-1836) descubre que la solubilidad de un gas, a una temperatura determinada, depende de la presión (*ley de Henry*) y que los gases tienen distinta solubilidad en el agua, Dalton se pregunta el porqué. Y supone que la solubilidad de los gases va a depender del tamaño y del peso de sus partículas.

Construcción de la teoría atómica moderna

El interés por el tamaño de las partículas va a ser una cuestión fundamental en las ideas de Dalton para su teoría atómica: le lleva a determinar los *pesos relativos* de las partículas de los gases porque con ese dato y el de la densidad llegaba fácilmente al obtener el tamaño. Es decir, Dalton introduce la idea de átomos con peso. Por otra parte, el 21 de octubre de 1803 da una conferencia ante la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester, uniendo estas ideas a las que le llevarían a enunciar poco después, en 1804, *la ley de las proporciones múltiples*. Ésta es una fecha memorable, ya que entonces desarrolla brevemente las bases de su teoría atómica. Intenta dar una explicación a todas esas observaciones experimentales recurriendo a una teoría. Vuelve al átomo, pero no en el sentido del "atómo" de los griegos ni en el de la "partícula" de Boyle: ese algo que antes se llamaba átomo o partícula sin concretar lo que era, va a tener ahora un sentido mucho más preciso. Dalton parte de *tres premisas*:

1.- Toda la materia está compuesta por átomos sólidos, indivisibles e incompresibles, rodeados por una atmósfera de calor.

2.- Los átomos son indestructibles, por lo que conservan su identidad en cualquier reacción química. Así justifica la ley de conservación de la masa.

3.- Los átomos de cada elemento son iguales entre sí, pero diferentes a los de los demás elementos. Habría así tantos átomos diferentes como elementos.

Con ello proporcionaba un modelo que también justificaba la ley de la composición constante de las combinaciones químicas y además la ley de las proporciones múltiples, porque para Dalton las *reacciones químicas* se interpretarían como *una reorganización de los átomos en unas nuevas agrupaciones sin que los átomos sufriesen ninguna alteración*.

Estas ideas le proporcionaban además una excelente base teórica para justificar la determinación de los pesos relativos de los átomos, mediante su comparación en el laboratorio con el peso de otro átomo tomado como unidad (que fue el hidrógeno, por tratarse de la sustancia más ligera de todas las conocidas). Comenzó así a calcular pesos atómicos, publicando su primera tabla con los pesos atómicos relativos de seis elementos en 1805, en una memoria de la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester.

Los átomos de los epicúreos estaban constituidos por el mismo tipo de materia, aunque con distinta forma. Ahora los átomos *ya eran algo real*, y no sólo un ente teórico, puesto que *tenían un peso determinado que podía calcularse experimentalmente.*

Todas estas ideas fueron recogidas en el libro de Dalton *A new System of Chemical Philosophy*, cuya primera parte fue publicada en 1808 y la segunda en 1810. Se da la nota curiosa que estas publicaciones dieron origen a una *disputa* científica, ya que el científico irlandés William Higgins (1762-1825) acusó a Dalton de "robarle" sus ideas sobre el atomismo, expuestas en su obra *A comparative view of the phlogiston and antiphlogiston theories*, publicada en 1789 (Partington, 1945).

Por otra parte, Dalton, siguiendo un principio de máxima simplicidad en la composición, suponía que las "moléculas" de los elementos gaseosos estaban formados por un solo átomo (H, O, N,...) y las de compuestos tan corrientes como el agua o el amoniaco, sólo por dos (HO, NH, ...). Pero esta simplificación, aparentemente tan útil, tuvo consecuencias negativas muy importantes, entre otras que era incapaz de explicar la ley de los volúmenes de combinación de Gay-Lussac.

Dalton y la ley de volúmenes de combinación

Con su teoría atómica Dalton explicó las leyes ponderales. Pero, ¿qué ocurría con la ley de los volúmenes de combinación enunciada por Gay-Lussac? El químico francés Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) había enunciado esta ley en 1805, como resultado de sus experimentos sobre reacciones en las que todos los reaccionantes y productos eran gases. Se puede sintetizar así:

"En cualquier reacción química en estado gaseoso los volúmenes de todas las sustancias que intervienen en la misma están en una relación de números enteros sencillos (medidos los volúmenes en idénticas condiciones de presión y temperatura)".

Llevaba implícita en el fondo una idea, la de que volúmenes de gases en idénticas condiciones de presión y temperatura deberían contener igual número de partículas o un múltiplo sencillo de las mismas. Y, por ejemplo, si dos volúmenes de hidrógeno reaccionaban con uno de oxígeno dando dos de agua, esta proporción suponía que los átomos del gas oxígeno tendrían que dividirse:

2 volum. Hidrógeno + 1 volum. Oxígeno = 2 volum. Agua		
2n H	n O	2n HO

Como según sus mismas premisas los átomos eran indivisibles, Dalton negó los resultados experimentales de Gay-Lussac, aduciendo sencillamente que eran erróneos. Y entonces su postura fue la de ignorar esta ley, darle la espalda. Pero en realidad fue una falta de Dalton, quien intentando simplificar tanto las cosas, dejó imprecisa la noción de molécula y supuso unas fórmulas que resultaron falsas.

El "complemento" de la teoría atómica: principio de Avogadro

Esos resultados experimentales hallados por Gay-Lussac, aparentemente anómalos, no pudieron ser interpretados hasta que Avogadro emitió su célebre hipótesis, conocida actualmente como *principio de Avogadro*. Amadeo Avogadro (1776-1856), que tenía el título nobiliario de conde, era un físico italiano, profesor en la Universidad de Turín. Supuso que en los gases correspondientes a elementos las últimas partículas no eran átomos aislados sino agregados de átomos, generalmente dos. Y dio ese nombre de *moléculas*, que significa "pequeños moles", es decir, pequeñas masas. Sugirió que volúmenes iguales de gases, en las mismas condiciones de presión y temperatura, existen igual número de moléculas. Expuso esta hipótesis en 1811 y, curiosamente, sólo tres años después, en 1814, llega a la misma conclusión de forma independiente otro científico, André Marie Ampère (1775-1863). De momento no fue acogida esta hipótesis con ningún entusiasmo, más bien con escepticismo, puesto que esa idea del número átomos constitutivos de las moléculas de ciertas sustancias (H_2, O_2, H_2O, NH_3...) contradecía las tesis de Dalton. Lo cual también era debido a que la noción de átomo y de molécula no estaba muy clara (Mierrzecki, 1981). Sin embargo, con estos nuevos supuestos se podía interpretar perfectamente la ley de volúmenes de combinación.

Quedó su hipótesis arrinconada y Avogadro olvidado hasta que casi cincuenta años después, en 1858, el también italiano Cannizzaro publica sus cálculos de pesos atómicos determinados tomando como base de trabajo esta hipótesis. Stanislao Cannizzaro (1826-1910), químico orgánico, profesor en las Universidades de Génova y de Roma, expone sus ideas sobre los pesos atómicos en famoso *Congreso de Karlsruhe* (1860), llamado así por haberse celebrado en esta ciudad alemana, congreso que marcó un momento clave en la historia de la química. Esos pesos resultaron más acordes con otras evidencias experimentales: eran pesos atómicos "correctos", lo que probó la validez de la hipótesis de Avogadro que quedó así convertida en un principio o ley (Rocke, 1984).

Otros trabajos científicos de Dalton

Tal vez el primer tema científico que atrajo la atención de Dalton fue el estudio del defecto de la visión consistente en la incapacidad de distinguir los colores (por lo que en su honor, se le llamó *daltonismo*). Al menos este trabajo fue precisamente objeto de su primera conferencia, en 1794, ante la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester. En cuanto a las reacciones químicas es interesante señalar que no atendió al problema de la afinidad, que tanto interesaba a los científicos. Es como si sólo le hubiera importado interpretar "externamente" las regularidades observadas en los análisis cuantitativos de las combinaciones químicas, pero sin adentrarse en la causa final de las reacciones químicas que implicaban.

Dalton también profundizó en el tema de la *nomenclatura química*. Fue el primero en utilizar un símbolo para representar cada elemento distinto, con lo cual los compuestos vendrían expresados por la yuxtaposición de los símbolos correspondientes. Estos símbolos tenían un significado muy diferente al de los símbolos de los alquimistas, que representaban las sustancias sin hacer distinción de los elementos integrantes. Lavoisier en su

trabajo sobre la nomenclatura química ya había señalado la necesidad de un cambio en este sentido. Dalton llegó a simbolizar 20 elementos y 17 compuestos (Figura 1).

Con su nueva nomenclatura, Dalton pretendía hacer que la expresión de una reacción química fuese mucho más cómoda, ya que permitía visualizarla. Pero por otra parte implicaba bastante dificultad a los tipógrafos a la hora de imprimir esos símbolos y, además, iban resultando confusos a medida que se iban descubriendo nuevos elementos. Por ello, surgieron otros símbolos que si bien tenían el mismo significado de fondo, de forma eran muy distintos. Fueron ideados por uno de los químicos de mayor trascendencia, no sólo en ese el siglo XIX, sino en toda la historia de la química, Jöns Jacob Berzelius (1779-1848).

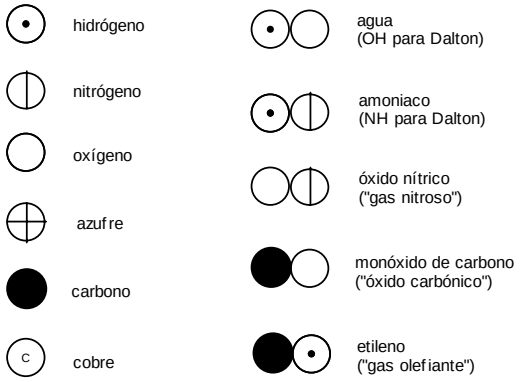


Figura 1.- Algunas representaciones según la simbología de Dalton

No obstante, la obra cumbre de Dalton para la historia de la ciencia es sin duda la elaboración de la teoría atómica moderna que, a su vez, tuvo como soporte el descubrimiento experimental de las relaciones cuantitativas entre los elementos cuando éstos reaccionaban entre sí para formar una combinación química. Se trataba, en definitiva, de los estudios empíricos que condujeron al enunciado de las bases de la estequiometría y de las leyes de combinación. Todas ellas fueron interpretadas, analizadas y unificadas por una mente con tan gran capacidad de síntesis como la de Dalton (Esteban, 2001).

Conclusiones

Todo este proceso de elaboración por Dalton de la teoría atómica puede contribuir a que los alumnos comprendan mejor las leyes de combinación y cómo se va construyendo el conocimiento científico.

Además, resulta un claro ejemplo del desarrollo del *método científico*, en sus etapas consecutivas: interpretación con esta teoría de las leyes ponderales, pero incapacidad de la misma para explicar con esta teoría la ley de volúmenes de combinación, planteamiento de un nuevo supuesto, la hipótesis de Avogadro (con la que sí se interpretaba esta última ley) y comprobación de la misma con la obtención experimental de nuevos datos de pesos atómicos por Cannizzaro. En definitiva, es una visualización del proceso dialéctico experimentación-teoría-experimentación.

En cuanto a la biografía de Dalton, a través de su vida pueden realizarse en el aula interesantes *conexiones ciencia-tecnología-sociedad*. Tales son el análisis de cómo en su formación científica las estructuras sociales -en este caso las religiosas- han orientado notablemente la educación y, tal vez, la vocación científica de uno de los personajes clave en la historia de la química, ya que la religión condicionó, en cierto modo, su papel en la ciencia. Por otra parte, el nuevo tipo de sociedad produjo nuevas clases sociales, con nuevas necesidades educativas, pues aparece una clase media industrial sin muchos problemas económicos, que pudo costearse sin mucha dificultad las clases particulares que demandaba, en este caso, las de Dalton.

Referencias bibliográficas

Brock, W.H. (1992). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.

Esteban Santos, S. (2001). *Introducción a la Historia de la Química*. Madrid: Ed. UNED.

Ihde, J.I. (1984). *The Development of Modern Chemistry*. New York: Dover Publications, Inc.

Mierrzecki, R. (1981). Dalton´s atoms or Dalton´s molecules? Journal of Chemical Education, 58, 1006-1008.

Partington, J.R. (1945). *Historia de la Química*. Madrid: Espasa-Calpe.

Rocke, A.J. (1984). *Chemical Atomism in the Nineteenth Century. From Dalton to Cannizzaro*. Ohio: Ohio State University Press.

Uso de la plataforma educativa “Moodle” en la enseñanza de la Ingeniería Química

Francisco Jarabo, Francisco J. García y Mª del Cristo Marrero

Dpto. de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica.Universidad de La Laguna. 38200 La Laguna (S/C de Tenerife). España. fjarabo@ull.es, frgarcia@ull.es, mcmhdez@ull.es

Resumen: Se desarrolla una experiencia aplicada a la asignatura Experimentación en Ingeniería Química (I), de 2º curso, primer ciclo, del título de Ingeniero Químico (plan 2001) de la Universidad de La Laguna. Se presentan algunos ejemplos del uso del entorno virtual *Moodle* dirigidos a diversificar la ayuda al trabajo de los estudiantes en procesos de enseñanza y aprendizaje presenciales, aplicados a la Ingeniería Química. Se propone la discusión de algunas ideas sobre la plataforma Moodle y sobre la incorporación de las TICs a la docencia universitaria, así como mejorar las formas de tutorización, seguimiento y apoyo al trabajo de los alumnos. Todo ello con el objetivo más amplio de favorecer en ellos una mayor autonomía en su aprendizaje.

Palabras clave: Recursos didácticos, Tecnologías de la información y las comunicaciones, Plataformas de teleformación.

Title: The use of the education platform “Moodle” in Chemical Engineering teaching

Abstract: An experience has been developed and applied to the subject of Laboratory in Chemical Engineering (I), on the second year in the first cycle of Chemical Engineering degree (syllabus 2001) in the University of La Laguna. There are presented some examples of the use of the *Moodle* virtual environment, addressed to diversify work help to the students in the process of attendance learning, and applied to Chemical Engineering. We propose the discussion of some ideas about the Moodle platform and dealing with the incorporation of the information and communication technologies (ICT) to the university teaching with the objective to improve tutorial work and with the intention to support the efforts and work of students. The ultimate objective we pretend to achieve is that the students are autonomous enough in their learning.

Keywords: Didactic resources, Virtual teaching, Information and communication Technologies (ICT), Teleformation platforms.

Introducción

La universidad española está siendo sometida a importantes cambios para intentar que el aprendizaje sea el eje fundamental del proceso docente, de tal forma que cobren mayor importancia las actividades que deben realizar los estudiantes para adquirir una instrucción adecuada. Estos cambios llevan consigo una redefinición de la labor docente del profesor universitario (Rubio y otros, 1999) y para lograrlos se considera que las

nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son las herramientas adecuadas para la renovación pedagógica en el entorno universitario. Se comprende así la generalización del uso de las TIC en el proceso docente, la consolidación del concepto de “campus virtual” y el impulso de variadas iniciativas de docencia semipresencial.

Los contenidos son el fundamento principal del éxito de la aplicación de las TIC al ámbito educativo. Según el estudio “E-Learning Power Player, 2003" (González, 2001), en una segunda etapa de la “enseñanza electrónica”, posterior a la etapa de su despegue, las instituciones demandarán ofertas integrales de plataformas, contenidos y servicios globales; sin embargo, una vez consolidada la tecnología y los estándares, los protagonistas serán los contenidos.

Hasta el momento existe una oferta muy pobre de contenidos específicos y la mayoría con poca calidad en su adaptación al medio. Generalmente se trasladan a Internet los contenidos formativos ya existentes en formato convencional de forma directa (texto simple o “plano”), se añaden unos enlaces complementarios y una dirección de correo electrónico para realizar tutorías y se les etiqueta como “asignaturas en línea”, en el caso más favorable (a veces incluso se les denomina “cursos”). Pero diseñar contenidos para formación en línea es algo más que pegar contenidos en la red; es imprescindible adecuar los contenidos al medio. Es evidente que si el soporte y el sistema son distintos, al menos la forma de exponer los contenidos debe ser distinta. No hay mucha información sobre cómo ha de ser, pero la experiencia y el sentido común indican que deben basarse en la calidad y ajustarse a ciertos criterios.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones influyen en los dos aspectos de la educación: la enseñanza y el aprendizaje. Y lo hacen principalmente de tres maneras: en el modo de presentar la información, en la interacción de los alumnos con el medio y a través del medio y en la forma en que el conocimiento está estructurado dentro del propio medio.

Nuestro equipo de trabajo ya había realizado estudios previos sobre tecnologías de la información y había acumulado una amplia experiencia en el campo de los desarrollos didácticos. Todo ello hizo que se dispusiese de las bases de conocimiento adecuadas para abordar un proyecto sobre el desarrollo de contenidos utilizando tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en el ámbito universitario, centrando la investigación en el área de la Ingeniería Química, con el fin de lograr los objetivos anteriormente enumerados, ya que comenzaba a disponerse de las herramientas que permitían el diseño de un sistema abierto a las modificaciones, obteniendo un material hecho a medida de las necesidades, de forma mucho más sencilla y barata de lo que se hubiese podido realizar nunca antes (García y otros, 2005; Jarabo y otros, 2005).

Posteriormente, en el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica de la Universidad de La Laguna se implantó una plataforma educativa virtual, *Moodle* (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment; Entorno de Aprendizaje Dinámico Modular Orientado a Objetos), en el curso 2004-05, en la cual han venido participando varias asignaturas correspondientes a diferentes titulaciones responsabilidad del departamento. La iniciativa surgió a partir de la participación de varios de

profesores del departamento en el curso "Elaboración de *web* para la docencia universitaria", impartido por el Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de La Laguna (EdULLab), dentro del III Plan de Formación en Nuevas Tecnologías destinado al profesorado de la Universidad de La Laguna, en septiembre de 2004.

A comienzos del curso 2004/2005 se instaló un servidor en el Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica (http://singqui.ull.es/moodle/) desde el que se presta servicio a los profesores del departamento para que puedan utilizar la plataforma educativa Moodle en sus asignaturas, garantizando la estabilidad del sistema, así como la accesibilidad y un servicio ininterrumpido a los usuarios del sistema, profesores y alumnos.

Durante la implantación de los nuevos planes de estudio se han producido ciertos desfases temporales entre la impartición de las clases teóricas y los períodos de prácticas de laboratorio, que están obligando a abordar los contenidos prácticos de las asignaturas sin los necesarios conocimientos teóricos previos por parte del alumnado. En este contexto se afrontó la experiencia de rediseñar el material escrito con ayuda del cual se han venido realizando algunas prácticas del área de Ingeniería Química, adaptándolo no sólo a las nuevas circunstancias académicas, sino también a las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. En todos los casos se trata de instalaciones experimentales ya existentes y utilizadas durante muchos años, que no ha sido necesario modificar; los manuales, en cambio, se han modificado previendo las circunstancias que el alumno tenga que realizar la práctica antes de estudiar el tema teórico correspondiente, lo que cada vez resulta más frecuente.

Así pues, contemplando estos planteamientos, se ha desarrollado una experiencia aplicada a la asignatura Experimentación en Ingeniería Química (I), de 2º curso, troncal de primer ciclo, del título de Ingeniero Químico (plan 2001) de la Universidad de La Laguna. Se han elaborado los contenidos necesarios y se han utilizado éstos sobre la plataforma educativa *Moodle*.

Diseño del recurso didáctico

Para la asignatura Experimentación en Ingeniería Química (I) se han planteado los siguientes objetivos formativos generales:

a) Educar a los estudiantes en las destrezas pertinentes al diseño y realización de experimentos, así como en el análisis e interpretación de datos.

b) Suministrar oportunidades para desarrollar destrezas de trabajo en equipo y aprecio por el método experimental.

c) Desarrollar destrezas para la comunicación escrita de informes técnicos.

Estos objetivos pretenden conseguirse desarrollando un programa de contenidos con los siguientes temas:

1) Medidas, unidades y representaciones

2) Balance de materia en régimen no estacionario

3) Estimación de la viscosidad de un líquido

4) Balance de energía en un diafragma

5) Estimación de la conductividad térmica de sólidos o fluidos

La metodología de enseñanza esta basada en explicar, orientar y colaborar en las prácticas de laboratorio, orientar el análisis, interpretación y comunicación de los resultados, así como resolver las dudas que se presenten. El trabajo de aprendizaje consiste en conocer y comprender fenómenos, realizando experimentos y trabajando en equipo; planificar y diseñar los experimentos, analizando, interpretando y comunicando los resultados como fruto del trabajo en equipo; plantear y resolver dudas para revisar el proceso de trabajo.

Para seguir convenientemente el proceso de enseñanza-aprendizaje, se establece un programa de tutorización, basado en consultas sobre los montajes de las experiencias, consultas sobre la realización de informes y una atención personalizada. Por su parte, el sistema de evaluación incluye un ejercicio inicial sobre conocimientos teóricos, preguntas sobre el montaje de les experiencias, valoración del informe técnico y un ejercicio final.

La vinculación entre la actividad presencial y la actividad virtual se lleva a cabo durante el período de desarrollo de la asignatura (4 semanas), destacando los siguientes puntos:

a) Presentación del programa de la asignatura y de la plataforma docente por parte del profesorado.

b) Proceso de alta individual de los alumnos en la plataforma virtual, de la que deben obtener e imprimir diferentes documentos, imprescindibles para el seguimiento del proceso: manuales de las prácticas; cronograma de experiencias de laboratorio y de entrega de informes técnicos; temporalización de tutorías y de la pruebas inicial y final.

c) Organización de los grupos de trabajo, asignándose sus componentes y resolviendo mediante tutorías las diversas dudas generales sobre los aspectos teóricos y los montajes experimentales.

d) Realización en el aula de informática de la Facultad de una prueba inicial sobre la plataforma docente, consistente en un cuestionario sobre los aspectos teóricos, materiales que se van a utilizar y características de los montajes experimentales.

e) Comienzo del trabajo en el laboratorio, toma de datos y realización de informes técnicos, según los cronogramas establecidos y disponibles en la plataforma virtual.

f) Seguimiento simultáneo mediante tutorías virtuales a lo largo del período de duración del trabajo en el laboratorio, con el fin de resolver las dudas que se le plantean a los alumnos en su trabajo.

g) Planteamiento sobre la plataforma virtual de actividades complementarias relacionadas con las actividades principales, para fomentar en los alumnos la búsqueda de información en entornos virtuales.

h) Realización de una prueba final, presencial, acerca de la actividad

de laboratorio desarrollada, con objeto de valorar las capacidades adquiridas por los alumnos.

Por su parte, la plataforma virtual está configurada según el siguiente diagrama de temas:

1) Organización del laboratorio: contiene los cronogramas, las normas, la distribución de grupos y algunas herramientas para facilitar la realización de las prácticas.

2) Aspectos formales: recoge los objetivos, los contenidos y la metodología.

3) Manuales de prácticas: guiones de trabajo de cada una de las prácticas propuestas, en formato .PDF, para descargar.

4) Actividades y ejercicios: permite la realización de las diferentes actividades complementarias propuestas, así como la prueba inicial.

5) Pruebas de evaluación: presenta un cuestionario para conocer el grado de aceptación del alumno sobre el trabajo de los profesores, los contenidos de la asignatura y su aplicación.

Asimismo, la plataforma dispone de un foro de noticias, mensajería y, para los profesores, unas herramientas de administración del entorno virtual.

Se ha utilizado como soporte el Campus Virtual de la Universidad de La Laguna, proporcionado por la Fundación Empresa-Universidad en su Aula Virtual (http://www.aulavirtual.feu.ull.es/UDV/)

Resultados y conclusiones

La incorporación de la plataforma de docencia virtual Moodle a la asignatura Experimentación en Ingeniería Química, I como herramienta auxiliar en las labores docentes presenta las siguientes ventajas:

1) Hace posible que el alumno tenga acceso directo a los principales contenidos que se plantean para la asignatura: organización del laboratorio, aspectos formales, manuales de prácticas, actividades y ejercicios, y pruebas de evaluación, como puede comprobarse nada más acceder a la página web correspondiente

http://www.campusvirtual.ull.es/course/view.php?id=25

2) Permite una rápida actualización de los contenidos, agilizando la planificación a corto y a largo plazo de la asignatura. Basta que el profesor pulse la opción “activar edición” de la plataforma para que pueda agregar nuevos recursos o establecer nuevas actividades.

3) Posibilita la corrección automática de pruebas de evaluación, lo que facilita el seguimiento de la evolución del estudiante. En efecto, la opción “cuestionarios” permite el análisis de las respuestas, generando automáticamente los parámetros estadísticos normalmente utilizados en la evaluación.

Por otro lado la utilización de la plataforma virtual para el aprendizaje activo del alumno, ha permitido:

1) Encajar la docencia en las nuevas orientaciones educativas del sistema de créditos europeos, tal como se está fomentando desde las instancias de gobierno de la Universidad de La Laguna mediante Proyectos Piloto de Experimentación de Docencia Virtual.

2) Favorecer las relaciones entre compañeros y entre los alumnos y los profesores: el 48% de los alumnos considera que se fomenta mucho (5/5) el trabajo en grupo y el 17% considera que se fomenta bastante (4/5).

3) Motivar el estudio y promover una mayor implicación en la asignatura: la evaluación por los alumnos de la asignatura muestra que al 30% le parecen las clases bastante (4/5) interesantes y al 26% le parecen muy (5/5) interesantes.

4) Facilitar la comprensión de la materia y la aprehensión de los conceptos y los procedimientos, si bien todavía el 35% de los alumnos les cuesta bastante (4/5) entender los contenidos de la asignatura.

Reconocimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto Piloto de Experimentación de Docencia Virtual concedido en la convocatoria 2005/2006 por el Vicerrectorado de Planes de Estudios y Títulos Propios de la Universidad de La Laguna.

Referencias bibliográficas

García, F., Jarabo, F. y Marrero, M.C. (2005). Aplicación de una experiencia docente en Ingeniería Química en el entorno de la plataforma educativa “Moodle”. En J.J. Castro y J.M. Rodríguez (Eds.) *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la Docencia Universitaria* (pp. 403-409) Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones de la ULPGC.

González, G. (2001). *Practicar e-learning está de moda. Apuntes sobre la teleformación o e-learning*, ACTA, Manual Formativo, 22, 11-20.

http://www.acta.es/bddoc/articulos_mf/22009.pdf

Jarabo, F., García, F.J. y Marrero, M.C. (2005). La Ingeniería Química para los Licenciados en Química como aplicación de las TIC. *X Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química*. Barcelona.

Rubio, C., Escandell, O. y Rubio, F. (1999). La universidad del siglo XXI y el cambio tecnológico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 2 (1).

http://www3.uva.es/aufop/publica/actas/ix/49-escandell.pdf

Los profesores de secundaria de Física y Química en la Unión Europea: primeros resultados de una investigación en Alemania y España.

Pilar Tárraga Poveda y Antonio de Pro Bueno

IES Julián Andúgar. Santomera (Murcia). E-mail: ptarraga@alerce.pntic.mec.es

Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales de Universidad de Murcia. E-mail: nono@um.es

Resumen: El trabajo forma parte de un estudio comparativo de la enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria en Alemania y España. Para ello, tenemos en cuenta los puntos de vista de cuatro colectivos: equipos directivos, profesorado, alumnado y familias. En este trabajo sólo comentamos los primeros resultados relativos al profesorado.

Palabras clave: Educación comparada. Educación Secundaria. Clases de ciencias. Profesorado.

Title: The teachers of Physics and Chemistry and European convergence: inicial results of a research project carried out in Spain and Germany.

Abstract: The present paper is part of a comparative análisis of the teaching of Physics and Chemistry in secondary education in Spain and Germany. To that end, the beliefs and opinions of four groups have been surveyed: governing bodies in schools, teachers, students and families. In this paper only the results related to teachers have been analysed.

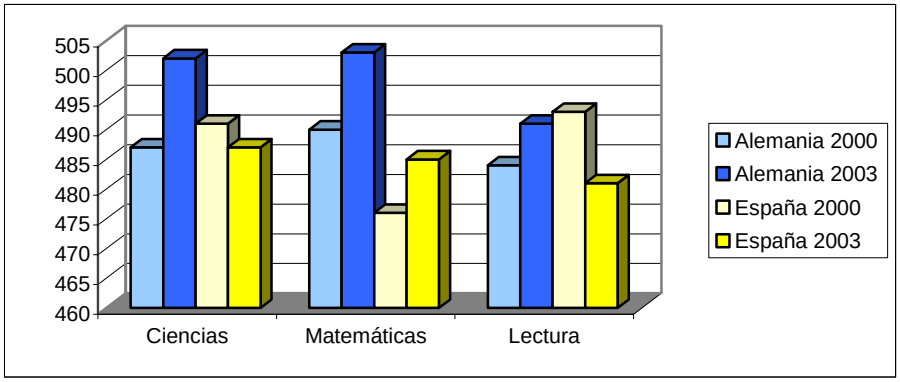
Keywords: Comparative education. Secondary Education. Science teaching. Teachers.

El proceso de convergencia europea en materia educativa precisa de un conocimiento mutuo del profesorado y de las instituciones de los países implicados. En este contexto, enmarcamos nuestro proyecto, un estudio comparativo de la enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria en Alemania y España, dos países miembros de la Unión Europea con características culturales, sociales y educativas diferentes. Queremos estudiar "la malla que envuelve" la adquisición de conocimientos científicos del alumnado –en particular, de los escolares de quince años- tanto en la enseñanza formal como en la no-formal. Aunque estamos trabajando con cuatro colectivos (equipos directivos de los centros, profesores, alumnos y familias), en esta comunicación sólo nos ocupamos de los resultados obtenidos para el profesorado.

Alemania, España y PISA: dos resultados y dos reacciones

El Proyecto PISA, creado en 1997, constituyó un compromiso por parte de los gobiernos de los países de la OCDE para realizar un seguimiento de los sistemas educativos en cuanto al rendimiento del alumnado. No es el “único dato” a considerar pero, desde luego, parecía importante.

Cuando se conocieron los primeros resultados (OCDE, 2001), a pesar de que nuestras puntuaciones estaban por debajo de la media, el impacto educativo en España fue escaso y el social casi nulo. Tres años más tarde, en un nuevo informe (OCDE, 2004a), bajamos en dos indicadores y se registró un tímido avance en la comprensión matemática; además seguimos todavía por debajo de la media de la OCDE. Esta vez el eco mediático fue algo mayor (aunque a veces se realizaran lecturas demagógicas, sesgadas o interesadas) pero, además de "buscar culpables", ¿qué se hizo?



Alemania fue otro país que, en la aplicación del 2000, obtuvo resultados no esperados (ver histogramas adjuntos). Cuando se hicieron públicos, provocaron un gran impacto en el ámbito educativo y fueron vivamente comentados en gran parte de los medios de comunicación (Vacas y Zunker, 2001). Institucionalmente se promovió un amplio y profundo debate a nivel estatal; el Ministerio de Educación encargó al DIPF (Deutsche Institut für Internationale Pädagogische Forschung) un estudio sobre los sistemas que habían obtenido los mejores resultados (OCDE, 2004 b), el profesorado se movilizó, etc. Y, en el informe PISA 2003, "curiosamente" Alemania ha mejorado en todos los indicadores, llegando a estar situados en dos por encima de la media: competencia matemática y competencia científica. Las diferencias con España son más ostensibles.

Pensamos que conocer qué ha ocurrido, qué se ha modificado, qué se ha mantenido, cómo han incidido los cambios en las aulas, cómo los ha percibido el profesorado y el alumnado, etc, puede servirnos para mejorar la docencia de las ciencias. El informe PISA sólo tendrá utilidad real si sirve para desencadenar un proceso de reflexión colectiva (como, entre otros, han dicho Marchesi, 2005; Gil y Vilches, 2005; Pro, 2005…)- y de toma de decisiones consecuentes por la Administración.

Ahora bien, hay que tener en cuenta que actualmente "no sólo de clases vive el alumnado". Si bien hace años algunos sostenían que el aprendizaje de las ciencias se producía casi exclusivamente en el aula, la irrupción de las nuevas tecnologías y los medios de comunicación han modificado sustancialmente el panorama. Dicho de otra manera, no sólo debemos estudiar el estado de la enseñanza formal, también hay que revisar los recursos de aprendizaje que la sociedad tiene fuera de la escuela (prensa, televisión, museos, experiencias de campo, clubes de ciencia, etc.) como se ha recogido recientemente en una revista (Alambique, 2005). Es necesario conocer las herramientas que se ponen a disposición del alumnado para aprender ciencias y para entender mejor los rendimientos apuntados.

La Física y Química en ambos sistemas educativos

En primer lugar, hay que decir que es más adecuado hablar de sistemas educativos alemanes, en plural. En un estado federal como Alemania, cada Comunidad Autónoma (cada Bundesland) tiene su propio sistema educativo, existiendo un organismo interfederal, la Conferencia de Ministros de Cultura (Kultusministerkonferenz, 2005) que trata de alcanzar acuerdos con rango nacional. Con esta particularidad, el sistema educativo que estudiamos es sólo uno de ellos, el de Renania-Palatinado (Rheinland-Pfalz), región situada al suroeste, en la frontera con Francia.

Los alumnos comienzan su enseñanza obligatoria con seis años cumplidos y están cuatro años en una escuela de primaria (Grundschule) (clases 1-4). Al concluir esta etapa entran en la secundaria obligatoria, que dura 5-6 años, en función del tipo de centro donde se curse. Se divide en dos etapas: Orientierungsstufe (2 años, clases 5-6) y Mittelstufe o Sekundarstufe I (3-4 años, clases 7-9/10). Luego pueden optar por una secundaria post-obligatoria (Oberstufe o Sekundarstufe II) o una enseñanza profesional.

Mientras que en la Región de Murcia –como en el resto del estado español- existe un único tipo de centro escolar donde cursar la Secundaria Obligatoria, en Rheinland-Pfalz (igual que en el resto de Alemania) existen tres tipos de escuelas: Hauptschule (HS), Realschule (RS) y Gymnasium (GY). Los estudiantes van a uno u otro, teniendo en cuenta su rendimiento académico y la decisión de sus padres (hace unos años la decisión la tomaba únicamente el centro escolar). Además, existe una escuela integrada, la Gesamtschule (GS), donde se puede agrupar a los alumnos por niveles en algunas asignaturas a partir de la clase 7 (doce años de edad, el equivalente a nuestro 1º de ESO).

En el Plan de Estudios actual (Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung, 1997), el número de horas de las materias científicas es el mismo en todos los Orientierungsstufe. En la práctica, en muchas escuelas, las tres asignaturas se han unido en NAWI (iniciales de Naturwissenchaft, Ciencias Naturales), con un fuerte contenido experimental.

Clase (equivalente en España)	Horas de las asignaturas científicas
5 (5º Primaria)	Biología= 2 Física y Química= 1
6 (6º Primaria)	Biología= 2 Física y Química= 1

Cuando se pasa a la etapa siguiente, Sekundarsstufe I, se observan más diferencias, según el tipo de escuela de la que estemos hablando.

Clase (equivalente en España)	Hauptschule	Realschule	Gymnasium	
7 (1º ESO)	Biología= 2 Física y Química= 2	Biología= 2 Física= 2 Química= 0	Biología= 2 Física= 2 Química= 0	
8 (2º ESO)	Biología= 1 Física y Química= 2	Biología= 0 Física= 2 Química= 2	Biología= 1 Física= 2 Química= 1	
9 (3º ESO)	Biología= 2 Física y Química= 2	Biología= 2 Física= 1 Química= 1	Biología= 0 Física= 2 Química= 2	
10 (4º ESO)	Biología, Física y Química= 4	Biología= 1 Física= 2 Química= 2	GY con Latín: Biología= 2 Física= 2 Química=1	GY sin Latín: Biología= 2 Física= 2 Química= 2

Si se solicita al Ministerio, las materias se pueden organizar de diversas formas (así, si tienen una hora anual, muchos centros la hacen semianual de 2 horas). Incluso, pueden impartir más horas de una materia; de hecho, en uno de los Gymnasium visitados tenían tres horas de NAWI en las clases 5, 6 y 7, y dos horas de Física y dos de Química en las clases 8, 9 y 10.

Diseño del trabajo de investigación

Como hemos indicado, estamos estudiando algunos centros escolares de la región española de Murcia y la alemana de Rheinland-Pfalz. Para ello se diseñaron, validaron y aplicaron instrumentos de recogida de información (cuestionarios y entrevistas). El trabajo de campo se realizó de noviembre de 2005 a marzo de 2006; en la tabla se recogen datos de participación.

	Centros escolares	Alumnado	Familias	Profesorado	Equipos Directivos
Alemania	5 HS: 1 RS: 1 GY: 2 GS: 1	215 (9 grupos)	99 46% de la muestra	9 Profesoras: 1 Profesores: 8	5 Directores: 5
España	7 IES	181 (8 grupos)	77 43% de la muestra	9 Profesoras: 5 Profesores: 4	7 Directores: 4 J.Estudios: 3

Como hemos señalado, la descripción, análisis e interpretación de los resultados de todos los colectivos participantes excedería el tamaño que debe tener esta publicación. Nos ceñiremos a las opiniones del profesorado.

Cada profesor, de forma voluntaria y anónima, rellenó un cuestionario y fue entrevistado, disponiendo con antelación del protocolo de la entrevista. El cuestionario tenía 21 preguntas, repartidas en los siguientes apartados: datos personales y profesionales, percepción del centro escolar donde trabajaba, características de sus clases de Física y/o Química, y propuestas y usos de la ciencia fuera de la escuela. En la entrevista se formulaban 26 preguntas a los profesores españoles y 30 a los profesores alemanes, de las que coincidían 18 de ellas en su formulación; los apartados eran similares al cuestionario. Algunas de las cuestiones y preguntas aparecen en el Anexo.

Resultados

Aunque es muy interesante la información obtenida (sobre todo, de las entrevistas), vamos a sintetizar algunos resultados, fundamentalmente en relación con lo manifestado en el cuestionario:

- El profesorado de España que hemos entrevistado tiene una media de edad mayor que los de Alemania, lleva más años de docencia y también más tiempo en su actual centro escolar. Por otro lado, mientras que en España la docencia de Física y Química está repartida entre profesores y profesoras, en Alemania parece que todavía es “cosa de hombres”.

- Los profesores alemanes valoran de forma más heterogénea que los españoles el nivel de exigencia de sus centros (probablemente por su diversidad). En ambos colectivos consideran buena-normal la enseñanza que se imparte y la mayoría se siente a gusto en su centro escolar, teniendo una relación buena o muy buena con sus compañeros de asignatura, con el equipo directivo y con sus alumnos (un poco menos homogénea en los

alemanes). En cambio se observa una relación de buena a aceptable con el resto de compañeros, y es que, como dijo un profesor entrevistado: "con aproximadamente cien profesores que somos, hay relaciones para todos los gustos". También es calificada mayoritariamente de buena o aceptable la relación con las familias de los alumnos, si bien se reparte casi al 50% la frecuencia de las mismas entre normal y poco frecuente.

- En cuanto al equipamiento de los centros escolares, en Murcia disponemos de más libros y de mejor calidad que en los centros renano-palatinos, y ellos nos aventajan en medios informáticos y audiovisuales, así como en laboratorios: cada una de las clases suele estar equipada con un proyector de transparencias, un ordenador, una televisión y un video o reproductor de DVD, algo que afortunadamente empieza a haber en algunos centros murcianos. En cambio, hay una diferencia muy destacable: en Rheinland-Pfalz cada aula de ciencias es al mismo tiempo un laboratorio; las mesas tienen espacio para guardar material, cuentan con al menos una pila y un grifo, disponen de armarios y de una sala anexa donde realizar preparaciones, etc. y suficiente espacio para moverse por la clase.

- En Alemania le dan mucha importancia a las prácticas de laboratorio realizadas por el alumnado, aunque no dispongan de horas de desdoble de laboratorio ni de horas complementarias para su preparación. A veces recurren a las prácticas-demostración (prácticas de cátedra) -a un profesor no le gustan demasiado porque "su efecto pasa rápido"- o bien a los llamados "círculos de aprendizaje": disponen de cuatro a seis prácticas simultáneas y los alumnos van rotando por las mismas, haciendo después una puesta en común de lo trabajado.

- La pizarra todavía sigue siendo el recurso más utilizado en los centros escolares de las dos regiones, pero hay disparidad de criterios en cuanto al uso de ordenadores: la mayoría de los profesores murcianos no los usa nunca, mientras que en los centros alemanes la mayoría los usa a veces, especialmente para buscar información en Internet, para hacer uso de las hojas de cálculo, como procesador de textos o simulador de experiencias. Y respecto al uso del libro nos hemos encontrado de todo: desde los que "van con él a todas partes" hasta los que los han sustituido por un programa-guía o lo complementan con un cuaderno de clase diseñado por el profesorado del mismo centro. Un profesor opinaba que "el libro de texto está bien en otras asignaturas, pero que en Química sobra; que la Química pasa por oler y experimentar, no por leer o subrayar..."; sus alumnos sólo lo usan para hacer trabajos en grupo.

- La mayoría del profesorado suele informar al alumnado a comienzos de curso sobre: lo que van a estudiar a lo largo del curso, la forma de trabajar en clase, el número de evaluaciones que van a tener y la forma de calificar. La mitad de ellos informa además de las excursiones y otras actividades extraescolares previstas y uno les habla de normas de seguridad.

- En cuanto a la oferta de medios relacionados con la ciencia o la técnica que hay fuera de la escuela -los recursos de "enseñanza no formal"- hay algunas diferencias. Respecto a páginas web la oferta es igual para todos, aunque muchas de ellas escritas todavía en inglés. Respecto a los museos en ambas regiones los profesores indican que la presencia y utilización de estas instalaciones es normal o escasa, pero los profesores alemanes opinan

que la calidad es buena o muy buena, mientras que los españoles se debaten entre normal o buena. Respecto a libros, revistas, vídeos o DVD, de acuerdo con las opiniones recogidas, en Rheinland-Pfalz hay más y de mejor calidad que en Murcia. Respecto a los programas de televisión ocurre lo mismo: un profesor comentaba que hace 10-15 años no había casi nada, pero ahora es raro el canal de televisión que no cuenta con uno o varios programas de divulgación científica de muy buena calidad: Galileo, Wunder Welt, Genial, Ah!, Welt der Wunder, Kronzucker Cosmos, etc.

Conclusiones

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto importantes diferencias en la enseñanza de la Física y de la Química en ambos contextos. Algunas se derivan de elementos organizativos (por ejemplo, la carga lectiva) o de la dotación de recursos (sobre todo, la importancia concedida a las actividades prácticas). Otras –quizás, mucho más profundas- son una consecuencia de concepciones y creencias sobre la enseñanza y sobre la educación, de la formación del profesorado, del reconocimiento social, etc.

Habría que aprovechar los aspectos positivos de ambos contextos (también los hay en el nuestro), aunque primero hay que identificarlos.

Agradecimientos

Esta comunicación forma parte del trabajo desarrollado durante el curso 2005/06 con una licencia por estudios de Pilar Tárraga, concedida por la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Referencias bibliográficas

Alambique (2005). Aprendizaje informal de las ciencias. *Alambique*, 43.

Gil, D. y Vilches, A. (2005): El escándalo del informe PISA. *Aula*, 139, 16-19.

Kultusministerkonferenz (2005): en http://www.kmk.org

Marchesi, A. (2005): El informe PISA: nada contribuye a mejorar lo esperado. *Aula*, 139, 9-15.

Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Weiterbildung (1997): Lehrplan-Entwürfe Lernbereich Naturwissenschaften Biologie, Physik, Chemie. Mainz.

OCDE (2001): *Conocimientos y destrezas para la vida: primeros resultados del proyecto PISA 2000: resumen de resultados /OCDE*. Madrid. M.E.C.

OCDE (2004 a): *Aprender para el mundo del mañana. Resumen de resultados PISA 2003 / OCDE. Madrid.* Ministerio de Educación y Ciencia.

OCDE (2004 b): *What Makes School Systems Perform? Seeing School Systems through the Prism of PISA*, en http://www.pisa.oecd.org/

Pro, A. (2005): Muchos interrogantes ante los resultados obtenidos en ciencias en el proyecto PISA. *Aula*, 139, 32-35.

Vacas, A. y Zunker, D. (2001): *Un modelo educativo sin futuro*, en http://www.tierradenadie.de/archivo2/pisa.htm

Anexo

	Hacia la Convergencia Europea: una oportunidad para mejorar la docencia en el Área de Ciencias Hin zur Europäischen Konvergenz: eine Chance, den Unterricht im Bereich der Naturwissenschaften zu verbessern

Cuestionario para el profesorado (extracto)

El Instituto donde trabaja actualmente

¿Cuánto tiempo lleva en el mismo?

El nivel de exigencia de este centro le parece: Muy alto □ Alto □ Normal □ Bajo □ Muy bajo □

La enseñanza que se imparte le parece: Muy buena □ Buena □ Aceptable □ Mala □ Muy mala □

La relación con sus alumnos es: Muy buena □ Buena □ Aceptable □ Mala □ Muy mala □

……

En general, ¿cómo es la relación con los padres de sus alumnos en cuanto a .....

a) Frecuencia: Mucha □ Normal □ Poca □ No les conoce □

b) Calidad: Muy buena □ Buena □ Aceptable □ Mala □ Muy mala □

…….

Las clases de Física y/o Química

Indique sobre qué da información a sus alumnos al comienzo del curso:

	SI	NO
sobre lo que van a estudiar a lo largo del curso		
sobre la forma de trabajar en clase		
sobre el número de evaluaciones que van a tener		
sobre la forma de calificar		
sobre las excursiones y otras actividades previstas		
...		

Al desarrollar un tema indique qué hace:

	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
explico los contenidos teóricos				
no explica teoría, sólo hace ejercicios				
explica teoría primero y luego hace ejercicios				
explica teoría y hace ejercicios al mismo tiempo				
pone esquemas en la pizarra				
...				

…..

Ciencia fuera de la escuela

Rellene el siguiente cuadro respecto a la **oferta** de **medios relacionados con ciencia o técnica**, teniendo en cuenta la cantidad (1: Mucha; 2: Normal; 3: Poca; 4: No hay; 5: No la conoce) y la calidad (1: Muy buena; 2: Buena; 3: Aceptable; 4: Mala; 5: Muy mala)

	Cantidad	Calidad
Programas de televisión		
Videos o DVD		
Revistas		
Libros		

	Cantidad	Calidad
Museos		
Páginas web		
Videojuegos		
Otros materiales		

Entrevista al profesorado (extracto)

Sistema educativo

……

En los últimos años las aulas se han ido llenando de alumnos muy diversos en cuanto a motivación, intereses, capacidades, etc. Esta **atención a la diversidad**, ¿cómo la aborda en sus clases?

En sus clases, ¿hay alumnado de **otras nacionalidades**? ¿Qué aspectos positivos y negativos lleva consigo?

.....

¿Cree que es suficiente el **número de horas** asignado a la Física y Química en la educación secundaria? En caso negativo, ¿cuántas consideraría aceptables? Por favor, justifique su respuesta.

El último **informe PISA** indica que los estudiantes españoles/alemanes de 15 años tienen una comprensión científica menor/algo mayor que la media europea. ¿Qué opina de esto?

En los últimos años se ha registrado una **disminución** en el nº de alumnos que estudian carreras científicas. ¿Por qué cree que está ocurriendo? ¿Se le ocurre alguna cosa que se pueda hacer para que aumente?

Las clases de Física y Química

.....

Respecto a las actividades de laboratorio, ¿cómo se organiza en su centro (desdoble del grupo, frecuencia, tipo de experiencias, guiones, normas de seguridad…? ¿Cree que son necesarias? ¿Cómo responde el alumnado? ¿Podría detallar qué prácticas le funcionan bien en su clase?

……..

¿Ha observado diferencias entre chicos y chicas en cuanto a aprendizaje, atención, rendimiento académico…?

…..

Fuera de la escuela

.....

¿Qué valoración social cree que tienen los **profesores** en España/Alemania?

¿Y respecto a la **ciencia** y los científicos?

Laboratorio de química con equipos de adquisición automática de datos

Tortosa Moreno, Montserrat[1,2]

[1]Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemática, Universitat Autònoma de Barcelona (CRECIM-UAB)

[2]IES Ferran Casablancas (Sabadell) mtortosa@xtec.net

Resumen: Los equipos de adquisición automática de datos (también llamados EXAO o MBL) constituidos por sensores, interfase y ordenador, permiten ver en tiempo real la evolución de las variables de un experimento. Presentamos ejemplos del uso de estos equipos para el aprendizaje de la materia de química en el Bachillerato (16-17 años). Se han redactado los guiones de prácticas siguiendo un ciclo de aprendizaje y contextualizados con temáticas de actualidad científica e industrial. Se presentan las siguientes experiencias: estudio de la presión de vapor con el sensor de presión, estudio del comportamiento de una disolución tampón al añadir ácido o base con sensores de pH y estudio de una electrólisis para la obtención de un metal.

Palabras clave: Sensor, MBL (microcomputer based laboratory), EXAO (experiencia asistida por ordenador), laboratorio de química, Multilog, Multilab.

Title: Microcomputer Based Chemistry Laboratory

Abstract: The microcomputer based laboratory (MBL) technology includes sensors, interfaces and computers, which allow us to see the variables of an experiment in real time. We have used this equipment to design laboratory chemistry experiences for 16-17 years old students. Practical guidelines have been written following a learning-cycle, and have been contextualized within scientific or industrial actuality. Along this work the following experiences are presented: study of the vapour pressure using a pressure sensor, study of the behaviour of a tampon solution when adding acid or alkali using a pH sensor and study of an electrolysis to obtain a metal.

Keywords: Sensor, MBL (microcomputer based laboratory), chemistry laboratory, Multilog, Multilab.

Introducción

La transformación tecnológica que ha sufrido la sociedad en las últimas décadas no tiene precedentes. El uso de las nuevas tecnologías se ha ido adaptando a las necesidades sociales en todos los ámbitos y es indiscutible que está cambiando las maneras de hacer en todo el mundo. En el entorno didáctico, los niños y niñas aprenden utilizando los recursos informáticos adaptados a su edad desde la educación infantil, y en todos los niveles educativos se van introduciendo paulatinamente las nuevas tecnologías que

permiten diversificar las actividades de aprendizaje y poner a los estudiantes en situaciones que les permitan adquirir nuevas destrezas.

En el caso del aprendizaje de las ciencias y la tecnología, en los dos últimos decenios ha tomado impulso el uso de equipos de registro automático de datos, también llamados equipos EXAO (enseñanza asistida por ordenador) o MBL (microcomputer based laboratory). Estos equipos permiten ver la evolución en tiempo real de las variables de un experimento. Los elementos básicos que los componen son sensores, interficie y ordenador con el programario adecuado (Figura 1).

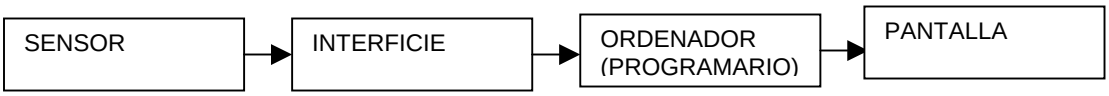


Figura 1. Esquema de un equipo de registro y tratamiento automático de datos

Un sensor o transductor es un aparato que transforma una medida física en una tensión eléctrica; existen sensores para multitud de magnitudes físicas como presión, temperatura, posición, fuerza, pH, etc. La interficie o interfase actúa de convertidor analógico-digital, transforma la tensión eléctrica generada por el sensor a código binario para que el ordenador pueda leerla y almacenarla. El programa informático adecuado permite ver esta información en pantalla.

En Cataluña, el Departament d'Educació ha dotado a todos los Institutos de Secundaria con un "Aula de Nuevas Tecnologías para las Ciencias" que incluye sensores, ordenadores, interficies, y un microscopio que permite visualizar en pantalla las preparaciones en tiempo real. El curso 2005-06 se ha empezado a dotar con equipos similares a los colegios de educación infantil y primaria. Actualmente en el mercado se encuentran diversos equipos de estas características. En el caso de los Institutos de Enseñanza Secundaria catalanes, la interficie es la consola Multilog-Pro, de manejo fácil y muy intuitivo, que gracias al programa informático Multilab permite visualizar la evolución experimental en tiempo real. Asimismo el Departament dedica esfuerzos en la formación del profesorado (Aparicio *et al,* 2002) y efectivos, entre los que se incluye este trabajo, para preparar material docente con el fin de ser utilizado en estas aulas

Desde el punto de vista didáctico, diversos autores han estudiado las características de las nuevas tecnologías como instrumentos de aprendizaje. Se sugiere (Combs, 2004) que la dirección ideal en la enseñanza de las ciencias es aquella que combina lo mejor de la enseñanza tradicional con lo mejor de las nuevas tecnologías con el fin de orientar al alumnado en la aproximación constructivista de la educación científica. Un interesante trabajo (Jedeskog y Nissen, 2004) sobre los cambios que se han producido en las aulas en Suecia desde la introducción obligatoria de las TIC en las aulas de secundaria, advierte del riesgo, fácil de correr, de dejar al alumnado la responsabilidad de trabajar solos. Es importante que como docentes nos planteemos qué objetivo se pretende al hacer un experimento y de qué manera las nuevas tecnologías, en este caso los equipos EXAO, pueden, o no, mejorar el aprendizaje respecto de la manera tradicional.

Objetivos

- Elaborar guías de química para las aulas de nuevas tecnologías para las ciencias, que favorezcan el razonamiento transversal tanto entre las disciplinas científicas como con aspectos sociales y de actualidad relevantes.
- Proponer experiencias que no sean adaptaciones de los guiones clásicos con material más sofisticado, sino que aprovechen los recursos que ofrecen las TIC.
- Redactar el material que se presenta al alumnado según las directrices de la investigación en didáctica de las ciencias.

Características de los guiones de prácticas

¿Que características debe tener un buen material didáctico para ser utilizado por los alumnos en sesiones de prácticas con MBL?

Numerosos autores están de acuerdo en que el material que se entrega a los estudiantes tiene que implicarlos emocionalmente, en este sentido hemos asistido en las últimas décadas a la aparición de un gran número de libros de texto con experiencias contextualizadas con la finalidad de acercar la ciencia y la realidad del alumnado. Otros trabajos también recientes (Izquierdo *et al*, 2004) sugieren que hacer ciencia en la escuela se constituye como una actividad dentro de la complejidad social, hecho que anima a recuperar el papel de las emociones como elemento central. En este sentido es también fundamental que las experiencias propuestas estén contextualizadas el entorno emocional del alumnado. Asimismo deben proponerse actividades adecuadas (Sanmartí *et al*, 2003) que ayuden a los aprendices a adquirir destrezas en la expresión oral y escrita de los experimentos que realizan.

En el caso concreto de la utilización didáctica de los equipos MBL, hay diversos estudios (Pérez-Castro, 2001; Pintó, 2002; Oro, 2004) que concluyen que la mejor manera de presentar el material al alumnado se basa en la concepción del trabajo experimental como un ciclo de aprendizaje, fundamentado en la teoría socio-constructivista de los aprendizajes, que tiene como eje fundamental el uso de una terminología científica tomando como base el concepto a estudiar y que propone una gran variedad de formas (dibujos, gráficos, diagramas, expresión verbal, etc.) para comunicar y discutir ideas. La estructura de los guiones de prácticas que proponen estos autores es la que se ha tomado como base en la elaboración de guiones de este trabajo, y puede verse en la figura 2.

Además a la hora de presentar los materiales se han tenido en cuenta aspectos prácticos, como el tiempo real del que se dispone para hacer las prácticas en los institutos, de manera que la toma de datos dure menos de una hora. De hecho en bastantes protocolos el tiempo de la experiencia es muy corto, de tan solo unos minutos, lo que permite al alumnado hacer nuevas predicciones y repetir la experiencia en distintas condiciones experimentales.

ESTRUCTURA DE LOS GUIONES DE PRÀCTICAS [1]	
SECCIONES	*CONTENIDO*
Introducción	Se presenta de forma breve un fenómeno cotidiano o situación problemática en la que se plantean interrogantes. Se remarca que la práctica tiene como objetivo responder alguno de ellos
Proceso a estudiar	De forma breve se expone cómo el fenómeno a estudiar será llevado al aula. Y qué aspectos del mismo se analizarán
Descripción del sistema	Identificación de los distintos elementos que constituyen el sistema de estudio.
Instrumento de medida a utilizar	Identificación de los diferentes componentes y elementos del instrumento de medida.
Descripción cualitativa del fenómeno a observar	En este apartado se solicita a los estudiantes que expliquen con sus propias palabras el fenómeno que estudiarán.
Predicciones	Se pide al alumnado que expliquen y describan por escrito lo que pasará y que predigan la forma que tendrá el gráfico en la pantalla del ordenador.
Preparación del sistema de medida	Consta de acciones como: - Preparar el hardware del MBL - Preparar el montaje o dispositivo experimental
Preparación para a la toma de datos	Consiste en preparar el instrumento de medida y el dispositivo experimental para a la toma de datos
Análisis e interpretación de los resultados	Se plantea a los estudiantes, a través de cuestiones el análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados: lectura del gráfico, diferencia entre los resultados experimentales y sus predicciones; realizar cambios de escala e interpretar qué pasa con el gráfico. Observar las diferencias entre los distintos gráficos experimentales obtenidos, etc.
Uso de términos científicos para explicar el fenómeno	Se pide a los estudiantes que expliquen el fenómeno que han estudiado haciendo uso de la terminología científica.
Extensión de los resultados	Se presenta una situación que promueva que los estudiantes extiendan los resultados obtenidos a situaciones más generales, más complejas o de la vida diaria, que contenga los elementos esenciales del fenómeno estudiado.

Figura 2. Estructura de los guiones de prácticas. ([1]Adaptado de Oro, 2004)

A continuación se presentan de forma resumida algunas prácticas propuestas para la química de Bachillerato. (versión completa en Tortosa Moreno, 2005: http://phobos.xtec.es/sgfprp/resum.php?codi=893). En el momento de redactar este trabajo, a excepción de la experiencia con los sensores de pH, aún no se dispone de suficientes datos de experimentación con alumnado del material que se presenta en este trabajo, por lo que no es posible extraer conclusiones sobre su influencia concreta en el aprendizaje.

Experiencias con el sensor de presión

La presión es una de las magnitudes con las que es difícil trabajar de manera cuantitativa en los laboratorios docentes clásicos de enseñanza secundaria. La sensibilidad del sensor de presión Multilog lo hace adecuado

para diversos montajes experimentales en los que produzcan cambios de presión, como las medidas de velocidades de reacción y la determinación de masas molares (Tortosa y Torra, 2005) así como experiencias sobre la presión de vapor.

Presión de vapor e higiene industrial

Trabajo experimental propuesto para segundo ciclo de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

En la experiencia se mide la presión de vapor del etanol y la acetona a distintas temperaturas. Un pedazo de papel de filtro (2x8 cm) se dobla y se coloca dentro de un erlenmeyer. Se tapa el conjunto con un tapón de goma atravesado con dos agujas hipodérmicas. Una de ellas está conectada al sensor de presión y la otra a una jeringa que contiene 5 ml del líquido cuya presión de vapor se quiere determinar. Al poner en marcha el programa e inyectar el líquido, se obtiene una gráfica de variación de la presión con el tiempo, a partir de la que se determina la presión de vapor. (ver Figura 3) Para hacer determinaciones a distintas temperaturas, basta con sumergir el conjunto en un baño de agua. En el guión se relaciona la experiencia con las emisiones atmosféricas de compuestos orgánicos volátiles y su repercusión en la salud.

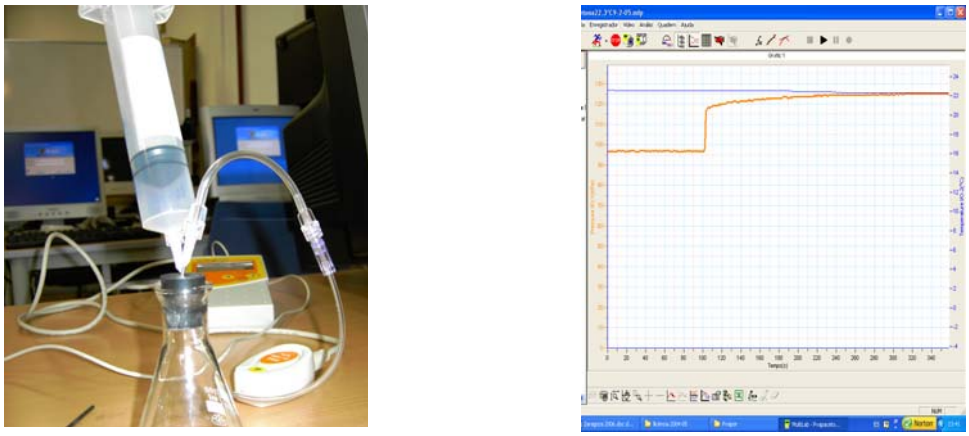


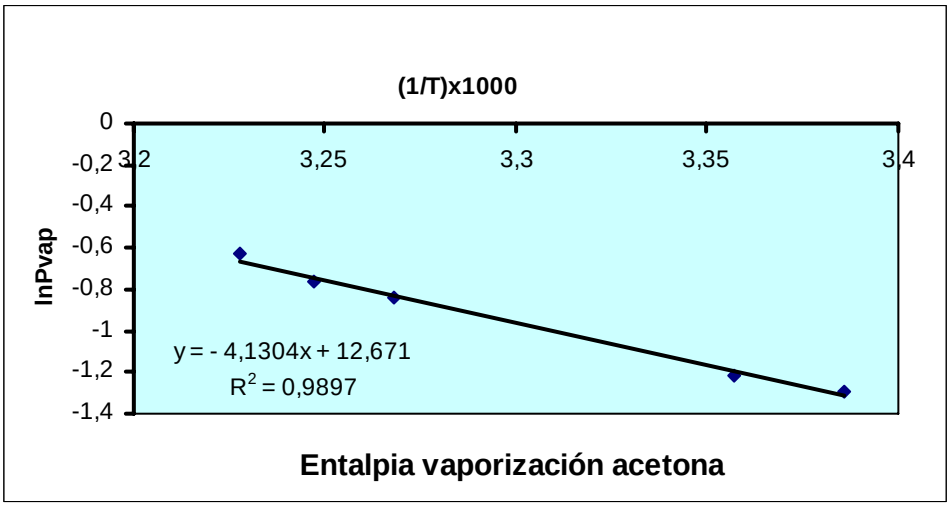
Figura 3. Montaje para la medida de la presión de vapor. A la derecha, gráfico obtenido en una determinación de la presión de vapor de la acetona

Presión de vapor y determinación de la Entalpia de vaporización de un líquido
A partir de medidas de la presión de vapor de un líquido a distintas temperaturas, y representando gráficamente LnP_{vap} frente a 1/T, puede determinarse la entalpia de vaporización de un líquido según la ecuación de Clausius-Clapeyron Si se expresa la presión en atmósferas, la relación es

$$\ln P_{vap} = -\frac{\Delta H_{vap}}{R\,T} + \frac{\Delta H_{vap}}{RT_{eb}}$$

ΔH_{vap} es la entalpia de vaporización, en J
T_{eb} es la temperatura de ebullición, en K
T la temperatura del experimento en K i R = 8,3 J/(molK)

En la figura 4 pueden verse los resultados obtenidos para la acetona



$\Delta H_{vap\ experimental}$ = 34,32 kJ/mol (error 7,5%)

Figura 4. Representación gráfica de datos experimentales para determinar la entalpia de vaporización de la acetona.

Experiencia con el sensor de pH

Qué significa disolución tampón?

El comportamiento de las disoluciones reguladoras de pH puede observarse con una experiencia sencilla que consiste en comparar las variaciones de pH al añadir con una pipeta Pasteur una misma cantidad de ácido o de base a una solución reguladora y a agua desionizada. El montaje propuesto es el de la figura 5, en la figura 6 se muestran los resultados obtenidos para el caso de agua

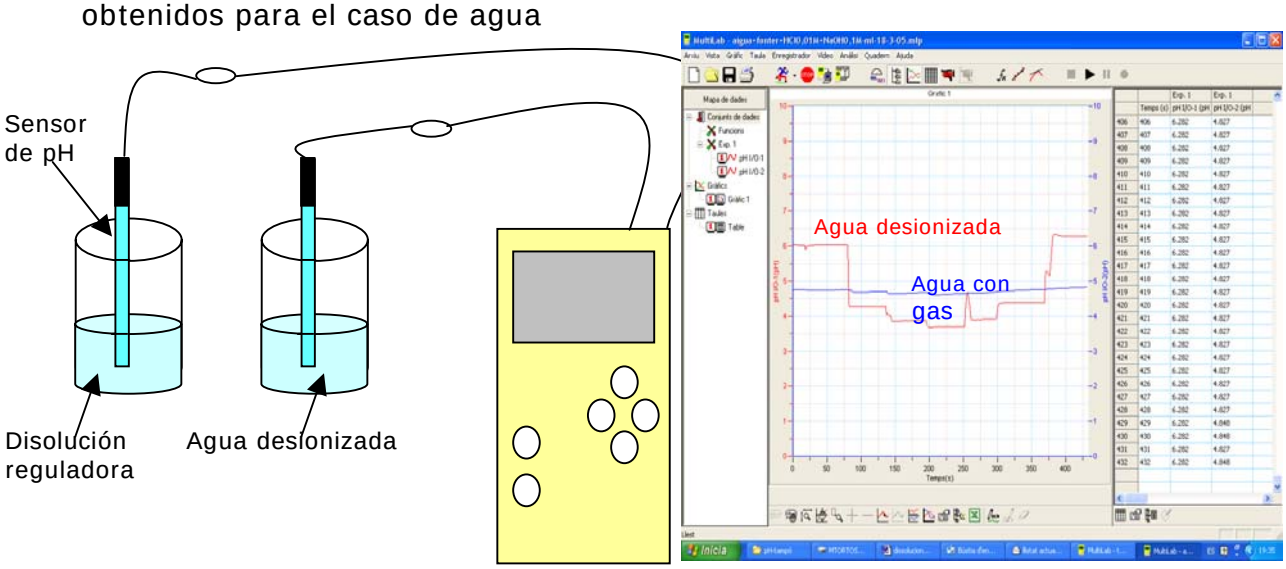


Figura 5. Montaje para comparar las variaciones de pH al añadir ácido o base a una disolución reguladora y a agua desionizada con gas. Resultados de pH obtenidos al hacer 3 adiciones sucesivas de 1 ml de HCl 0,01M seguidas de 3 adiciones de NaOH 0,01 M a 50 ml de agua desionizada (línea roja) y a 50 ml de agua con gas (línea azul)

Una práctica de este tipo es útil para ilustrar situaciones en ámbitos diversos como por ejemplo en biología, geología o ciencias de la tierra.

Electrólisis con el sensor de intensidad de corriente

En esta práctica se propone la obtención de cinc (uno de los metales de producción mundial más elevada) a partir de una electrólisis, que es uno de los últimos procesos que se lleva a cabo en la obtención industrial de este metal. La intensidad de corriente no es constante durante el proceso, y la función integral del equipo MBL permite determinar la carga, y por consiguiente el rendimiento del proceso. En la figura 6 puede verse el esquema del montaje y el gráfico intensidad-tiempo obtenido

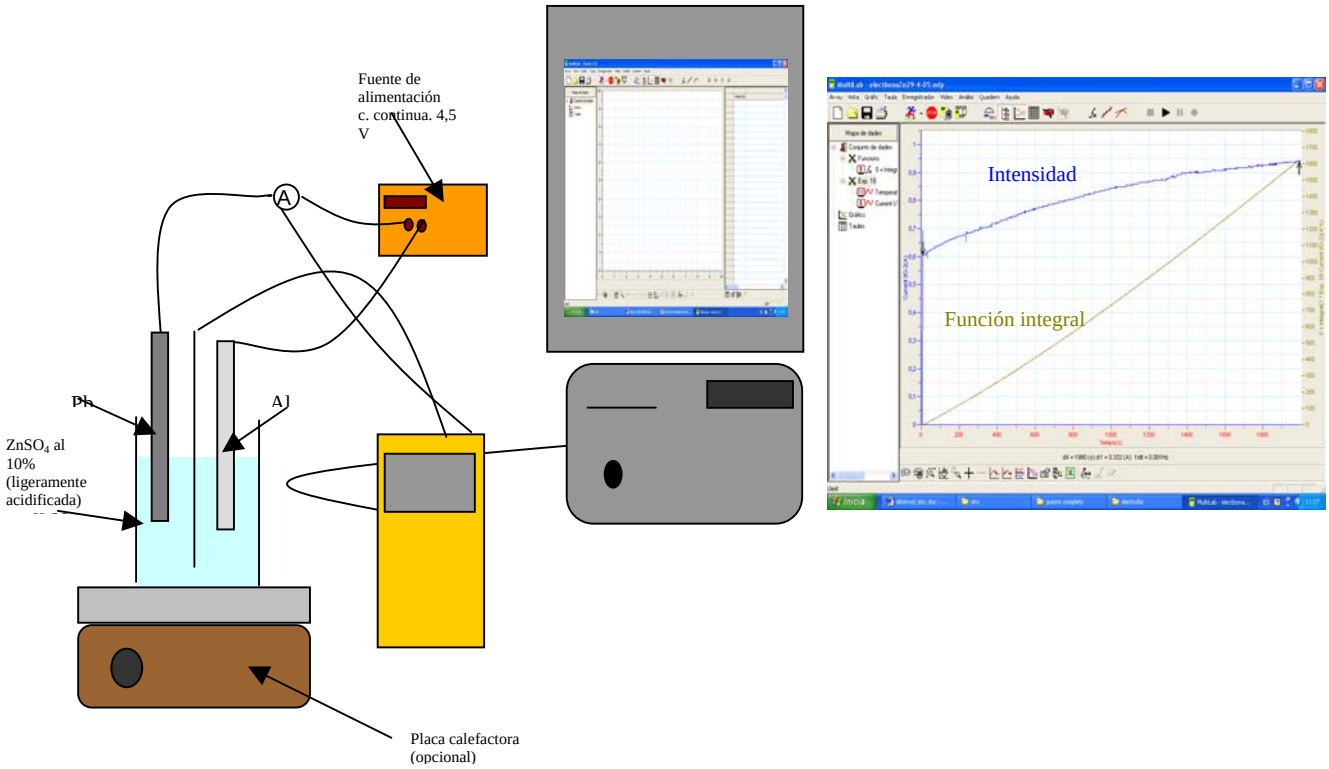


Figura 6. Esquema de la electrólisis para la obtención de cinc a partir de una solución acidificada de sulfato de cinc. A la derecha, gráfico obtenido.

Conclusiones

Los equipos MBL permiten hacer experiencias cuantitativas con algunas magnitudes, como la presión, de manera ventajosa respecto a los equipos tradicionales. Asimismo las prestaciones del programa informático permiten facilitar el tratamiento de los resultados.

El hecho de que algunos experimentos tengan un tiempo de ejecución muy corto, da pie a que el alumnado pueda participar en el mismo laboratorio en el diseño de experiencias que comporten variación de las condiciones experimentales.

Agradecimientos

Este trabajo se ha hecho en el marco de una Llicència retribuïda concedida por el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya el curso 2004-2005. (Resolució 16 juliol 2004. DOGC núm. 4182 de 26 - 07 – 2004). Agradezo las sugerencias de Roser Pintó y Digna Couso en la redacción de este escrito.

Referencias bibliográficas

Aparicio A. *et al*. (2002-2003) *Curs per a l'ús didàctic de les aules de noves tecnologies per a les ciències. Material de suport*. Curs 2002-03. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.

Combs L.W. (2004). Science education in the web era. *Journal of computers in mathematics and science technology*, 23(2), 139-149.

Izquierdo M., Espinet M., Bonil J. I y Pujol R.M. (2004). Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la escuela*, 53 21-29.

Jedeskog G. I y Nissen J. (2004). ICT in the classroom: Is doing more important than knowing? *Education and information technologies,* 9(1) 37-45.

Oro J. (2004). *Integració de l'ús de tecnologies de la informació per a l'ensenyament de la física al batxillerat*. Memòria llicència retribuida. Disponible en http://phobos.xtec.es/sgfprp/resum.php?codi=830 (consulta junio 2006) .

Pérez Castro O.J. (2001). *El uso de experimentos en tiempo real: estudio de casos de profesores de física de secundaria*. Tesis doctoral.

Pintó R. (2002). El trabajo experimental con nuevas tecnologías. Aula de Innovación educativa. **112** . 33-38.

Sanmartí N.(coord), Calvet M., Custodio E., EstanyaJ.L., Franco R., Garcia M.P., Izquierdo M., Màrquez C., Oliveras B., Ribas N., Roca M., Sardà A., Solsona N. I Via A. 2003. *Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Llibres a l'abast. Ed. 62.

Tortosa Moreno M. (2005). *Elaboració de guies didàctiques per a les Aules de Noves Tecnologies per a les Ciències*. Memoria de Llicència retribuïda. Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya. Disponible en http://phobos.xtec.es/sgfprp/resum.php?codi=893 (consulta julio 2006)

Tortosa Moreno, M. y Torra Bitlloch, I. (2005). "¿Puede hervir y estar más frío?" y "La presión como detective": Estudio de experimentos en tiempo real*. VI Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Granada 2005.

El agua subterránea: ideas previas de los alumnos y evolución de las mismas a lo largo de una sesión de clase

Eugenia García García, Juan Gabriel Morcillo Ortega y Carmen Reyero Cortiña

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Fac. de Educación. UCM

euggarci@edu.ucm.es; morcillo@edu.ucm.es; creyero@edu.ucm.es

Resumen Con el presente trabajo se pretende determinar cuáles son las ideas previas de los alumnos de Magisterio sobre las aguas subterráneas y hasta qué punto las explicaciones en el aula pueden mejorar dichas ideas. La mayor dificultad radica en el aprendizaje de conceptos científicos que necesitan de un importante proceso de abstracción. En general muestran ideas confusas y contradictorias en aspectos tales como el almacenamiento y desplazamiento de las aguas subterráneas.

Palabras clave: aguas subterráneas, ideas previas, abstracción, evolución de las ideas

Title: The groundwater: the student's previous ideas and evolution of then during a class session

Abstract: This paper presents one investigation about the previous ideas of primary student's teachers about groundwater and how this ideas change after a explanation of the subject. They find great difficulties to learn scientific concepts that need an important abstraction process. In general the students have problems with how the water is found and how it moves in the ground.

Keywords: groundwater, misconceptions of students teachers, abstraction, evolution of ideas

Introducción

Al trabajar con los alumnos de Magisterio en temas relacionados con el Medio Ambiente nos llamó la atención los numerosos problemas que a menudo les plantea el tema de las aguas subterráneas, por lo que decidimos hacer una investigación que nos permitiera conocer más en profundidad la situación de nuestros alumnos.

Durante la revisión bibliográfica encontramos numerosos trabajos como los de (Hudak y Heson, 1988; Bar, 1989; Yus Ramos, 1994; Dove et al., 1999; Dowse, 2000; Trop et al., 2000; Cortés Gracia, 2004; Dickerson y Dawkins, 2004; Márquez et al., 2003; Ben-zvi-Assaraf y Orion, 2005; Shepardson et al., 2005, Dickerson et al., 2005) entre otros. Trabajos que muestran aspectos variados en el aprendizaje de las aguas subterráneas y superficiales y del ciclo del agua y que sugieren la necesidad de seguir

investigando y de diseñar nuevas estrategias en el campo de la enseñanza de manera que mejore el aprendizaje de los alumnos.

Metodología

De esta forma iniciamos la investigación con un grupo de alumnos de distintos cursos de la carrera de Magisterio y Pedagogía de la asignatura optativa “Ciencias Experimentales y Educación Ambiental”. Comenzamos por entregarles un cuestionario con un total de 12 cuestiones a las que debían contestar de manera escueta y de forma anónima. Un mes antes, en la misma asignatura, se había trabajado el tema del ciclo hidrológico. Semanas después de haber pasado el primer cuestionario se trató en clase el tema de las aguas subterráneas y al terminar se les volvió a pasar de nuevo.

Durante la sesión de clase que duró alrededor de hora y media se trabajaron numerosas cuestiones sobre dónde se localiza el agua en el subsuelo, cómo se mueve, de dónde procede, cuales son las características de las rocas, cómo interfiere el hombre en la calidad y cantidad de las aguas subterráneas, etc. todo ello con el apoyo de numerosas transparencias con diagramas y figuras explicativas.

El test previo fue contestado por un total de 59 alumnos (se rechazaron algunos cuestionarios por escasez de respuestas). Tras el proceso de enseñanza el test fue cumplimentado por 55 alumnos.

Las preguntas fueron las siguientes y los resultados se han recogido en la Tabla 1:

1. Define la palabra acuífero
2. Pon un ejemplo de un material poroso
3. Pon un ejemplo de un material permeable
4. ¿Hay materiales porosos e impermeables? Si los hay pon un ejemplo
5. ¿Cómo se mueve el agua en el subsuelo?
6. ¿De qué depende que lo haga más o menos rápido?
7. ¿Cuál es el destino del agua subterránea?
8. ¿Qué es el nivel freático?
9. ¿Porqué en ocasiones el agua subterránea sale como un surtidor cuando abrimos un pozo?
10. ¿Cómo se contaminan las aguas subterráneas?
11. ¿El agua subterránea es un recurso renovable?
12. Haz un esquema de cómo se encuentra el agua en el subsuelo

Discusión de los resultados

A continuación discutimos los resultados de cada una de las cuestiones antes y después del proceso de enseñanza, (en el anexo presentamos las tablas de datos).

1. Es interesante observar que mientras que antes de haber trabajado el tema en el aula, la mayoría de los alumnos consideraba que un “acuífero” era una acumulación de agua subterránea o, en varios casos, algo parecido a una corriente fluvial subterránea, después de la clase más del 80% lo definía como aquel material que almacena agua (aunque no siempre la contenga) y en más de un 50% indica que además permite el paso de ésta

a través suyo. Es de resaltar el hecho de que cerca del 95% incluye la palabra "material" en su definición lo que sugiere que han captado la importancia de las rocas en el almacenaje y la transmisión del agua.

2. Antes de la clase al pedirles ejemplos de materiales porosos la variabilidad de respuestas era muy grande, algunas veces poco acertadas como p.e. el granito (un gran número de estudiantes creen que tiene una alta porosidad). En "otras" se incluyen materiales como la madera, corcho, papel, etc. Hemos de destacar la piedra pómez y la esponja, materiales porosos por excelencia. Sin embargo, después del trabajo de aula únicamente ponen ejemplos de materiales de los que se supone está constituido el subsuelo, y que claramente tienen una alta porosidad.

3. Al igual que sucedía en la cuestión anterior aparecen en el primer test numerosos ejemplos de materiales permeables, aunque resaltaríamos la arena y la arcilla. El gran porcentaje de respuestas con la arcilla nos sugiere que probablemente no entiendan el concepto de permeable y que lo confundan con poroso. Llama la atención el que un gran número ha respondido que la tela (en concreto de algodón) es permeable, quizá confundiéndolo con transpirable. A destacar el hecho de que la arcilla desaparece como material permeable en los resultados del segundo test.

4. Llama la atención el alto porcentaje de NS/NC a la cuestión de si un material puede ser poroso y permeable a la vez. Muchos alumnos afirman sin dudas que no puede existir tal material, puesto que si es poroso debe ser obligatoriamente permeable. No queda claro en muchos casos si distinguen entre porosidad y permeabilidad, ni siquiera qué significa esta última. Por el contrario en el segundo cuestionario observamos que una gran mayoría (72%) pone a la arcilla como ejemplo de material poroso e impermeable, aunque aún quedan algunos que o no saben o sugieren que es imposible que existan aunque se les haya explicado que impermeable es también aquel material que deja pasar muy lentamente el agua.

5. En cuanto al movimiento del agua en el subsuelo, los datos del pretest indican que casi un 30% cree que se mueve como ríos subterráneos similares a las corrientes superficiales, a través de canales existentes en las rocas, esta idea se corrobora con el esquema que hacen en la pregunta 12. Es interesante observar que un 24% sugiere que se desplaza a través de los materiales (suponemos que quieren decir que a través de los poros). Un 22% no sabe o no contesta. Sin embargo el segundo día un 70% de los alumnos hace una descripción detallada y correcta en la que indican además el sentido del movimiento. Un porcentaje muy elevado incluye las palabras *despacio* o *lentamente* en su respuesta. Desaparece por completo la descripción de ríos o canales.

6. Del análisis del primer cuestionario extraemos que un 34% sugiere que las propiedades de los materiales que atraviesa el agua harán que ésta vaya más o menos rápido (porosidad o permeabilidad). Es interesante el hecho de que un número importante de alumnos crean que la cantidad de agua y la topografía incida en la velocidad de las aguas, suponemos que piensan en lo que sucede con las corrientes superficiales. Por otro lado después de la explicación casi la mitad de la clase añade a la permeabilidad el concepto de gradiente hidráulico (cada uno lo explica a su modo). Aún un

11% afirma que el desnivel topográfico incide en la velocidad (¿quizás siguen pensando igual o se refieren indirectamente al mismo concepto?).

7. Antes de la clase un 45% afirma que las aguas subterráneas van a parar al mar, o incluso a la superficie, seguramente recordando el ciclo hidrológico que ya habían trabajado. Bastantes estudiantes han pensado en el uso del agua al contestar que van a parar a los pozos o hasta las raíces de las plantas. Las respuestas del segundo cuestionario son muy parecidas a las de la primera, aunque se reduce mucho el porcentaje del "mar" en detrimento de las aguas superficiales.

8. El concepto de nivel freático es completamente desconocido para más de la mitad de los alumnos (54%), mientras que casi un 30% se acerca bastante a su significado real. Después de la sesión de clase únicamente un 12% sigue sin saber de que se trata y un 20% lo define como una capa y no como una superficie (quizá indicando cierta fluctuación del nivel).

9. Al principio, más de un 70% considera que la gran presión a la que está sometida el agua en el suelo es la principal causante del ascenso al abrir un pozo, aunque sólo el 15% indica explícitamente que se la libera de la presión de forma súbita. Un 17% sugiere que la cantidad de agua también puede influir. De forma similar, en la segunda ocasión la mayoría alude a la presión a la que está el agua aunque ahora las explicaciones son más claras; más de un 12% habla de acuíferos confinados y de pozos surgentes (con otras palabras).

10. Un 54.3% responde en el cuestionario previo que los contaminantes (fertilizantes, hidrocarburos, sal, etc.) se filtran a través del suelo, aunque no especifican cómo se arrastran o qué los arrastra. Sólo el 8.5% explica que es el agua de lluvia el vehículo de transporte de los contaminantes. Aquellos que responden que "contaminando las aguas superficiales" están recordando la conexión entre aguas superficiales y aguas profundas. Después de haber tratado el tema afirman que la contaminación de los suelos con productos variados y el posterior filtrado son los causantes de la contaminación de los acuíferos, pero ahora el 27% responsabiliza al agua de lluvia del arrastre en profundidad de los contaminantes. Es interesante observar el que algunos hacen responsable de la contaminación a la sobreexplotación (que ayuda a extender los contaminantes).

11. En un primer momento casi la mitad de los alumnos responde de forma parca que "no" (es renovable) o que "si" lo es pero sin dar explicaciones, por lo que no podemos saber si han reflexionado lo suficiente. Un 30% comenta que sí es renovable porque las aguas superficiales suministran agua al subsuelo (como indica el ciclo del agua). Es interesante la opinión de aquellos que señalan que se renueva tan lentamente que es preciso evitar la sobreexplotación de los acuíferos. Por otro lado, una vez que se ha desarrollado el tema la mayoría de los alumnos afirma que sí es renovable pero con condiciones (si llueve, si se recarga, si no las sobreexplotamos), muchos añaden que lentamente. Otros tajantemente dicen que no.

12. Con respecto al esquema que se les pedía que hicieran de cómo se imaginaban el agua subterránea permitió comprobar que una gran mayoría se imaginaban que el suelo presenta ríos (o conductos) subterráneos por los

que con preferencia fluye el agua (algunos indican con flechas el sentido de flujo) y/o bolsas (lagos) donde se acumula el agua (más estático). No todos conectan el exterior con el interior. Sólo dos alumnos pintan agua entre los granos del suelo. Sin embargo el último día, a diferencia del primero en el que muchos no contestaron la pregunta, pocos dejaron de contestar y la gran mayoría hace un esquema bastante acertado: desde un suelo saturado de agua por debajo del nivel freático, hasta un esquema de una colina y un valle fluyendo el agua subterránea hasta este último paralelamente al NF (nivel freático), pasando por un dibujo en el que alternan materiales porosos e impermeables y pozos que los perforan, etc. Todos ellos esquemas que han observado en la exposición de la clase.

Conclusiones

Del presente trabajo se han extraído varias conclusiones, unas referidas a las ideas previas de los alumnos con respecto al tema de las aguas subterráneas, otras con respecto a cómo asimilan conceptos nuevos, o cómo se resisten a cambiar sus ideas cuando no han asimilado completamente ideas científicas.

✓ Tanto del desarrollo de la clase como en el análisis de los cuestionarios del primer día podemos concluir que por lo general no tienen problemas para identificar qué tipo de materiales son porosos y por tanto susceptibles de almacenar agua sin embargo les es más difícil identificar materiales permeables que permitan el paso del agua a su través (generalmente no entienden el concepto de permeabilidad). Un buen número de respuestas se refiere a materiales utilizados como prendas de ropa (a resaltar la tela de algodón, los chubasqueros, el neopreno, etc.), u otros objetos que les son familiares como la esponja, como otros trabajos previos también han concluido (Cortés Gracia, 2004).

✓ Una gran mayoría de nuestros alumnos piensan: o bien que el agua subterránea fluye rápidamente como *ríos o canales subterráneos* siguiendo la pendiente del terreno (tanto más rápido cuanto más agua haya y cuanto mayor sea la pendiente) o bien que el agua queda almacenada en forma de *bolsas o lagos subterráneos* (aunque en su mayoría conectados con el exterior). Estas ideas nos hacen pensar que no ven la estrecha relación roca-agua sino que lo perciben como algo desconectado por lo que nos sorprende que la mayoría sugiera que las propiedades de los materiales que atraviesen las rocas sean los principales factores que hagan que el agua vaya más o menos rápido. Estas ideas se ponen de manifiesto en la mayoría de los trabajos relacionados con las aguas subterráneas (Yus Ramos, 1994; Hudak, 1998; Dickerson, y Dawkins, 2004; Dickerson et al. 2005; Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005; Shepardson, et al., 2005).

✓ En general el nivel de abstracción necesario para entender fenómenos ocultos (que tienen lugar bajo tierra o durante otras épocas geológicas) es muy alto (Ben-zvi-Assarf y Orion, 2005), por lo que a los alumnos les cuesta hacerse una idea de algo que está fuera de su vista. Por ello al menos antes de la clase el número de respuestas en blanco es muy elevado y otras muchas son extrapolaciones de lo que observan en superficie (corrientes fluviales o lagos).

✓ En diferentes aspectos las respuestas pueden estar condicionadas por el hecho de haber tratado antes el ciclo hidrológico (un mes antes), aunque nos es grato observar que a menudo hacen reflexiones muy acertadas en cuanto al movimiento del agua en el subsuelo (de dónde proceden (de la superficie) y hacia dónde van a parar (al mar o a las aguas superficiales) recordando dicho ciclo. La mayoría con sus comentarios nos indican que entienden que el agua en la Tierra se

encuentra sometida a un ciclo (espacio-temporal), esto es tiene un carácter dinámico.

✓ Tanto antes como después del trabajo de aula un porcentaje muy elevado sugiere que la contaminación de los acuíferos se debe a la contaminación de los suelos, (los distintos tipos de contaminantes son nombrados por la mayoría), aunque pocos durante el primer día y muchos más durante el segundo, indican que el agua de lluvia es el causante del transporte de los contaminantes hasta el nivel freático. Algunos sugieren que la sobreexplotación de los acuíferos ayuda a la contaminación haciéndose eco de los dos mayores problemas medioambientales referidos al agua subterránea. De hecho cuando se les pregunta si el agua subterránea es renovable en su mayoría responden que sí pero muy despacio y con condicionantes (si llueve, o se recarga desde la superficie de alguna forma, si no los sobreexplotamos,...). Por lo general nuestros alumnos tienen ideas previas medioambientales bastante acertadas sobre este tema.

✓ Hay que resaltar que los esquemas realizados después del proceso de enseñanza son mucho más precisos y ricos en detalles, y no sólo por la comunicación verbal sino y sobre todo por el lenguaje visual que aporta los dibujos y esquemas (transparencias) representando distintos aspectos del tema. Por lo que debemos recomendar la utilización de diferentes modos comunicativos en el aula, pues enriquecen el proceso enseñanza-aprendizaje como se sugiere en (Márquez et al. 2003), con especial énfasis en el lenguaje no verbal como proponen (Dickerson et al., 2005), así como complementarlo con experiencias que les hagan reflexionar por sí mismos sobre problemas o fenómenos que les rodean.

✓ Es interesante observar que después de la clase la mayoría entendía que el agua circula lentamente a través de los poros en función de su permeabilidad y su gradiente hidráulico. Que el agua fluye desde las zonas de recarga (más elevadas, colinas) hasta las de descarga (más deprimidas, valle) y que el agua de lluvia se encarga de rellenar los acuíferos así como de lixiviar los contaminantes producidos por el ser humano.

✓ A pesar de la explicación ciertas ideas previas persisten en algunos casos aún después de hacerles reflexionar sobre fenómenos observables y cotidianos. Como otros autores han comprobado, los estudiantes tienden a retener conceptos erróneos que les son útiles y rechazan explicaciones científicas que están en conflicto con sus creencias comunes (Yus Ramos, 1994; Stepans et al., 1986; Shepardson et al., 2005).

Referencias bibliográficas

Bar, V., (1989). Children's views about the water cycle. *Science Education*, 73, 481-500.

Ben-zvi-Assarf, O. y Orion, N. (2005). A study of junior high students' perceptions of the water cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 366-373.

Cortés Gracia, A.L. (2004). Ideas sobre la permeabilidad en estudiantes de Magisterio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 37-46.

Dickerson, D.L. y Dawkins, K.R. (2004). Eighth grade students' understandings of groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 52, 178-181.

Dickerson, D., Callahan, T.J., Sickle, M.V. y Hay, G. (2005) Students' conceptions of scale regarding groundwater. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 374-380.

Dove, J.E., Euerett, L.A. y Preece, P.F.W. (1999) Exploring a hydrological concept through children's drawing. *International Journal of Science Education*, 21, 485-497.

Dowse, M.E. (2000) Aquifer in a jug. *Journal of Geoscience Education*, 48, 581.

Hudak, P.F. (1998) Visualizing ground-water-flow fields and contaminant plumes in an undergraduater hydrogeology course. *Journal of Geoscience Education*, 46, 132-136.

Márquez, C., Izquierdo, M. y Espinet, M. (2003). La comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 371-386.

Shepardson, D.P., Harbor, J. y Wee, B. (2005) Water towers, pump houses, and mountain streams: students' ideas about watersheds. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 381-386.

Stepans, J.I., Beiswenger, R.E. y Dyche, S. (1986). Misconceptions die hard. *The Science Teacher*, 22, 65-68.

Trop, J.M., Krockover, G.H. y Ridgway, K.D. (2000). Integration of field observations with laboratory modeling for understanding hydrologic processes in an undergraduate earth-science course. *Journal of Geoscience Education*, 48, 514-521.

Yus Ramos, R. (1994) "Balsas de agua y ríos subterráneos". Representaciones de los alumnos sobre la circulación freática. Su tratamiento en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. Extra, 76-79.

Anexo

	Antes de la clase	%	Después de la clase	%
Acuífero	• Acumulación de agua subterránea • Cavidad o conducto subterráneo (similar a una corriente fluvial) • Corrientes superficiales de agua (cauces) • Relativo al agua • Otras • No sabe o no contesta	62.7 13.5 3.4 3.4 8.5 8.5	• Material que almacena y deja pasar el agua • Terreno poroso y permeable • Las dos definiciones anteriores • Acumulación de agua subterránea • Material impermeable que almacena agua • Material que almacena agua	52.7 7.2 16.4 5.5 7.2 11
Material poroso	• Esponja • Arcilla • Granito • Arena • Piedra pómez • Caliza • Otras • No sabe o no contesta	13.5 20.3 10.2 10.2 16.9 13.6 10.2 5.1	• Arcilla • Arena • Las dos respuestas anteriores • Grava • Piedra pómez	58.2 25.5 10.9 1.8 3.6
Material permeable	• Tela algodón • Papel o cartón • Arcilla • Arena • Granito • Caliza • Otras • No sabe o no contesta	13.5 10.2 27.1 27.1 6.8 3.4 3.4 6.8	• Grava • Arena • Arena y grava • Granito • Caliza	29.1 56.4 7.2 55 1.8
Material poroso e impermeable	• Arcilla • Arena • Granito • Rocas volcánicas • Otras (carbón, neopreno, cemento, plástico... • No existe • No sabe o no contesta	18.6 3.4 8.5 3.4 11.9 20.3 33.9	• Arcilla • Granito y/o Caliza • Arena • No se • No existe	74.5 7.3 5.5 9.1 3.6
¿Cómo se mueve el agua?	• Igual que en superficie • A través de los materiales • A través de los poros o como ríos subterráneos (de las dos) • Como ríos subterráneos o a través de conductos • Según la pendiente del terreno • Hacia abajo • Hacia el exterior y hacia el mar • No sabe o no contesta	5.1 23.7 3.4 28.8 6.8 5.1 5.1 22	• Por encima del NF verticalmente y por debajo paralelo a él o a la topografía • Despacio, en la zona saturada desde las zonas de mayor a las de menor presión • Por los poros del suelo (despacio) desde la zona de recarga a la de descarga • Muy despacio • Horizontalmente • Otras • No sabe o no contesta	31 25.4 12.7 12.7 9.1 5.5 3.6

¿De qué depende su velocidad?	• Permeabilidad o porosidad • De la cantidad de agua • De los materiales que atraviese • De la presión y/o temperatura • De la topografía y permeabilidad y cantidad de agua • De la energía potencial del agua • Otras • No sabe o no contesta	23.8 10.2 10.2 15.3 15.3 8.5 6.8 11.8	• Permeabilidad (a veces porosidad) • De la permeabilidad y del gradiente hidráulico • Del desnivel del terreno • De la cantidad de agua y del tipo de terreno • Otras • No sabe o no contesta	29.1 45.4 7.3 3.6 9.1 5.5
Destino de las aguas subterráneas	• El mar o el océano • El mar y la superficie • Pozos • Superficie • Vegetación (raíces) y pozos • Acuíferos • No sabe o no contesta	28.8 16.9 18.6 6.8 8.5 5.1 11.9	• Pozos, embalses, manantiales,.. • Quedar almacenada en el suelo • Océanos • Ríos y el mar • Consumo humano y agrícola (incluye pozos) • No sabe o no contesta	14.5 16.4 7.3 20 20 21.8
¿Qué es el nivel freático?	• Nivel del agua subterránea • Nivel de fuerza al salir el agua • Capacidad máxima de un acuífero • Nivel de permeabilidad • Otras • No sabe o no contesta	20.3 3.4 8.5 3.4 10.2 54.2	• Nivel o superficie que separa la zona saturada de la de aireación • Zona o capa que separa la zona saturada de la de aireación • El nivel donde se encuentra el agua en el subsuelo • No sabe o no contesta	56.3 20 11 12.7
¿Porqué sale como un surtidor	• Por la gran presión a la que está • Porque la liberamos de la presión • Por la gran cantidad de agua almacenada • Por la presión y la cantidad de agua que hay • Porque tiene mucha energía, fuerza (y le empuja hacia el exterior) • Porque tiene muchos gases y empujan al agua hacia arriba • No sabe o no contesta	49.5 15 8.5 8.5 5 5 8.5	• Porque está a presión, sube hasta igualar a la presión atmosférica (exterior) • Por la presión del agua o del nivel freático • Porque el nivel freático se encuentra por encima del nivel del agua del acuífero • No entiendo la respuesta • Otras • No sabe o no contesta	40 21.8 12.7 7.3 7.3 11
¿Cómo se contaminan las aguas subterráneas?	• Vertidos contaminantes (variados) que se infiltran a través del suelo • Contaminando las aguas superf. • Lluvia ácida • Con sustancias contaminantes • La lluvia arrastra los contaminantes del suelo • No sabe o no contesta	54.3 13.6 3.4 10.1 8.5 10.1	• Por diversas fuentes en el suelo • Por productos fitosanitarios • Por la sobreexplotación que extiende la contaminación • Porque se contaminan los suelos • Por la filtración del agua de lluvia en un subsuelo • No sabe o no contesta	40 11 12.7 7.3 27.3 1.8
¿Es un recurso renovable?	• Si, siempre se está renovando (en movimiento constante) gracias al ciclo hidrológico • Si, pero muy lentamente (algunos dicen que no si se extrae rápido) • Si, si llueve y se recarga desde la superficie • Si es renovable (sin explicaciones) • No es renovable (sin explicaciones) • No sabe o no contesta	17 13.6 13.6 20.3 27 8.5	• Si, si llueve o se recarga (pero despacio añaden varios) • No si sobreexplotamos el acuífero y no le dejamos recargar • Si, pero lentamente • Si, el agua se depura al atravesar el suelo • Si, a través del ciclo del agua • No • No sabe o no contesta	27.3 12.7 27.3 7.3 3.6 16.4 5.5
Esquema del agua en el subsuelo	• Como bolsas comunicadas entre sí y con el exterior (a través como de ríos) • Como bolsas sin conexión entre sí ni con el exterior • Como ríos, bolsas y también entre granos • Como ríos comunicados con el exterior • Como ríos subterráneos con grutas y estalactitas • No sabe o no se entiende el dibujo	18.7 13.6 3.4 22 10.1 32.2	• Acuíferos (puntos) entre material impermeable (rayas) y pozos, NF. • Zona superior con los poros con aire y la inferior llenos de agua separadas por una línea (NF) • Zona de aireación/Zona de saturación separadas por una línea (NF) • Dibujan una colina y un valle (relieve), el NF y flechas que indican el movimiento del agua desde la colina al valle • Bolsas y ríos conectados con el exterior y con el mar • No sabe o se entiende el dibujo	30.9 25.3 16.4 11 5.5 11

Tabla 1. Resultados de los cuestionarios antes y después de la clase.

¿Por qué el padre de César saca a los galápagos del río?

Teresa Franco Manero[1] y María Herguido Alegre[2]

1 Profesora tutora de 3º Educación Infantil del Colegio Ana Mayayo (Zaragoza) monteagudofranco@hotmail.com; 2 Alumna de 3º de magisterio de educación infantil. Los Fayos, 3, 6ºB. 50017 Zaragoza bachuca_maria@hotmail.com

Resumen: Este trabajo se ha realizado con alumnos y alumnas de 3º de educación infantil (5 y 6 años), a lo largo del 2º trimestre del curso 2005/06. Para llevarlo a cabo hemos seguido la metodología de "proyectos de trabajo", en la que priorizamos las habilidades para buscar información, contrastar ideas y reelaborar conocimientos. El proyecto surgió del interés de los alumnos/as, a partir de las informaciones que un niño de la clase, (de forma espontánea) trajo sobre el trabajo de su padre. A continuación decidimos investigar la pregunta que surgió en la clase: *"¿Por qué el padre de César saca los galápagos del río?".* Hemos investigado con los alumnos/as esa y otras preguntas complementarias logrando una gran participación por parte de los alumnos y de las familias, así como un nivel de asimilación de conocimientos considerable.

Palabras clave: tortuga, proyectos de trabajo, educación infantil, investigación en el aula

Title: Why Cesar´s dad takes the tortoises out of the river?

Abstract: This work has been put into practice with preschool children (5 and 6 years) during the second term of the school year 2005/06. To carry out it, we have worked according to the "work projects" methodology. In it, we have treated as a priority the skills to look for information, check ideas and remake knowledge. The project arose from pupils interest. A child gave some information to his school mates about the work that his father was doing. So, we decided to investigate the next question: *" Why Cesar´s dad takes the tortoises out of the river?"* We have been investigating that and other complementary questions with pupils and we have achieved children and families to take part in it as well as a good level of knowledge assimilation.

Key words: tortoise, work projects, preschool children, classroom research

Introducción

Los proyectos de trabajo tienen puntos de conexión con las teorías y las prácticas pedagógicas que estimulan la investigación del entorno, el trabajo cooperativo, la interacción continua entre el profesorado y el alumnado, el uso de diversas fuentes y entornos del aprendizaje (propugnados, entre otros, por Decroly o Kilpatrik a principios de siglo XX) pero esta metodología pretende dar un nuevo paso en el uso de las estrategias de enseñaza y

aprendizaje superiores. Ayuda a organizar, sintetizar y buscar lo esencial, interrelaciona la cultura escolar con la del entrono y viceversa.

El nacimiento de los proyectos de trabajo está unido a nombres como: Dewey, Freinet y Bruner. En su concepción actual se subraya el protagonismo del estudiante en el proceso de aprendizaje, el estímulo de la curiosidad y el interés por aprender, la comunicación interpersonal, la inventiva, la formulación y resolución de problemas, la búsqueda continua y la globalización. Persiguiendo, en definitiva, lograr una mayor comprensión de la realidad personal y colectiva.

Esta comunicación oral esta basada en un trabajo práctico, realizado con unos alumnos de 3º de educación infantil en el Colegio Público “Ana Mayayo” de Zaragoza.

Los objetivos concretos que nos hemos planteado en el proyecto son:

Hacia los alumnos

- Aprender a formular preguntas
- Trabajar sobre los mecanismos de búsqueda de la información
- Reelaborar los propios conocimientos al final del proceso.
- Concienciar a los alumnos sobre la problemática que plantean los animales alóctonos.

Como profesoras:

- Despertar la curiosidad por aprender.
- Potenciar la participación de las familias en el proceso educativo.
- Estimular la responsabilidad para cuidar seres vivos.

Hemos desarrollado el proyecto en la clase de los niños-as de 3º de Educación Infantil a lo largo de tres semanas, con una media de cuatro o cinco sesiones semanales.

Planteamiento de la actividad

¿Cómo surgió el tema?

Un niño de la clase, en la asamblea que se hace a primera hora, explicó que parte del trabajo de su papá consistía en sacar del río Ebro los galápagos que no eran de aquí, como no sabíamos el motivo por el que lo hacía decidimos investigarlo.

Empezamos el trabajo

El mismo niño nos trajo a clase tres galápagos que había adoptado de la guardería de animales del galacho de La Alfranca. “Galacho” es una voz aragonesa que hace referencia a los meandros del río, abandonados como consecuencia de los cambios del trazado del cauce a lo largo del tiempo y con una abundante vegetación acuática, palustre y bosques de galería. Los Galachos de la Alfranca del Ebro en Pastriz, junto con los de la Cartuja y El Burgo de Ebro, cuentan con un régimen de protección especial al estar catalogados como Reserva Natural. De todos ellos, el Galacho de la Alfranca es el más importante y mejor conservado, siendo único en su género, con

una importante superficie de aguas libres y de carrizal. Es en sus proximidades donde se ha ubicado el Centro de Interpretación de la Naturaleza, gestionado por la Diputación General de Aragón.

En 1991 las Cortes de Aragón declararon la Reserva Natural de los Galachos de La Alfranca de Pastriz, La Cartuja y El Burgo de Ebro. Los objetivos que se perseguían con la creación de la Reserva Natural eran, y son:

- La conservación del bosque de ribera mediterráneo, de los Galachos del Ebro y sus valores naturales.
- La restauración y recuperación de los ecosistemas.
- El fomento de los usos científicos, culturales y educativos, favoreciendo el conocimiento de las riberas del Ebro de un modo compatible con la conservación.

Actualmente se lleva a cabo un programa educativo e informativo, enseñando y guiando a los visitantes que acuden al Centro de Interpretación y a la Reserva, realizándose otras actividades previamente concertadas con los colegios. Son por lo tanto frecuentes las visitas de colegios y particulares que acuden al Galacho, bien para su estudio o bien simplemente de modo lúdico.

Decidimos como los íbamos a cuidar:

Haríamos un calendario, en el cual anotaríamos los responsables (encargados de cambiarles el agua y darles la comida). El de suministro de comida se realizaría tres veces al día a las 9, 12 y 17 y cambio de agua a las 17. Los siguientes pasos fueron:

- Recogimos los conocimientos previos sobre el tema (incluso los errores cognitivos que algunos tenían), ya que esto les ayuda a corregirlos e interiorizarlos correctamente a lo largo del desarrollo del proyecto.

- Nos planteamos las preguntas a resolver, que fueron las que se recogen en el cuadro de desarrollo del proyecto Elaboramos el mural (cuadro de desarrollo del proyecto) y lo colgamos en uno de los rincones de la clase, al lado de donde teníamos los galápagos. Anexo 1

Información a las familias:

Realizamos una carta para sus padres entre todos, cada niño la escribió en un folio para poder dársela y que estos les ayudarán a investigar, sacar material acerca de los galápagos… que después traían a clase y nos servía de ayuda en nuestro estudio.

Desarrollo del trabajo:

Cada día seleccionábamos una de las preguntas del mural para investigarla.

¿Cómo investigar?:

- Llevamos la pregunta a casa
- Cada equipo investigó una pregunta (ya que el aula esta dividida en cinco grupos)
- Lo buscamos en los materiales que teníamos en el aula
- Lo buscábamos en el ordenador.

A partir de aquí cada día íbamos resolviendo una pregunta o parte de ella. Cuando la resolvíamos la pasamos al mural. Si lo considerábamos conveniente hacíamos una ficha.

Descripción detallada de la actividad

Vamos resolviendo las preguntas y el desarrollo de las mismas.

Al entrar en clase todos sentados en la asamblea, les preguntábamos que si habían traído material sobre la pregunta a investigar; varios niños respondían afirmativamente. A continuación de uno en uno, nos explicaban a todos de donde habían sacado la información y alguna idea fundamental acerca de ello.

En ocasiones, algunos niños traían información sin saber nada acerca de ello, por eso, hicimos mucho hincapié en que lo importante no era traer por traer a clase información, sino que ellos en sus casas les preguntarán a los papas y que les ayudarán, para que luego al venir a clase supieran contar a sus compañeros lo que habían investigado en sus casas.

Nosotras seleccionábamos a simple vista lo más interesante, les leíamos a todos o en grupos pequeños, un poco de la información que nos aportaba cada niño, es en este momento, cuando surgen más dudas, preguntas…El debate que se establece es muy interesante y a través de el intentábamos que los alumnos-as llegaran a encontrar la solución mas completa posible a la pregunta.

En este proyecto hemos llevado a cabo varias actividades entre las que encontramos:

- Conversaciones con los alumnos
- Búsqueda de información en: enciclopedias, diccionarios, Internet, videos, fotografías…
- Visita de los padres de dos niños de la clase, que tenían conocimientos sobre lo que estábamos estudiando.
- Realización de fichas en torno a las preguntas estudiadas.
- Elaboración de un juego, en el que, hay que colocar a un galápago sus partes externas y internas.
- Pintamos entre todos un galápago gigante (1 metro) de las Islas Galápago, para compararlo con los que teníamos en clase.
- Observación y cuidado de los animales diario, suministrándoles el agua y comida necesaria…

Realizamos una serie de conversaciones con los alumnos a lo largo del proyecto sobre la información recogida, lo que habían hablado con sus padres... y realizamos fichas de las siguientes preguntas planteadas:

- ¿De dónde saca los galápagos el papá de César, como llegan hasta allí? ¿Qué os parece?
- ¿Qué nos explica el papá de Josué acerca de los galápagos gigantes de las Islas Galápagos?
- ¿Cómo nacen los galápagos?
- ¿Cómo son los galápagos en su interior y exterior? ¿Qué diferencias hay entre los machos y las hembras?
- ¿Cómo ocultan la cabeza los galápagos?
- ¿Qué es un anfibio? ¿Será lo mismo un reptil y un anfibio?
- ¿Qué clases de galápagos hay?
- ¿Cómo viven?

Además de todas estas preguntas, surgieron también otras de menor importancia como consecuencia de la motivación e intereses que se despertaron en los niños.

A continuación les mostramos la *conversación* que tuvimos con los niños en torno a la pregunta central del proyecto: "¿De dónde saca los galápagos el papá de César, como llegan hasta allí?". Aquí mostramos todo lo trabajado en torno a ello, ya que, nuestro objetivo principal fue que se dieran cuenta de la gran importancia que tiene arrojar a los galápagos alóctonos al río, y las consecuencias que provoca: serios problemas en los ecosistemas y termina perjudicando a los galápagos autóctonos de nuestros ríos, debido a que se comen su comida porque son más voraces.

Realizamos una conversación previa a la visita del padre de Cesar en torno a la pregunta: "¿De dónde saca los galápagos el papá de César, como llegan hasta allí? ¿Qué os parece?"

La visita del padre de César

Al subir del recreo los niños se encontraron con Fernando (el papá de uno de los niños de clase que se llama César), él se ofreció voluntario tras comentárselo, a explicar a los niños en que consiste su trabajo como guarda de montes y no solo eso, sino también a hablarnos sobre todo lo que sabe acerca de los galápagos. Antes de que Fernando pudiera empezar sus explicaciones un niño de la clase ya tenía la mano levantada para preguntarle: "¿Por qué abandonan a los galápagos?"

Fernando les explicó que la gente los compra cuando son pequeñitos y luego cuando se hacen grandes no tienen condiciones para mantenerlos o se cansan de ellos y los tiran. Además nos dijo que si alguna vez nos queremos desprender de alguno de estos animales, podemos llamar a un teléfono del ayuntamiento donde allí hay agentes forestales como él, y irán a buscar a ese animal y lo llevaran a un lugar especializado donde los cuidaran (a la guardería de animales de la Alfranca). O en caso de que no lo queramos y lo quiera alguien que lo pueda cuidar bien, se lo podemos dar.

Otro niño le preguntó: "¿Y si los galápagos de Florida se tiran al río Ebro y se encuentran con los galápagos pequeños del Ebro que pasará?"

Nos contesto que los galápagos que no son de aquí, son más voraces, comen más cantidad y más rápido, en cambio, las tortugas de nuestros ríos, como consecuencia de esto, se quedan sin comida porque los galápagos de fuera se comen todo. Por eso no se deben abandonar animales que no son de la zona porque son más fuertes que los de aquí y les dejan sin recursos. Además nos explicó muchas más cosas interesantes.

Para concluir la visita y comprobar si se habían enterado de las explicaciones de Fernando, preguntamos a todos los niños: "¿Por qué el padre de César saca a estos galápagos del río?"

- Para que no acaben con la fauna. *Iván*.
- Para protegerlos. *César*.
- Para que no perjudiquen a otros galápagos de aquí. *Noelia*.

Como pudimos comprobar los niños prestaron atención y entendieron las explicaciones asimilándolas.

Conclusiones:

Valoramos de forma positiva el grado de consecución de los objetivos propuestos especialmente los referidos a:

- Reelaborar los propios conocimientos al final del proceso.
- Potenciar la participación de las familias en el proceso educativo.

Pero el objetivo estrella del proyecto ha sido concienciar a los alumnos sobre la problemática que plantean los animales alóctonos. Esta problemática era totalmente desconocida para los alumnos y en el momento actual la generalizan a otras especies con las que entramos en contacto ya sea a través de otros trabajos o en las salidas que se realizan al medio natural

ANEXO 1

VAMOS A ESTUDIAR LOS GALÁPAGOS

(CUADRO RESUMEN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO)

¿QUÉ SABEMOS?	¿QUÉ QUEREMOS APRENDER?	¿QUÉ HEMOS APRENDIDO?
Que son galápagos	¿Cómo nacen?	El macho fecunda a la hembra. La hembra pone los huevos y los tapa para que nadie los estropee.
Que vivían en el río	¿Cómo viven?: • ¿Cómo viven los del mar? ..... • ¿Cuánto rato pueden estar sin agua? ..... • ¿Qué necesitan para vivir?	• Viven el mar y buscan comida fuera de la orilla, en la superficie o se sumergen a profundidades de 150m para alimentarse de crustáceos. • Pueden estar sin agua incluso un año. • Necesitan agua, comida, sol...
No se pueden sacar del río si están más de 10 minutos se mueren	• ¿Qué clases de galápagos hay?	Hay 250 clases de tortugas, entre ellos hay clases de galápagos que conocemos como: los galápagos gigantes, los galápagos de Florida y los galápagos comunes de aquí.
Si los sacamos del río nos quedamos sin galápagos y sin agua	¿Cómo son?: • ¿Cómo es su interior? ..... • ¿En que se diferencian los machos de las hembras? ..... • ¿Cómo son sus caparazones y para que sirven?.....	• Son blandos, tienen órganos y costillas soldadas al caparazón, • Los machos tienen el plastón cóncavo y las hembras plano. Los machos las patas más largas que las hembras. • <u>Tienen 2 partes</u>: Una superior: el caparazón y otra inferior el plastón. Sirven para proteger a los galápagos de peligros como los cangrejos fantasma.
Los galápagos tienen el caparazón en punta y las tortugas plano	¿Qué es un anfibio?	Son animales vertebrados, regulan la temperatura de su cuerpo(al sol o en el agua). Algunos de ellos: sapos, ranas, salamandras…
Hay que echarles poca comida	¿Por qué se llaman galápagos?	Normalmente se les llama así porque viven en agua dulce
(En el bote de comida aparece la palabra anfibio) Un anfibio es una rana	¿Por qué el padre de César saca a esta clase de galápagos del río?.....	Porque son muy voraces y se comen el alimento de los animales autóctonos.
Los grandes son hembras	Además hemos aprendido	Que los galápagos no son anfibios sino que son reptiles: Son vertebrados, tienen una piel impermeable, cubierta de escamas. Algunos reptiles: cocodrilos, lagartos…

ANEXO 2

MATERIAL COMPLEMENTARIO:

- *Dossier de actividades realizadas con los alumnos-as.*
- *Material fotográfico recogido a lo largo del desarrollo de la experiencia.*

BIBLIOGRAFIA UTILIZADA:

En torno al tema del proyecto:

- Burton.M y Burton.R. *Enciclopedia de la Vida Animal*, Editorial Bruguera, S.A
- Whitfield.P. *La Enciclopedia de los Animal*es, Editorial S.M
- Páginas Web: Info@vivecuador.com,
- Enciclopedia Encarta 2005

De educación:

- L.S. Vygotski *"El desarrollo de los procesos psicológicos superiores"* Editorial Crítica, grupo editorial Grijalbo 1.972.
- Fernando Hernández y Montse Ventura *"La organización del currículo por proyectos"* ediciones Grao 1.992.
- Fernando Hernández y Juana Mª Sancho *"Para enseñar no basta con saber la asignatura"* Editorial Laia 1.989.
- Fernando Hernández y Montse Ventura *"El conocimiento es un calidoscopio"* ediciones Grao 1.992
- Revista "*Cuadernos de pedagogía"* nº 243. Tema del mes: "Los Proyectos de trabajo"

Ante un problema medioambiental real sobre el agua ¿Qué piensan y qué están dispuestos a hacer los alumnos de educación ambiental?

Jaén, M.[1] y Martínez, M. A.[2]

[1]Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia mjaen@um.es
[2]I.E.S Francisco Salcillo. Alcantarilla (Murcia) mangelesmt@gmail.com

Resumen: En este trabajo se trata de analizar la forma en la que los alumnos de Educación Ambiental abordan situaciones problemáticas medioambientales reales, la evolución de los argumentos que utilizan a lo largo de la actividad, las soluciones que proponen, si son factibles y las acciones que estarían dispuestos a realizar llegados a la etapa final de toma de decisiones sobre el problema.

Palabras clave: educación ambiental; universidad, agua, resolución de problemas

Title: What do environmental education students think and what are they prepared to do about an environmental water problem?

Abstract: In this paper we attempt to analyse how Environmental Education students approach real environmental problems. We concentrate specifically on the development of their arguments throughout the activity, their proposed solutions and the viability of the actions suggested in the final decision-making stage of the problem-solving activity.

Key words: environmental education, university, water, problem solving

Introducción

Una ligera mirada a las noticias que aparecen habitualmente en los medios de comunicación, nos muestran de forma patente que los objetivos definidos para la Educación Ambiental hace más de treinta años, siguen totalmente vigentes en la actualidad. Por lo tanto esta sociedad continúa necesitando ciudadanos creativos, innovadores, capaces de tomar decisiones comprometidas, de valorar las situaciones y participar activamente ante situaciones medioambientales que requieran una indudable defensa.

En este sentido, una posible vía para lograr que en las aulas los estudiantes se hagan preguntas, se cuestionen determinados modos de actuación y se argumente sobre las soluciones más adecuadas, puede ser el planteamiento de situaciones problemáticas abiertas basadas en noticias cercanas y de actualidad. La utilización de esta estrategia favorece el interés, la interacción entre los estudiantes y el profesor, les permite partir de sus propias percepciones, potencia la reflexión colectiva sobre situaciones socioambientales reales, incita a la participación, etc. (Alvarez et al, 2002; Aramburu, 2000; Goodwin y Adkins, 1997; Pallant, 1996;..) Pero supone sobre todo acercar estos temas al contexto real de la vida de

los estudiantes, permitiendo abordar su complejidad y las numerosas variables que intervienen en la situación.

El análisis de los argumentos que utilizan para tomar decisiones, el tipo de actuaciones que están dispuestos a realizar y la contrastación entre sus ideas iniciales y las que defienden a lo largo del proceso de resolución nos puede proporcionar una información relevante sobre las actitudes y valores hacia la conservación del medio ambiente que comparten, su resistencia al cambio y la dificultad de fomentar esos contenidos durante el desarrollo de la enseñanza (Jiménez y Pereiro, 2002).

Las ideas que manifiestan los estudiantes en estos contextos reflejan algunas de las contradicciones de la sociedad actual, por una parte se defiende un progreso científico y tecnológico, que no cuestiona el uso indiscriminado de los recursos, al mismo tiempo que se denuncia la gravedad de la situación, en cuanto a la degradación del medio y el agotamiento de los recursos naturales (Mayer, 1998).

Otros aspectos interesantes son las complejas relaciones que se establecen entre el conocimiento sobre la problemática ambiental y las actitudes conductas dirigidas hacia su conservación. Según los planteamientos de la Educación Ambiental de los años 70, los problemas ambientales estaban causados fundamentalmente por una falta de conocimiento y su solución pasaba por obtener la información correcta. Estos enfoques parecen totalmente superados en la actualidad, por lo tanto, hemos de tener en cuenta que los conocimientos son importantes para fomentar actitudes y conductas responsables con el medio, pero no olvidar que influyen de forma decisiva otros aspectos derivados del entorno social o relacionados con la propia personalidad del sujeto. En cualquier caso, muchos estudios señalan que la relación entre conocimientos, actitudes y conductas no es concluyente (Marcén y otros, 2004; Mayer, 1998; Jiménez y Pereira, 2002).

Esta falta de conexión directa entre la posesión de conocimiento y la adquisición de actitudes y conductas puede ser debida a influencias positivas y negativas que estarán determinadas por múltiples factores externos e internos como: factores demográficos, económicos, sociales, culturales, motivación, conocimiento, concienciación, aspectos emocionales, actitud, responsabilidad, prioridades... (Kollmuss y Agyeman, 2002). A veces los estudiantes demuestran conocimientos sobre problemas ambientales de ámbito local o regional y manifiestan su preocupación, pero también reconocen de forma abierta su falta de compromiso y proponen actuaciones confusas y poco significativas (Martínez y Jaén, 2005).

Plan de trabajo

Se diseñó un problema basado en una situación real que se desarrolló durante los cursos académicos 2003-04 y 2004-05 en la asignatura optativa Educación Ambiental. Los estudiantes eran un total de 85, pertenecientes a 2º y/o 3º curso de la licenciatura de Ciencias Ambientales de la Universidad de Murcia.

La actividad se desarrolló durante una sesión de 2 horas en la que los estudiantes trabajaron en grupo. Como instrumentos de análisis hemos

usado una hoja de planificación y otra que llamamos informe final en la que los alumnos reflejaban las distintas tareas que realizaban y los datos que obtenían durante la resolución del problema. El análisis de sus propuestas se ha centrado en dos fases del problema que consideramos muy interesantes para analizar sus argumentos, es decir, las etapas que van desde su propia planificación de tareas hasta el establecimiento de conclusiones que les lleva a valorar las soluciones posibles.

Descripción del problema

El enunciado del problema aborda uno de las grandes preocupaciones medioambientales de muchas zonas del planeta que se ven obligadas a crear planes adecuados de gestión del agua debido a su escasez. La cultura del agua en la Región de Murcia es al mismo tiempo una cuestión histórica y de rabiosa actualidad, lo que hace el tema muy cercano a los alumnos, es una cuestión que no los deja indiferentes, lo que permite una mayor implicación en el problema, al mismo tiempo que, en teoría, les proporciona más argumentos en la discusión. Este aspecto nos parece muy interesante para valorar lo que piensan los estudiantes y las actuaciones que están dispuestos a llevar a cabo.

El problema se ha planteado utilizando una noticia real, a partir de un recorte de prensa en el que se exponen las quejas de un colectivo ecologista ante la desaparición de una acequia centenaria. Se proponía a los estudiantes la siguiente cuestión:

> La acequia “La Andelma”, una de las últimas antiguas acequias que quedan en la región, se está viendo afectada por la polémica del ahorro del agua en Siyasa (Cieza). Debido al deterioro de la acequia ocasionado por el paso del tiempo, las pérdidas de agua que se producen, tanto por evaporación como por filtración son demasiado considerables para no tenerlas en cuenta.
>
> Algunos sectores agrícolas proponen entubarla para conseguir evitar las pérdidas y dotar al agua de una mayor presión que les permita usarla para el riego por goteo, el cual consume mucho menos volumen de agua. Sin embargo, a los grupos ecologistas, no les parece lo más adecuado, ya que esto provocaría una drástica desaparición del ecosistema de ribera, así como la destrucción total de una acequia que ha sido patrimonio histórico y cultural de nuestra región durante cientos de años.
>
> ***¿Qué solución propones ?***

El recorte de prensa se completó con una fotografía del bosque de ribera de la zona y un mapa topográfico del lugar por el que transcurre la acequia.

Desarrollo del problema

Como modelo de resolución de problemas, hemos utilizado el propuesto por Aramburu (2000) para el planteamiento y resolución de problemas en Educación Ambiental, que mantiene una diferencia que nos parece significativa respecto al resto de las propuestas que existen en la bibliografía, y es el establecimiento de la actuación como una de las etapas en su resolución.

Este modelo consta de las siguientes fases:

1. Fase diagnóstica y de sensibilización. Se realiza un diagnóstico previo de la situación, que permite localizar las expectativas y representaciones de los alumnos y docentes sobre el problema que se plantea.

2. Fase analítica e investigadora. Se identifica el problema y se planifica el trabajo de investigación necesario para la resolución.

3. Fase de estructuración y búsqueda de soluciones. Se ordena y analiza la información disponible para abordar la búsqueda de soluciones, eligiendo una que sea válida y consecuente con las características del problema y con los medios disponibles.

4. Fase de comunicación y realización de acciones. Las soluciones deben convertirse en planes de acción y para ello se han de concretar los pasos a seguir. Además se debe comunicar el resultado obtenido, no sólo al resto de compañeros, sino a todas las personas implicadas en el problema.

Análisis de los resultados

En las fases segunda y tercera los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Durante la *fase analítica e investigadora* los estudiantes identifican el problema, argumentan a favor y en contra de determinadas actuaciones, se posicionan previamente sobre la mejor solución al problema, declaran sus conocimientos sobre el tema y demandan la información necesaria para resolver el problema.

Al analizar las respuestas de los alumnos encontramos que la mayoría, en principio, reducen la situación problemática a una situación dicotómica, es decir, conservar o destruir la acequia. Son pocos los grupos que profundizan más y hablan del conflicto de intereses que suponen los aspectos sociales y económicos implicados.

Resulta bastante interesante que, casi todas las razones a favor de entubar la acequia tienen que ver con el ahorro del agua, constante que se hace presente en todos los grupos. Sin embargo no se encuentran razones a largo plazo (mantenimiento, aparición de nuevos ecosistemas…) o de tipo social (creación de puestos de trabajo…)

En cuanto a las razones en contra, todos los grupos hacen notar la desaparición del ecosistema de ribera y de un bien cultural. Solamente uno de los grupos se refiere a las ganancias económicas que se podrían conseguir de la explotación turística de la acequia.

En esta etapa inicial de planificación todos los estudiantes piensan que se debe conservar la acequia, aunque con los matices siguientes:

Conservar la acequia impermeabilizándola en parte para evitar pérdidas	55%
Conservar la acequia con sistemas de bombeo y circuito cerrado	9%
Conservar la acequia intentando buscar alguna solución	18%
Conservar sobre todo el ecosistema de ribera	9%
Mantener el estado actual de la acequia	9%

La información más requerida por los distintos grupos como necesaria para la resolución del problema es: las características y descripción de los elementos que componen el ecosistema asociado, el presupuesto económico sobre el entubamiento y su mantenimiento, las hectáreas de cultivo que se verían afectadas por nuestras decisiones y el impacto ambiental generado por las obras.

b) Durante la *fase de estructuración y búsqueda de soluciones* los alumnos reconsideran los pasos seguidos hasta el momento, señalan la información utilizada, las dificultades encontradas, los resultados obtenidos, las diferencias con sus ideas iniciales, los temas que no han quedado claros y por último su propuesta concreta y las acciones que están dispuestos a emprender para lograrlo.

Las conclusiones a las que llegan después de realizar la investigación son muy variadas, centrándose fundamentalmente en la importancia de los aspectos socio-económicos involucrados, por otra parte, la evidencia de la complejidad y subjetividad de la situación real planteada. Les causa una gran inseguridad en sus conclusiones. Destacar también que sólo un grupo ha modificado sus propuestas iniciales, inclinándose hacia el entubamiento de la acequia.

La propuesta que piensan que es la mejor solución al problema:	
Mejorar la eficiencia de la acequia impermeabilizándola parcialmente	45%
Conservar la acequia pero reparando las pérdidas e instalando riego por goteo	37%
Conservar la acequia y protegerla declarándola bien de interés cultural	9%
Entubar la acequia en su totalidad salvo en el tramo de los olmos	9%

Es realmente interesante comprobar que la mayoría proponen una solución con escasa base científica y que no tiene una clara viabilidad, ellos mismos tampoco son capaces de explicar en sus propuestas cómo realizarían la impermeabilización del fondo de la acequia, pues si se trata de realizar una obra, el impacto producido por ella, tendría el mismo efecto destructor en el ecosistema que el entubamiento, de lo cual son conscientes. Más bien parece que tienen un afán desmedido de conciliar las dos posturas lo cual les lleva a negar algunas evidencias. Se diferencian dos grupos que se decantan por posturas opuestas, uno propone el entubamiento, aunque salva alguna parte y el otro se decanta claramente hacia la conservación de la acequia proponiendo acciones legales para su protección. Por último el resto, hace propuestas de conservación pero mejorando las condiciones del regadío, o sea mejorando la eficiencia y proponiendo medidas de ahorro.

La mayoría de los grupos manifiestan no haber cambiado su postura inicial, aunque ahora contemplan inconvenientes que les habían pasado inadvertidos anteriormente. El resto también asegura ver el problema desde otra perspectiva que tiene más que ver con el ahorro del agua. En general, podríamos decir que conforme avanza el desarrollo de la actividad, más conscientes son los alumnos de la dificultad de encontrar una solución que no presente inconvenientes.

Diferencias que establecen respecto a sus ideas iniciales	
Ninguna diferencia destacable	54%
Entubar tramos de acequia, no completa	18%
Incluye nuevas valoraciones: cuantificación de las pérdidas de agua y la importancia del agua en el sector agrícola	28%

Las principales dificultades que los estudiantes manifiestan haber tenido durante el desarrollo de la actividad están relacionadas fundamentalmente con la supuesta "falta de objetividad", tanto de la información utilizada, que variaba dependiendo de la fuente, como la dificultad de establecer motivos "objetivos" para la conservación de la acequia, sobre todo después de conocer las pérdidas de agua que se producían en la zona. En este sentido, podríamos señalar que el principal problema que encontraron los alumnos fue enfrentarse a una realidad compleja, en la que la concepción de medio va más allá de la consideración de medio natural, pues se trata de un sistema complejo en el que interactúan numerosos factores de tipo social, económico, político y cultural, cuyas repercusiones condicionarán a medio y largo plazo nuestra forma de vida. En resumen, podríamos pensar que lo más difícil para los estudiantes ha sido enfrentarse a una situación real.

Principales dificultades	
La contrastación de datos entre las diferentes posturas	36%
Mayor información "objetiva" del problema	28%
Encontrar un equilibrio entre la pérdida de agua y la conservación del ecosistema	9%
No estar seguro de la viabilidad de nuestras propuestas	9%
Dificultad de establecer motivos "objetivos" para mantener la acequia	9%
Desconocimiento de técnicas hidráulicas y aspectos socio-económicos	9%

Respecto a los aspectos del problema que no han quedado concluidos y que necesitarían seguir investigándose en el futuro, se centran sobre todo en la investigación de sistemas de regadío que eviten el entubamiento de la acequia al tiempo que evitan en cierta medida las pérdidas de agua tan negativas para los agricultores. El resto se refieren más a la necesidad de información complementaria que les permita dar una solución definitiva, que a nuevas investigaciones futuras.

Temas que deberían seguir investigándose en el futuro	
Mejoras en los sistemas de regadíos para evitar el entubamiento	100%
Métodos para reducir la filtración y la evaporación	55%
Mejor gestión y administración del agua	18%
Más información sobre el ecosistema de ribera	45%
Búsqueda de materiales semipermeables	9%
Impacto medioambiental del entubamiento	9%

Estos mismos argumentos también se pusieron de manifiesto al preguntarles sobre qué aspectos del problema pensaban que no habían sido

abordados suficientemente, la gran mayoría retomaban la idea de que existieran otras soluciones diferentes a su propuesta y mostraban interés por su valoración económica, realmente se advertía una cierta incertidumbre al no ser capaces de dar una solución que ellos pudieran considerar "categórica" y acertada. Este aspecto esta probablemente relacionado con su experiencia educativa anterior, más acostumbrada a realizar tareas en las que hay una sola solución correcta.

En este sentido, los estudiantes parecen haber interiorizado la particularidad que tiene el planteamiento de una situación problemática abierta que puede llevar a múltiples soluciones, en la cual adquiere una mayor importancia el proceso respecto al resultado, a diferencia de otras actividades de enseñanza utilizadas habitualmente en las aulas. Así al referirse a lo que han aprendido señalan mayoritariamente estos aspectos: *…"que los problemas ambientales no tienen una fácil solución"…, …"los datos no son objetivos"…, …"como son los problemas reales"….*

Por último, en cuanto a las actuaciones que están dispuestos a emprender junto a los vecinos afectados, se trata, en general, de propuestas "populares" que se señalan de forma superficial. Se observan dos grupos de propuestas: las que van dirigidas hacia las movilizaciones, desde campañas de concienciación, debates, recogida de firmas, manifestaciones etc. y las relacionadas con consultas a expertos, comisiones de estudio, etc., entre estas últimas quiero destacar por interesante la idea de realizar actividades en los centros escolares, considerando la importancia del desarrollo de actitudes hacia la conservación del medio en esa etapa educativa.

Conclusiones

Sólo señalaremos algunas de las conclusiones que nos parecen más significativas:

El tratamiento de este problema medioambiental ha acercado a los alumnos a un conjunto de factores sociales, políticos y económicos que siempre se encuentran asociados a los mismos. La consideración del medio ambiente como algo que va más allá del medio natural, les obliga a analizar la información disponible desde diversas fuentes con opiniones en muchos casos contrapuestas.

También se ha detectado la enorme dificultad que supone para los alumnos trabajar problemas abiertos basados en situaciones reales que no tienen una sola "solución correcta". Esto probablemente está relacionado con su experiencia educativa anterior en la que muchas veces se presume que los datos científicos son siempre objetivos y su falta de objetividad parece dar un menor valor a las conclusiones.

Conforme se avanza en las tareas de resolución del problema, se manifiesta en los estudiantes una tendencia hacia la búsqueda de soluciones consensuadas y menos radicales que al inicio. A la luz de los argumentos esgrimidos a favor o en contra prefieren encontrar soluciones que armonicen las dos posturas. En este caso, es posible que las características del problema influyan en la necesidad de consenso.

Aunque las discusiones muestran un nivel adecuado de conocimientos sobre el tema, nos parece relevante la inseguridad que expresan al transferir sus conocimientos a un entorno real. La necesidad de encontrar una solución es tan determinante para los estudiantes, que son capaces de proponer de forma consciente soluciones cuya viabilidad es por lo menos dudosa y va en contra de las evidencias. En general, sus propuestas de actuación parecen hechas desde un cierto “escepticismo y distanciamiento”.

Referencias bibliográficas

Álvarez, P.; De La Fuente, E.I.; Perales, J. Y García, J. (2002) Análisis of a Quasi-Experimental Design Based on Environmental Problem Solving for the Initial Training of Future Teachers of Environmental Education. *The Journal of Environmental Education*, 33 (2), 19-21

Aramburu, F. (2000). *Medio Ambiente y Educación*. Madrid: Editorial Síntesis Educación.

Goodwin, D. Y Adkins, J.C. (1997). Problem-solving environmental science on the Chesapeake Bay. *School Science Review*, 78(284), 49-55

Gutierrez, J. Y Marcén, C. (2003). Educación Ambiental e investigación en Primaria desde la resolución de situaciones problemáticas socioambientales. *Aula de Innovación Educativa*, 121, 11-15

Jiménez, M.P. y Pereira, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1171-1190

Kollmuss, A. y Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?. *Environmental Education Research*, 8 (3), 239-260

Marcén, C; Hueto, A. y Fernández, R. (2004). La educación ambiental: un trayecto complejo y un corto recorrido. En López Rodríguez, F. (Dir), *Educación Ambiental. Propuestas para trabajar en el aula* (pp 17-24). Barcelona: Graó

Martínez, M.A. y Jaén, M. (2005). Educación Ambiental y resolución de problemas. Una aproximación a la perspectiva de los alumnos de Educación Ambiental de la Universidad de Murcia. *Enseñanza de las ciencias*, volumen extra.

Mayer, M. (1998). Educación Ambiental: De la acción a la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 217-231

Pallant, E. (1996). Assessment and Evaluation of Environmental Problems. Teaching Students to think for themselves. *Journal of College Science Teaching*. December 1996/January 1997, 167-171

¿Qué modelo de gas utilizan los alumnos de 3er ciclo de primaria y 1er ciclo de ESO?

Martínez Losada, Cristina y García Barros, Susana

Facultade de Ciencias da educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n. 15071. A Coruña. susg@udc.es y cmarcl@udc.es

Resumen: En este trabajo se trata de conocer el modelo de gas que activan los estudiantes de 3er ciclo de primaria y de 1er ciclo de ESO. Como sistema de recogida de datos se emplea un cuestionario, de carácter abierto, a un total de 160 estudiantes pertenecientes a los niveles citados. Se aprecia un cambio cualitativo entre los alumnos de primaria y secundaria. Los primeros utilizan sobre todo un modelo de gas ligado a aspectos perceptivos mientras los segundos emplean un modelo de tipo operativo, más o menos generalizado a diversas situaciones, siendo el modelo de partículas muy poco empleado. Estos datos son comparados con las propuestas de los textos escolares, donde no se aprecia una continuidad en el uso de modelos progresivamente más complejos y con mayor capacidad explicativa.

Palabras clave: Gas, Primaria, Secundaria, modelización, concepciones del alumnado

Title: What is the gas model that 3rd cycle of Primary and 1st cycle of secondary students use?

Abstract: In this work we have investigated about the gas model that 3rd cycle of Primary and 1st cycle of secondary students use. 160 pupils have answered to an open survey. We can see a qualitative change between primary and secondary students. The first ones link gas´ idea with perceptible aspects, while second ones use an operative model. The particle model is rarely used. Results were compared with models gas included in textbooks, where we did not saw models gas more and more complex along the courses

Keywords: Gas, Primary, Secondary; model, students conceptions

Introducción

Un objetivo de la enseñanza de las Ciencias en la educación obligatoria es conseguir que los estudiantes progresen en el conocimiento de la materia, de sus propiedades y de sus comportamientos. La investigación en Didáctica de las Ciencias ha puesto de manifiesto que su aprendizaje no resulta sencillo a los estudiantes, destacando la abundancia de concepciones alternativas al respecto, de las que existen diferentes recopilaciones (véase, por ejemplo, Caamaño, 2003). Concretamente, se han detectado dificultades para concebir la materia en términos corpusculares, para interpretar fenómenos en los que intervienen gases, para diferenciar cambios físicos y químicos, etc.

El estudio de la materia se puede abordar con distinto nivel de profundidad. De hecho existen reflexiones y propuestas concretas sobre secuenciación de contenidos (Prieto et al., 2002; Shayer y Adey,1984), que inciden en la necesidad de que exista una progresión en su tratamiento. Estas secuencias suelen basarse, entre otros aspectos, en la evolución de las capacidades cognitivas de los sujetos, de tal forma que transcurren de lo concreto a lo abstracto, de lo particular a lo general y de lo simple a lo complejo. Por otra parte, en lo que se refiere a la selección de contenidos, se recomienda huir de planteamientos fragmentados, organizando la enseñanza en torno a la presentación y uso de modelos, significativos desde la Ciencia y relevantes para el alumnado, que se irían construyendo-evolucionando a lo largo de la escolaridad (Sanmartí, 2002).

En el caso que nos ocupa es habitual que se recomiende partir del estudio de los gases y sus propiedades a nivel descriptivo y fenomenológico, e ir progresando hasta el nivel microscópico, de mayor capacidad explicativa. En esta línea, la idea de gas se puede formalizar según un modelo operativo, asociado a sus propiedades, o según un modelo más abstracto, basado en una teoría científica, que dé cuenta de los comportamientos observables.

Los planteamientos didácticos que se emplean en el aula no siempre son coherentes con lo anteriormente indicado, debido a su carácter atomizado e inconexo y a la tendencia a destacar más las diferencias que las similitudes existentes entre los gases y otros estados de la materia, ofreciéndose una idea segmentada de la materia. Por otra parte, el proceso de instrucción no siempre hace suficiente hincapié en el carácter evolutivo de conceptos, teorías y modelos y en la necesidad de avanzar progresivamente en el uso de modelos explicativos de complejidad creciente (Lloréns, 1991). Por el contrario, a menudo los modelos solo se utilizan en el momento de introducirlos y a partir de ejemplos-tipo, sin que exista una continuidad en su aplicación a otras situaciones (Martínez Losada et al, 2005).

En este trabajo se pretende averiguar el modelo de gas que poseen los estudiantes y su posible evolución con la edad, en concreto, se presentan sus ideas sobre la materialidad y características físicas del aire (peso, volumen, expansibilidad, dilatación). Dado que no siempre existe una adecuada coordinación entre niveles educativos consecutivos (por ejemplo Primaria y Secundaria), centramos el estudio en el último ciclo de Primaria y el primero de Secundaria.

Por otra parte, el hecho de que los libros de texto constituyan unos materiales curriculares ampliamente empleados por el profesorado de la educación obligatoria (García Barros y Martínez Losada, 2001), nos ha conducido a analizar también en qué medida éstos contribuyen a promover una adecuada evolución conceptual del tema objeto de estudio.

Metodología

Se han consultado 160 estudiantes, 66 de tercer ciclo de Educación Primaria y 94 de primer ciclo de ESO, pertenecientes a dos centros públicos, de primaria y secundaria, de A Coruña. En todos los casos los alumnos

habían tenido ocasión de tratar con anterioridad en clase contenidos relacionados con la materia, sus propiedades y sus cambios.

Para recabar la información se ha elaborado un pequeño cuestionario que consta de dos preguntas, de carácter abierto, en relación con una determinada situación. Así, en la primera se muestra un frasco cerrado, con aire en su interior y se les pregunta si creen que es materia y en qué basan su opinión. A continuación se les pide que dibujen al aire contenido en el recipiente antes y después de sacar una pequeña cantidad de su interior. En la segunda se presenta el siguiente fenómeno: al meter un globo inflado en la nevera, al cabo de un tiempo se nota menos inflado. Se les pide que expliquen qué le pasó al aire de su interior y por qué piensan que pasó eso. Las respuestas obtenidas se agruparon en torno a una serie de categorías (ver tablas 1 y 2). Además, se hizo un análisis más profundo tratando de visualizar modelos o tendencias de complejidad creciente (ver tabla 3).

También se analizaron los textos del tercer ciclo de Primaria y del primero de ESO correspondientes a 3 editoriales de amplia implantación en Galicia (Anaya, Santillana y SM), que han sido utilizados como libro de texto por el alumnado en alguno de esos ciclos. El estudio de la evolución conceptual se centró básicamente en dos aspectos: uno más general dirigido al concepto de materia y a la inclusión como tal del estado gaseoso, y otro más específico centrado en las características y comportamientos de los gases. Para ello se elaboró un dossier de análisis que recoge diferentes niveles de conceptualización (ver tabla 3), que se aplicó tanto al discurso declarativo como a las actividades propuestas.

Tanto el análisis de las respuestas de los alumnos como de los textos fue realizado y discutido por las dos autoras de este trabajo.

Análisis de resultados

Más del 90% del total de alumnos de primer ciclo de ESO consultados reconoce el carácter material del aire. Sin embargo, esta idea es asumida en menor medida por los estudiantes de tercer ciclo de primaria, en concreto, por el 65% de 6º curso y solo por el 28% de 5º.

Los motivos alegados por el alumnado para afirmar que el aire es o no es materia se resumen en la tabla 1. La mayoría de los estudiantes de ESO justifica su afirmación, siendo la razón más citada que “el aire ocupa espacio”. Otras razones, más minoritarias, hacen referencia al peso del aire y a su constitución atómica. Por el contrario, la mayor parte de los alumnos de 5º de Primaria y más de la mitad de los de 6º no justifica su respuesta, aunque en este grupo una proporción apreciable utiliza criterios perceptivo-vivenciales (“lo notamos”, “lo necesitamos”). Estos criterios, aunque en sentido contrario (“no se puede tocar”) también son empleadas por niños de 5º y, en menor medida, de 6º para negar la materialidad del aire.

CRITERIO	Es materia				No es materia			
	5º n=8	6º n=24	1º n=48	2º n=39	5º n=21	6º n=11	1º n=2	2º n=5
Percepción	1	8	2	3	19	5	--	1
Volumen	--	2	36	25	--	--	1	1

			75%	64%				
Peso	--	--	5	2	--	1	--	1
Composición	1	--	1	--	--	--	--	--
Constitución atómica	--	--	5	3	--	--	--	--
No justifica	6	14	3	8	2	5	1	2

Tabla 1. Razones señaladas por el alumnado para justificar que el aire es o no es materia.

Las respuestas de los alumnos relativas al comportamiento del aire en dos situaciones concretas (sacar aire de un recipiente, meter un globo inflado en una nevera) se recogen en la tabla 2. La mayor parte de los estudiantes utilizan un modelo continuo para representar el aire contenido en el recipiente después de sacar una pequeña cantidad de su interior. Solo una pequeña proporción de alumnos de 1er ciclo de ESO (el 8% de 1º y el 16% de 2º) utilizan un modelo discontinuo, aunque no siempre admitan la expansibilidad del aire. En cualquier caso, la idea de que el aire sigue ocupando todo el espacio del recipiente que lo contiene es aplicada en mayor medida por el colectivo de ESO que por el de Primaria (en torno al 40-50% de los alumnos de ESO frente al 13.8 y el 21.6% de los de 5º y 6º de primaria respectivamente). En este último, un porcentaje apreciable de sujetos dibujan el aire solo en una zona del recipiente. Cabe señalar también que más de la mitad de los alumnos de primaria no hace ningún dibujo.

SITUACIÓN	CATEGORÍAS		5º (n=29)	6º (n=37)	1º (n=50)	2º (n=44)
Sacamos algo de aire del recipiente	Representac. continua	Todo el recipiente	4 13.8%	8 21.6%	22 44.0%	22 50.0%
		Solo una zona	10 34.5%	9 24.3%	5 10.0%	3 6.8%
	Representac. discontinua	Todo el recipiente	--	--	1 2.0%	5 11.4%
		Solo una zona	--	--	3 6.0%	2 4.6%
	No contesta		15 51.7%	20 54.1%	19 38.0%	12 27.3%
Metemos un globo inflado en la nevera	Describe un comportam. macroscópico	Disminuye su cantidad	5 17.2%	10 27.0%	3 6.0%	7 15.9%
		Cambia de estado	17 58.6%	26 56.7%	21 40.0%	15 36.4%
		Disminuye su volumen	--	1 2.7%	14 28.0%	9 23.8%
	Usa modelo C.M.	Menor mov. y/o separación	--	--	11 22.0%	10 18.2%
	No contesta		7 24.1%	3 8.1%	5 10.0%	9 20.5%

Tabla 2. Respuestas del alumnado sobre el comportamiento del aire en dos situaciones concretas

Respecto al cambio que experimenta el aire del globo como consecuencia de la disminución de la temperatura ambiental, menos del 30 % de alumnos

de la ESO y solo 1 alumno de Primaria relaciona ésta con la correspondiente disminución de volumen. Más de la mitad del alumnado de primaria y alrededor del 40% de los de ESO explican la situación aduciendo al cambio de estado del aire ("con el frío se congela, se condensa…") mientras una proporción de estudiantes de las distintas edades, que oscila entre el 6% y el 27%, lo relaciona con una menor cantidad de aire en el globo ("el aire sale expulsado, escapó, disminuye…").

Por otra parte cabe señalar que en torno al 20% de los alumnos de ESO recurren al modelo cinético-molecular para explicar el comportamiento del aire, relacionando la disminución de temperatura con una disminución del movimiento y/o separación de las partículas que lo constituyen. En esta ocasión el porcentaje de sujetos de las distintas edades que no da ninguna respuesta es menor que en el caso anterior.

Un estudio más detallado nos permite averiguar el modelo de "gas" que posee, o por lo menos emplea al responder a nuestra encuesta, cada estudiante, encontrándose hasta seis modelos diferentes en cuanto a su grado de elaboración y/o complejidad (tabla 3). No se han considerado aquí a los alumnos que no admiten la materialidad del aire, aunque puedan reconocer alguna característica concreta del mismo.

El modelo 1 es el menos elaborado pues implica el mero reconocimiento del aire como cuerpo material a nivel declarativo; lo utiliza el alrededor del 40% del colectivo de Primaria y del 25% de ESO. El modelo 2 proporciona una descripción parcial del comportamiento macroscópico del aire mientras el modelo 3 ofrece una descripción más consistente ("tiende a ocupar todo el espacio del recipiente que lo contiene y se contrae al disminuir la temperatura"). Ambos son más frecuentes entre el alumnado de secundaria (16-23%) que entre el de Primaria (1.5-7.6%).

Los modelos 4, 5 y 6 se caracterizan por el uso de un modelo de partículas para caracterizar microscópicamente al aire y es empleado exclusivamente por un número reducido de alumnos de ESO, especialmente el último de ellos al que recurren solo dos estudiantes. Los modelos 4 y 5 pueden considerarse híbridos en el sentido de que el uso de partículas no es generalizado. Además, el modelo 4 muestra un conocimiento incompleto del comportamiento del gas ("el aire solo ocupa una zona del recipiente", "el aire se congela al enfriarse"). Por último, el modelo 6 es el más elaborado, pues utiliza la teoría cinético-molecular como marco explicativo ("el aire ocupa menos espacio, al disminuir la temperatura sus partículas se mueven menos" "hay menos aire, sus partículas siguen ocupando todo el recipiente, están más separadas entre sí").

MODELO	ESPECIFICACIÓN	E.P.	E.S.O.
1	El aire es materia pero no se reconoce su comportamiento macroscópico.	26 39.4%	23 24,5%
2	El aire es materia y se reconoce adecuadamente solo en parte su comportamiento macroscópico.	5 7.6%	22 23.4%
3	El aire es materia y se reconoce adecuadamente su comportamiento macroscópico.	1 1.5%	15 16.0%
4	El aire es materia y se utiliza ocasionalmente un modelo de partículas, aunque no siempre se reconoce	--	14 14.9%

	su comportamiento macroscópico		
5	El aire es materia y se utiliza indistintamente un modelo de partículas o macroscópico.	--	11 11.7%
6	El aire es materia y siempre se utiliza un modelo de partículas para explicar el comportamiento macroscópico.	--	2 2.1%

Tabla 3. Distintos modelos de "gas" que emplea el alumnado

Los aspectos tratados por los textos analizados en relación con el estudio de la materia, sus estados y características se esquematizan en la tabla 4. Todas las editoriales incluyen el estudio de las propiedades básicas de la materia a nivel macroscópico –tiene masa, ocupa un espacio- , tanto en Primaria como en ESO. Sin embargo su presentación es diferente en cada ciclo. Así, en Primaria las tres editoriales parten de criterios perceptivos -materia es todo lo que vemos, olemos, tocamos, sentimos…-, aunque dos de ellas (A, C) señalan a continuación que puede encontrarse en distintos estados, destacando solo una (C) la materialidad del aire. En ESO las tres editoriales parten de la existencia de diferentes tipos de materia, insistiendo en sus diferentes estados y, concretamente, en el carácter material del aire. Por otra parte, un texto de primaria y los tres de ESO hacen referencia aquí a la constitución atómica de la materia.

TÓPICO	ESPECIFICACIÓN		EDITORIALES	
			3er ciclo EP	1er ciclo ESO
Qué es materia	Parte de criterios perceptivos		A, B, C	
	La define según propiedades (masa, volumen)		A, B, C	A, B, C
	Indica que está formada por partículas llamadas átomos		C	A, B, C
Los gases son cuerpos materiales	Se destaca explícitamente su materialidad		B	A, B, C
	Se dilatan/ contraen	Descripción macroscópica	A, B, C	A, B, C
		Usa modelo de partículas	A	A, C
Los gases tienen propiedades específicas	Ocupan todo el espacio	Descripción macroscópica	A, B, C	A, B, C
		Usa modelo de partículas	C	A, C
	Se comprimen/ expanden	Descripción macroscópica	A, C	A, B, C
		Usa modelo de partículas	C	A, C

Tabla 4. Aspectos tratados por las editoriales (A: Anaya; B: S.M.; C: Santillana)

Los textos de todas las editoriales plantean el estudio, tanto en Primaria como en ESO, de la dilatación/contracción de la materia, y especialmente de los gases, en función de la temperatura a nivel macroscópico. También tratan reiteradamente y de forma más o menos amplia las características específicas de los gases, que relacionan con comportamientos específicos. En concreto se hace referencia a que "ocupan todo el espacio" y a que "son compresibles".

Dos (A, C) de las tres editoriales analizadas caracterizan la materia a nivel microscópico. En concreto, ambas editoriales introducen en los dos

ciclos la idea de que la materia está formada por partículas, más o menos separadas y con mayor o menor capacidad de movimiento según su estado físico. En Primaria tal idea se utiliza de forma puntual -en un caso para explicar concretamente las diferencias entre estados (C) y en el otro las dilataciones (A)-, sin recurrir a ningún tipo de representación simbólica. En ESO los textos presentan ya un modelo corpuscular de materia, acompañada de las correspondientes representaciones, que aplican para explicar las características y comportamientos macroscópicos, aunque solo una de las editoriales hace la correspondiente referencia a la teoría cinético-molecular. Cabe destacar que la editorial B obvia la interpretación corpuscular en los ciclos educativos analizados.

Conclusiones. Consideraciones finales

Los alumnos que participaron en este trabajo muestran unas ideas restrictivas o, cuanto menos, poco elaboradas y superficiales sobre las características y comportamiento macroscópico de los gases, apreciándose un cambio cualitativo entre los estudiantes de los dos niveles educativos objeto de estudio. En esta línea, resulta llamativo que una proporción apreciable de estudiantes del último ciclo de primaria no reconozcan aún el carácter material del aire e incluso que, aún reconociéndolo, no apliquen las características básicas y generales de la materia a los gases, recurriendo, a lo sumo, a justificaciones perceptivas. Si bien es cierto que la idea de que los gases pesan es contraintuitiva y, en consecuencia, difícil de asumir (Driver et al, 1999; Prieto et al, 2000), la de que ocupa un espacio puede apreciarse fácilmente en situaciones estáticas sencillas, incluso cotidianas.

Por el contrario, los estudiantes de ESO poseen ya un determinado modelo de gas, que generalmente es de tipo operativo (Sanmartí, 2002), es decir, basado en criterios macroscópicos, más o menos generalizado a diversas situaciones. Asimismo, algunos estudiantes de ESO utilizan ya un modelo de partículas para los gases, aunque ello no implica necesariamente que reconozcan su comportamiento macroscópico o que generalicen el empleo de ese modelo. Todo ello pone de manifiesto las muchas dificultades que tiene el alumnado para elaborar un modelo coherente, que les permita explicar situaciones diversas (Martínez Losada et al, 2005). En cualquier caso entendemos que es imprescindible que el alumno progrese en la elaboración de modelos macroscópicos, promoviendo su aplicación a una gran variedad de fenómenos, con los que debe familiarizarse a través del conveniente soporte empírico. Este paso debería ser previo al acceso al nivel microscópico, más abstracto aunque con mayor capacidad explicativa.

Lo indicado requiere el uso de planteamientos que contemplen la necesaria continuidad y progresión en la elaboración y uso de modelos a lo largo de la educación obligatoria, interrelacionando y jerarquizando cada vez más ideas y observaciones (Sanmartí, 2002). Sin embargo, tal continuidad y progresión no se aprecia siempre en los textos analizados. Así, algunas editoriales introducen ya en primaria un modelo de partículas, que además emplean de forma parcial a un número limitado de situaciones observacionales, antes de que los niños tengan siquiera un modelo operativo de materia. Por el contrario otra no introduce tal modelo explicativo ni siquiera en la ESO.

En este momento no estamos en condiciones de afirmar que exista una relación directa entre las ideas que desarrolla el alumnado y las propuestas de los textos, pues son diversos los factores que influyen en ello (la capacidad de comprensión, el interés, el uso del texto que haga el profesor en el aula…). Sin embargo los manuales escolares constituyen una referencia a tener en cuenta a la hora de reflexionar sobre las causas de las dificultades de aprendizaje y las propuestas de mejora de la enseñanza. En este sentido destacamos la necesidad de que textos y profesores insistan en mayor medida en las situaciones fenomenológicas, observables y cotidianas, asociadas al estado gaseoso de la materia, evitando la prematura introducción parcial y puntual del modelo corpuscular explicativo. La educación Primaria es un momento crucial para que el alumno vaya incrementando sus experiencias, pues resultan trascendentes para suscitar su curiosidad, es decir plantearse "los por qué" de las mismas. Además las experiencias, es decir el conocimiento fenomenológico es imprescindible para dar sentido a esos "por qué", que en definitiva demandan el uso de los modelos teóricos cada vez más complejos y más adecuados desde el punto de vista científico.

Nota: Este trabajo forma parte del proyecto de investigación PGIDT04PXIB10601PR, financiado por la Xunta de Galicia.

Referencias bibliográficas

Caamaño, A. (2003). *La enseñanza y el aprendizaje de la Química*. En: M.P. Jiménez et al. *Enseñar Ciencias (pp.203-229)*. Barcelona: Graó.

Driver, R.; Squires, A.; Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.

LLoréns, J.A.(1991). *Comenzando a aprender Química*. Madrid: Visor

García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *19*(3), 433-453.

Martínez Losada, C.; García Barros, S. y Suárez Debén, M. (2005). La evolución de los modelos explicativos aplicables a la diversidad de la materia en el contexto de aula. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra. VII Congreso.

Prieto, T.; Blanco, A. y Brero, V.B. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos: Una propuesta para la investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(1), 3-14.

Prieto, T; Blanco, A. y González, F. (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis

Sanmartí, N. (2002) *Didáctica de las Ciencias en la educación obligatoria*. Madrid: Síntesis

Shayer, M. y Adey, P.S. (1984). *La Ciencia de Enseñar Ciencias*. Madrid: Narcea

Utilización de las TIC para la sensibilización ambiental ante las catástrofes naturales

Andrés García Ruiz[1] y Mª Dolores Castro Guío[2]

[1] Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco 28046-Madrid. E-mail: andres.garcia.ruiz@uam.es

[2] Departamento de Física y Química. I.E.S. Atenea. Colombia s/n. Fuenlabrada (Madrid). E-mail: mdcastroguio@hotmail.com

Resumen: En este trabajo presentamos una propuesta de actividades para desarrollar un tema ambiental de plena actualidad, las catástrofes naturales, utilizando las NTIC para su mejor conocimiento y aplicación en el aula, para despertar el interés del alumnado hacia estos temas y motivar una actitud de sensibilización ante estos temas.

Palabras clave: Desastres naturales, TIC, sensibilización ambiental.

Title: Using ITC to raise environmental awareness about natural disasters.

Abstract: In this work we present a proposal of activities to develop an environmental topic of full present time, the natural catastrophes, using the NTIC for their best knowledge and application in the classroom, to wake up the interest of the pupil toward these topics and to motivate an attitude of sensitization before these topics.

Key words: Natural disasters, TIC, environmental sensitization.

Introducción

Actualmente, nos parece imposible pensar que un docente utilice únicamente los recursos didácticos clásicos para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Ante determinados temas, como es el que nos ocupa, es necesario el poder disponer y utilizar los medios (Internet, informáticos, prensa, ..) a nuestro alcance para que el alumnado pueda sentir más cercanos determinadas noticias y fenómenos, que no ocurren en su entorno más cercano.

Las continuas descripciones que cotidianamente presentan los medios de comunicación sobre las catástrofes naturales, puede servir de motivación para que las personas adquieran una imagen actual sobre el medio ambiente, Lozano (2001).

Los medios de comunicación nos suelen transmitir, en muchas ocasiones, una información sobre el medio ambiente relacionada con las catástrofes que ocupan las primeras páginas y los titulares, relatando los eventos destructivos del entorno y podemos aprovecharlas como promotoras de atención del ciudadano hacia los temas medioambientales.

El estudio de los desastres naturales se inició en el siglo pasado, siendo el primer estudio empírico realizado por Prince (1920), a partir de la descripción de la explosión de un barco de municiones en Halifax, Nueva Escocia, y sus efectos. Otros autores también han realizado estudios sobre los desastres naturales, evidenciando los cambios producidos en las sociedades afectadas, entre estos podemos destacar: Sorokin (1942), Lovon (1985), Bates y Walter (1987) y Wenger (1987).

Fundamentación teórica

Existen diversas acepciones sobre el concepto de catástrofe natural, unas hacen referencia a los eventos catastróficos que ocurren, con diferentes tipos y grados de consecuencias, producidas por fenómenos naturales y no causados directamente por el hombre. Aunque en algunos textos subyacen ideas relacionadas con explicaciones de tipo mágico o religioso, nosotros solo estudiaremos las manifestaciones originadas por causas geológicas o climatológicas.

Otra idea de catástrofe natural deriva de la combinación del poder y energía de la naturaleza que se concentra en el tiempo y en el espacio y de la ruptura de los equilibrios existentes en la biosfera, conjugando estas dos componentes podemos definir una catástrofe natural como la concentración en el espacio y en el tiempo de enormes cantidades de energía que desbordan los niveles de tolerancia de los seres vivos sometidos al evento. La catástrofe se suele definir, principalmente, por los efectos nocivos que tiene sobre la biosfera y más concretamente sobre el hombre.

Por último otra acepción sobe este concepto es la de un suceso que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y el medio ambiente, excediendo la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, es decir, el producto, tanto de un fenómeno natural extremo, como de una inadecuada relación del hombre con su medio.

Los principales tipos de catástrofes naturales son:

- Erosión (volcánica, fluvial, kárstica, marina, glacial, eólica, biótica)
- Terremotos (seísmos)
- Huracanes, ciclones, tornados y tsunamis.

Entre las causas que favorecen la producción de desastres o catástrofes naturales podemos señalar:

- La ubicación en una región de alta actividad tectónica (terremotos y vulcanismo).
- El clima lluvioso e inestable.
- Intervención antrópica fuerte sobre el ambiente.
- Crecimiento urbano no controlado.

Objetivos didácticos

- Acercar al alumno a la problemática ambiental buscando su motivación a través del uso de metodologías activas.

- Reconocer la gravedad de los problemas ambientales.
- Conocer los principales tipos de catástrofes naturales que sufre el planeta en la actualidad.
- Analizar la acción antrópica como fuente de desequilibrio de los ecosistemas.
- Utilizar las TICS como modelo de aproximación "virtual" a la par que "real" a los problemas ambientales.

Contenidos

1. Catástrofes naturales. Definiciones y percepciones del tema.
2. Tipos de catástrofes naturales:
   - Terremotos
   - Huracanes
   - Tsunamis
   - Tornados
   - Volcanes
3. Principales eventos producidos en los últimos años.
4. Utilización de la teledetección para estudiar los desastres naturales.
5. Prevención de los desastres naturales.

Actividades

Los recursos que proponemos en este trabajo van encaminadas a que alumnos de secundaria, principalmente bachillerato y futuros profesores de primaria, dispongan de un repertorio de materiales, para poder plantear actividades, tipo Web Quest, resolución de problemas, trabajos escritos, presentaciones, etc. sobre las catástrofes naturales.

1. Estudio de los terremotos: está actividad consiste en la utilización de un simulador informático para estudiar cómo a partir de las ondas sísmicas producidas en cualquier terremoto, podemos localizar el epicentro y determinar la magnitud del suceso en la escala de Richter. Para ello utilizaremos el programa Virtual Courseware: Earthquake, que podemos descargar en *http://www.sciencecourseware.com/eec/Earthquake*

2. Todo sobre los huracanes: presentamos varios enlaces, en los que el alumno puede averiguar las principales características y efectos de estos fenómenos naturales. Entre las Web sobre el tema destacamos:

http://www.angelfire.com/nt/huracanes

http://www.jmarcano.com/varios/desastre/huracan.html

http://www.windows.ucar.edu/cgibin/tour_def/earth/Atmosphere/hurricane.sp.html

http://www.windows.ucar.edu/cgibin/tour_def/earth/Atmosphere/hurricane.sp.html

3. Huracanes y tornados, fenómenos que producen catástrofes naturales que afectan a algunos países de forma periódica: con esta actividad queremos que los alumnos conozcan los efectos que provocan estos

fenómenos naturales de forma particular en algunos países como Estados Unidos. Entre la información que podemos encontrar en Internet está:

http://www.atmosfera.cl/HTML/temas/huracanes/menuhur.htm

http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2005/10/26/146435.php

http://www.fema.gov/spanish/hazards/hurricanes/hurrmit_spa.shtm

http://terra.es/personal2/spooky/tornados.htm

http://www.sanantonio.gov/emergency/huracanestornados.asp?res=800&ver=true

http://tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/Met1.htm

4. Los volcanes, un fenómeno geológico "muerto" en España: queremos que el alumnado conozca las principales características de los volcanes, así como la existencia del vulcanismo en nuestro país.

http://www.terra.es/personal/agmh25/volcanes/home.htm

http://www.oya-es.net/reportajes/volcanes.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Teide

http://www.pnte.cfnavarra.es/iesmarci/departamentos/informatica/Alumnos/Trabajos/Curso2002_03/Bac1AC/web_01Ai1b/definicionesterminologicas/losvolcanesenespana.htm

http://www.puconline.cl/html/volcanes.html

5. ¿Se producen tsunamis en nuestro país?: pretendemos que los alumnos conozcan uno de los agentes geológicos que han producido grandes catástrofes naturales en los últimos tiempos. Existen numerosas Web y enlaces sobre el tema, entre ellas podemos ver:

http://www.angelfire.com/nt/tsunamis

http://en.wikipedia.org/wiki/Tsunami

http://www.cln.org/themes/tsunamis.html

http://www2.udec.cl/gema/Tsunamis.html

http://marenostrum.org/ecologia/oceanografia/tsunami/index.htm

Simulación de tsunamis:

http://osso.univalle.edu.co/tsunami/modelamiento/anima.htm

http://www.google.es/search?q=simulacion+efectos+del+tsunami&hl=es&lr=&start=10&sa=N

http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/citsu.htm

http://www.mma.es/publicacion/ambienta/febrero2005_41/26_tsunami41.pdf

http://www.shoa.cl/servicios/descargas/pdf/tsunami.pdf

Información sobre el tsunami asiático:

http://www.belt.es/noticias/2005/enero/11/tsunami.htm

http://www.angelfire.com/nt/terremotos/sudeste.html

http://www.astroseti.org/vernew.php?codigo=874

Finalmente recopilamos información sobre los tsunamis ocurridos en España:

http://www.mma.es/publicacion/ambienta/febrero2005_41/26_tsunami41.pdf

http://www.ambientum.com/revistanueva/2005-04/tsunami.htm

http://www.noticiasdenavarra.com/ediciones/2004/12/30/sociedad/espana-mundo/d30esp8.183718.php

6. ¿Cómo se producen los tsunamis? Aplicación de las TEC en la teledetección para ver imágenes de satélites.

La teledetección o percepción remota es una técnica que ha ido evolucionando durante los últimos años, sus orígenes se ubican con el inicio de las actividades aeronáuticas a principio de siglo XX para ir evolucionando con el desarrollo de las actividades espaciales. Hoy en día, las definiciones de teledetección se utilizan para describir las actividades que realizan los satélites, trasbordadores espaciales y algunos aviones.

Esta técnica permite la Observación a nivel planetario de determinadas áreas y fenómenos terrestres, principalmente geomorfológicos. Su ventaja fundamental estriba en la vigilancia continua de la tierra dentro de ciertos intervalos temporales. La teledetección posee además de la cualidad de la observación global, la capacidad de visualización de aspectos no evidentes al ojo humano, como es el campo del infrarrojo en la radiación electromagnética.

La teledetección o lo que es lo mismo la percepción remota es la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra, Chuvieco (1996).

Como actividad, proponemos estudiar la siguiente fotografía sobre el tsunami asiático:

Imágenes como esta podemos obtener en las siguientes direcciones:

http://portal.mega.cl/ayuda_asia/index.php#

http://digitalglobe.com/tsunami_gallery.html

http://earthobservatory.nasa.gov/
http://www.ecopibes.com/galerias/satelital/imagenes.html

http://www.el-mundo.es/fotografia/2004/12/maremotos_especial/

7. Conozcamos otro método de estudio de los desastres naturales, utilizando las TIC: Sistema de información geográfica (GPS).

Un sistema de información geográfica conocido por las siglas G.I.S. o S.I.G. es la unión de bases de datos con los distintos objetos de un mapa.

Se puede utilizar el S.I.G. combinado con otra técnica: el posicionamiento por satélite conocido por G.P.S. (Global Positioning System).

Otras aplicaciones de la teledetección sirven para estudiar: volcanes, terremotos, avance de glaciares y seguimiento de iceberg, corrimientos de, predicción de riadas y sequías.

Esta información la podemos obtener en las siguientes direcciones:

http://www.tid.es/documentos/sostenibilidad/tierra.pdf

http://hypatia.morelos.gob.mx/no4/tec_y_medio.htm

8. “Los internautas reaccionan masivamente frente a las catástrofes naturales”. Noticia aparecida en elmundo.es el miércoles 30 de noviembre de 2005.

MADRID.- Como se comprobó tras el desastre provocado por el 'tsunami' del sureste asiático, los internautas se vuelcan ante las catástrofes humanitarias. Ante los huracanes Rita y Katrina, que azotaron el Golfo de México, la Red también reaccionó, y 13 millones de internautas estadounidenses hicieron donativos privados a través de Internet para ayudar a los afectados.

Un estudio de Pew Internet Project refleja también cómo la Red se está convirtiendo en uno de los principales vehículos de información frente a catástrofes. Sólo en EEUU, el 50% de los internautas buscaron o profundizaron en Internet en busca de información sobre los huracanes que han asolado territorios en Centroamérica, el Caribe y Norteamérica.

Este estudio, que se centra en la respuesta de los internautas frente a los huracanes Katrina y Rita, refleja una creciente variedad de maneras de uso de Internet por parte de los ciudadanos en una situación de crisis. Así, como afirma el director del estudio, John B. Horrigan, "mientras se realizaban donativos o surgían multitud de sitios de contacto o información, la gente ha usado Internet como un instrumento táctico, bien para proveer de información, bien para contrastar la información con otros sitios, incluso para informar desde el mismo lugar de los hechos".

En las catástrofes de Rita y Katrina, la mitad de los internautas estadounidenses buscaron información en la Red, la mayor parte de los cuales (73%) acudieron directamente a los principales medios de comunicación tradicionales que disponen de sitios en Internet.

No obstante, los 'blogs' y los medios extranjeros tuvieron un peso importante como información suplementaria, ya que la cuarta parte de quienes consultaron medios 'on line' acudieron a alguna de dichas fuentes.

Un dato curioso: el 9% de los usuarios de la Red en EEUU (13 millones de personas) consultaron Internet o el correo electrónico para comprobar si algún conocido había resultado afectado por los huracanes.

Desgraciadamente, los desastres naturales se han hecho patentes desde hace mucho tiempo, en el siguiente enlace, podemos encontrar una relación de las catástrofes naturales ocurridas desde 1995:

http://72.14.203.104/search?q=cache:ubeHDkodPhgJ:www.lineacapital.com.ar/%3Fnoticia%3D137+cronologia+catastrofes+naturales&hl=es&gl=es&ct=clnk&cd=1

A la vista de esta noticia, recopila información sobre catástrofes naturales ocurridas en los últimos años y analiza el papel de Internet en las mismas.

Información más detallada de los desastres ocurridos en los tres últimos años podemos encontrarla en las siguientes Web:

http://www.terra.com/noticias/articulo/html/act167691.htm (2003)

http://www.terra.com/noticias/articulo/html/act188292.htm (2004)

http://www.terra.com/noticias/articulo/html/act297258.htm (2005)

9. Vigilancia y prevención ante catástrofes naturales: en algunos países como Estados Unidos, que debido a sus características ambientales, sufren con frecuencia desastres naturales, se utilizan las TIC como sistema de vigilancia y prevención. La información la podemos encontrar en:

Web de *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration): http://www.noaa.gov*

Web del *US Geological Survey: http://www.usgs.gov*

Web del *Federal Emergency Management Agency (FEMA): htpp://www.fema.gov*

Web de la *Cruz Roja de los Estados Unidos (American Red Cross): http://www.redcross.org*

Como actividad os proponemos la búsqueda de páginas similares en otros países, en los que al igual que en Estados Unidos se produzcan catástrofes naturales con relativa frecuencia.

10. Para finalizar las actividades y comprobar el grado de consecución de los objetivos, proponemos la realización de una Web Quest sobre las catástrofes naturales, que podemos utilizar como medio de evaluación. Podéis utilizar un generador y plantillas de Web Quest que encontrareis en *http://www.aula21.net/tallerwq/taller/taller1.htm*. Como introducción os sugerimos utilizar textos sobre: “Decenio internacional 1990-1999 para la reducción de catástrofes naturales.

Evaluación

La evaluación de esta propuesta resulta compleja dada la naturaleza de la misma, ya que pretendemos fundamentalmente conseguir mejorar las actitudes de nuestro alumnado, como futuros ciudadanos.

Además de la presentación de los diferentes trabajos o actividades propuestos, tanto escritos como orales, tendremos en cuenta el contenido de la investigación que haya realizado el alumno.

Consideramos que podemos evaluar la adquisición de los contenidos y el desarrollo del proceso, mediante la última actividad propuesta, realización de una Web Quest, en la que podemos observar el dominio de contenidos y habilidades conseguidas y también podemos utilizar modelos de plantillas que podemos encontrar en Web Quest publicadas: fuentes, organización, claridad, contenido y esfuerzo-culminación, valorado en varios niveles de consecución, por ejemplo excelente, bueno, satisfactorio y mejorable.

Conclusiones

Algunas catástrofes naturales recientes, como la producida por el huracán Katrina en EEUU y el tsunami que asoló el Océano Indico a finales del 2004, demostraron que las respuestas ciudadanas pueden conseguir respuestas tan eficaces como las de la ayuda organizada, y que es conveniente motivar e informar a nuestros alumnos sobre estos temas, ya que estas respuestas ciudadanas han sido especialmente eficaces cuando se han utilizado modelos colaborativos y abiertos, como el surgido en nuestro país ante la marea negra del Prestige.

Tal y como señalan Edwards et al. (2004), la atención a la situación del mundo constituye una dimensión ausente en la educación científica, constatándose las escasas referencias a cuestiones como el desarrollo sostenible y otros problemas ambientales.

Pensamos que como educadores, debemos formar a nuestros alumnos con una adecuada percepción de estos problemas y medidas a adoptar como futuros ciudadanos.

Referencias bibliográficas

Bates, L. y Walter G. (1987). “Disasters ans Social Change”. En Dynes, B. de Marchi y C. Pelanda (Eds.): *Sociologyof Disaster* (pp. 291-330). Milano: Franco Angeli Libri.

Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial.* Madrid: Rialp, S.A., 568 p.

Edwards, M., Gil. D., Vilches, A. y Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias,* 22(1): 47-64.

Lovón, G. *et al*. (1985). *Desastres Naturales y Sociedad en América Latina.* Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.

Lozano, A. (2001). “Amenza natural. El tratamiento informativo de las catástrofes en Hispanoamérica”. En *Gente Universitaria.* Año VIII. Núm 1. Madrid: Centro Universitario Francisco de Vitoria.

Prince, H. (1920). “catastrophe and Social Change”. En *Studies in History, Economics and Public Law, vol 94 (pp. 1-94)*. New York: University Press.

Sorokin, A. (1942). *Man and Society in Calamity.* Nueva York: Dutton.

Wegener, E. (1987). “Colective Behavior and Disaster Research”. ”. En Dynes, B. de Marchi y C. Pelanda (Eds.): *Sociologyof Disaster* (pp. 213-238). Milano: Franco Angeli Libri.

Fundamentación y desarrollo de una propuesta de enseñanza para el estudio del cambio químico con apoyo de analogías

Aragón Méndez, María del Mar[1] y Oliva Martínez, José María[2]

[1]IES "Drago. Cádiz. E-mail: mmarago@hotmail.com
[2]IES Fuerte Cortadura. Cádiz. E-mail: jmolivam@hotmail.com

Resumen: En este trabajo se justifica y presenta una propuesta didáctica para el estudio del cambio químico en la educación secundaria obligatoria, empleando analogías como recurso de apoyo. Dicha propuesta, que se materializa en forma de unidad didáctica basada en actividades, está siendo ensayada con alumnos de 3º de ESO, a modo de estudio piloto. Su intención es servir de base para otro estudio más amplio y ambicioso, a realizar en el futuro, que tendrá por objeto evaluar el papel de las analogías en el desarrollo del pensamiento modelador de los alumnos en química.

Palabras claves: analogías, aprendizaje de las ciencias, cambio químico, pensamiento modelador.

Title: Bases and development of a proposal for the teaching of chemical change with analogies

Abstracts: In this paper, a didactic proposal for the teaching of the chemical change concept in secondary education is justified and presented. The proposal consists in a didactic unit through activities based in the use of analogies as learning resource. This proposal is now being practiced and tested with students of 9th grade. The purpose of this study is serving of base for another more ambitious future study, in order to evaluate the role of the analogies in the development of abilities and strategies typical of modeling processes.

Keywords: analogies, learning sciences, chemical change, modeling thinking

Planteamiento del problema

El cambio químico es un contenido relevante en la enseñanza de las ciencias puesto que resulta estructurante para el aprendizaje de otros contenidos, y sirve para explicar muchos fenómenos de la realidad que nos rodea. No es de extrañar, por tanto, que la construcción del concepto de cambio químico aparezca como uno de los objetivos más significativos en el currículo de la enseñanza secundaria, tanto en secundaria obligatoria como en bachillerato.

Junto a ello, son muchas y de muy diversa índole, las dificultades con las que los alumnos suelen encontrarse al trabajar este tema (Andersson, 1986; Driver et al., 1989; Kempa, 1991; Solsona et al., 2000; Solsona, Izquierdo, Jong, 2003).

i) Existencia de concepciones alternativas, entre ellas:

- La no-conservación de la masa con los procesos químicos. Esta idea está relacionada con la dificultad para identificar ciertos gases como productos o reactivos de una reacción química.
- La creencia de que las propiedades de los materiales vienen determinadas por la mezcla de propiedades de sus componentes.
- La asociación errónea de las características de las sustancias con el modo de obtención, considerando a los productos de síntesis o artificiales como de una "calidad inferior" o "contranaturales".
- La idea de que toda reacción química requiere un agente externo para comenzar, normalmente calor, y debe ser irreversible.
- La asignación de propiedades macroscópicas a los átomos y las moléculas.

ii) El empleo de diferentes lenguajes simbólicos (Galagovsky et al., 2003), no siempre bien interpretados ni manejados por los alumnos.

iii) La exigencia de pensamiento formal para entender gran parte del desarrollo del contenido del cambio químico.

iv) La actitud desfavorable que provoca la visión negativa que a veces se da de la química, a la que se asocia por ejemplo con problemas de contaminación, toxicidad de ciertos productos, etc...

Dada la importancia del cambio químico en la enseñanza de las ciencias, junto a las dificultades que encuentran los estudiantes para ir más allá de la realidad aparente e integrar los datos procedentes de ésta en el modelo escolar de cambio químico (Goméz-Crespo y Pozo, 2004), se hace necesario desarrollar recursos didácticos que contribuyan a la superación de las dificultades enunciadas y favorezcan el aprendizaje en este ámbito. Entre ellos, se encuentran las analogías que, desde nuestro punto de vista, podrían contribuir no solo al aprendizaje de estos temas en sí mismos, sino también al desarrollo de la capacidad de modelaje científico.

En este trabajo se justifica y presenta una propuesta didáctica para el estudio del cambio químico en secundaria, basada en el uso de analogías como recurso de apoyo a lo largo de diversos momentos de su desarrollo.

Fundamentos didácticos

Entre los diferentes marcos teóricos existentes a la hora de entender el aprendizaje por analogía nos situaremos en el que expusimos en una serie de trabajos anteriores (Oliva et al., 2001, 2003; Oliva, 2004). Dicho marco se sustenta a su vez, de una parte, en los trabajos sobre modelos mentales y razonamiento analógico procedentes de la psicología cognitiva, pero también, de otra, en la investigación realizada desde la propia didáctica de las ciencias, particularmente desde el campo de estudio sobre analogías en la enseñanza de las ciencias (Duit, 1991; Duit et al., 1998; Wilbers y Duit, 1999; Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; Oliva et al., 2001, etc) (ver figura 1).

Como se sugiere en la figura 1, los modelos mentales en el alumno no se generan por transmisión de significados, sino por la evolución cognitiva que resulta de la interacción entre los modelos mentales del alumno y las versiones didácticas de los modelos científicos. Este esquema permite comprender cómo el alumno puede construir conocimientos en un dominio dado a partir de su comprensión sobre otro que resulta para él mejor conocido y más familiar, mediante razonamiento de tipo analógico.

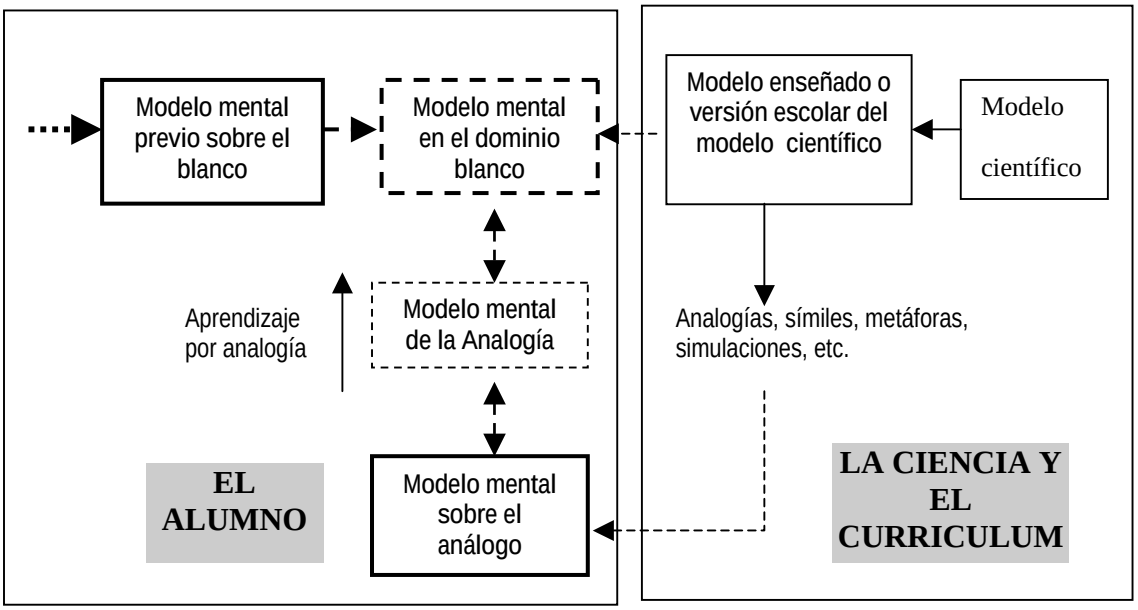


Figura 1. Modelos mentales, modelo enseñado y modelo de la analogía (Oliva et al., 2003a).

Para que una actividad analógica produzca los efectos esperados:

i) el análogo debe evocar un modelo mental incipiente que tendrá el alumno sobre la situación objeto de estudio,

ii) el análogo debe evocar el modelo mental de la situación análoga,

iii) el alumno ha de extraer los aspectos comunes de uno y otro campo, elaborando el *modelo subyacente a la analogía* (Duit, 1991),

iv) y ha de verificar con éxito la transferencia analógica, extrayendo de la analogía las conclusiones oportunas.

Todo ello comporta mecanismos que van más allá del aprendizaje de tipo conceptual. Así, comporta un proceso interno al sujeto, que dependerá además de la interacción con el entorno escolar, los materiales, el profesor, los compañeros. Por otra parte, implica un proceso de razonamiento en el alumno, ya que la analogía no es un producto prefabricado, sino que tiene un carácter predominantemente procedimental. Permite al alumno desarrollar procedimientos como: el establecimiento de similitudes y relaciones entre conceptos y/o fenómenos; la identificación, el reconocimiento y la diferenciación de conceptos y/o fenómenos; el análisis de las partes de un sistema o de los factores que intervienen en el fenómeno; el análisis de las relaciones causa-efecto entre los hechos y/o conceptos; etc. Finalmente, no debemos olvidar, el potencial de las analogías en el ámbito actitudinal (Oliva, 2004), ya que permite: valorar la

lógica y la racionalidad de las disciplinas científicas, por encima de planteamientos de sentido común; reconocer y valorar los modelos teóricos y las teorías científicas como base para comprender la realidad; aceptar las limitaciones de la Ciencia y de los modelos científicos, predisponer y abrir la mente al cambio de ideas, etc.

A todo ello, podemos añadir que el uso de analogías favorece los procesos de metacognición y mejora la autoestima. Con ellas podemos hacer que los alumnos se sientan más seguros y confortables viendo que no todo aquello que conocen es erróneo y negativo, sino que puede resultarles útil para aprender cosas nuevas. Finalmente, pueden ser un instrumento adaptable a la diversidad del alumnado, y constituyen una forma natural de comunicación que permite el uso de diferentes códigos de comunicación.

En conclusión, podemos pensar que el uso de las analogías, como recurso didáctico, podría permitir la superación de las dificultades que los alumnos encuentran en el aprendizaje de las ciencias, en general, y del cambio químico, en particular.

Diseño de materiales con analogías para la enseñanza del cambio químico

El diseño y desarrollo de la unidad didáctica "El cambio químico", ha seguido las pautas propuestas por Sánchez Blanco y Valcárcel (1993) para el diseño de unidades didácticas. Por razones de espacio sólo indicaremos algunos aspectos de la unidad que puedan ofrecer una idea lo más completa posible de la misma. Así, como consecuencia del análisis científico de la unidad, se recoge en la tabla 1 el resultado del análisis de contenidos.

Conceptos	Procedimientos	Actitudes
- El cambio químico. - Reacciones de descomposición - Sustancia simple y compuesta. - Interpretación submicroscópica de una reacción química. - Teoría de las colisiones. - El átomo. - Significado de las fórmulas químicas. - Ley de conservación de la masa.	- Diferenciación entre cambios físicos y químicos. - Clasificación y diferenciación de sustancias. - Interpretación de experiencias. - Elaboración y aplicación de modelos. - Representaciones simbólicas. - Desarrollo del razonamiento analógico.	- Valorar la utilidad de los modelos para interpretar y realizar predicciones. - Aceptar las limitaciones de la Ciencia y de los modelos científicos. - Valorar las ideas propias como forma de aprendizaje.

Tabla 1. Análisis de contenidos de la unidad didáctica.

La unidad va dirigida a alumnos de 3º de ESO que ya habían abordado previamente el estudio del cambio químico en 2º de ESO desde un punto de vista fenomenológico. Durante este curso se trató con los alumnos la diferenciación entre los cambios físicos y químicos, analizando los cambios en las propiedades del sistema, fundamentalmente mediante trabajos

prácticos. Los alumnos conocen también de 2º de ESO el modelo cinético molecular de la materia, que aplicaron para interpretar fenómenos físicos y para realizar predicciones sobre los mismos, aunque no podemos afirmar que todos los alumnos consiguieran este objetivo.

Como consecuencia de la reflexión conjunta del análisis científico y didáctico efectuado, se establecieron los siguientes objetivos:

- Comprender y diferenciar los cambios que suceden en la materia.
- Conocer los postulados básicos del modelo atómico de la materia
- Interpretar los cambios haciendo uso de los principales modelos de la materia.
- Manejar el lenguaje químico.
- Valorar el sentido, la utilidad y las limitaciones de los modelos en la ciencia.

En la tabla 2 se recoge escuetamente el nivel de conceptualización que se pretende alcanzar.

El hilo conductor de la mayoría de las actividades fue el empleo de las analogías. La manera de enfocar estas actividades podría resumirse en los siguientes puntos.

- Presentación del fenómeno y/o de la versión escolar del modelo científico que se va a estudiar. Esta fase es necesaria en cuanto permite al alumno disponer de un punto de referencia sobre lo que van a estudiar, y explicitar las concepciones previas que tiene al respecto, activándose el modelo inicial sobre el blanco.
- Presentación de una o varias analogías que presenten un modelo común con el objeto. Se trata de activar el modelo que deben tener los alumnos sobre el análogo.
- Establecimiento de semejanzas y diferencias entre el blanco y el análogo para establecer un primer modelo de la analogía.
- Replanteamiento del modelo científico escolar haciendo uso del razonamiento analógico. Llegado a este punto los alumnos alcanzarían un primer nivel de implicación respecto a la elaboración de modelos.
- Un segundo nivel de implicación supondría el uso de la analogía en actividades de interpretación de fenómenos. Se trata de utilizar los procesos de transferencia analógica y afianzar el modelo científico escolar.
- Si es posible, según indique la evaluación del proceso, se realizarán actividades que requieran un mayor grado de complejidad, como son actividades en las que el alumno deba revisar y cambiar los modelos que ya conoce y actividades de reconstrucción de modelos ya existentes.

La metodología empleada en la unidad debe propiciar un entorno activo y participativo para los alumnos, partiendo de sus concepciones iniciales y tomando como referente un aprendizaje significativo. Las actividades se realizarán con los alumnos distribuidos en pequeños grupos, contemplando un espacio de tiempo para una puesta en común.

Cambio químico	En las transformaciones químicas las sustancias cambian; hay sustancias que desaparecen mientras otras aparecen., lo que se puede verificar a través del análisis de las propiedades características de las sustancias. Este cambio se interpreta como una ruptura de las moléculas de los reactivos cuyos átomos se unen de forma diferente originando nuevas moléculas.
Teoría de las colisiones	Para que una reacción se produzca las partículas que forman los reactivos deben chocar eficazmente entre sí. Los choques son eficaces cuando: - en las colisiones entre las partículas se pone en juego la energía suficiente para que las moléculas se rompan y, - las colisiones suceden con la orientación adecuada para que se formen uniones nuevas.
Teoría atómica	Las moléculas están formadas por partículas más pequeñas denominadas átomos. En la naturaleza existe aproximadamente un centenar de átomos diferentes denominados elementos.
Sustancia simple	Las sustancias simples, que no sufren reacciones de descomposición, están formadas por un solo elemento.
Sustancia compuesta	Las sustancias compuestas, que pueden descomponerse, están formadas por más de un elemento.
Fórmula química	La fórmula química de un compuesto indica la proporción en la que se combinan los átomos al formar el compuesto o el número de átomos de cada tipo que forman una molécula.
Ley de conservación de la masa	En una reacción química la masa de los reactivos es la misma que la masa de los productos, lo que se interpreta como la constancia en el número de átomos totales.

Tabla 2. Nivel de conceptualización esperado en el desarrollo de la unidad.

Primeros resultados

Los materiales se están ensayando en un estudio piloto. Aunque no se dispone aún de todos los datos que se pretenden recoger, ni se han analizado suficientemente como para ofrecer conclusiones definitivas, si podemos adelantar que:

- Las actividades analógicas son realizadas sin gran dificultad por los alumnos.
- El uso de analogías resulta motivador y despierta el interés de los alumnos.
- Los alumnos indican en sus comentarios que el uso de las analogías empleadas les facilita la comprensión de los modelos enseñados.
- Parece que gran parte de los alumnos aprenden modelos a través de los modelos enseñados y aprenden a usar los modelos.

La evaluación de la unidad didáctica se está realizando desde una perspectiva cualitativa, estudiando la interacción entre la actividad del alumno y las analogías planteadas en el contexto en el que se produce. No sólo interesan los logros con respecto al aprendizaje del cambio químico, sino indagar en el proceso de aprendizaje en relación al uso de las actividades de carácter analógico. Como instrumentos de evaluación se están analizando los cuadernos de trabajo de algunos alumnos, una

producción escrita de algunos de ellos sobre cómo han progresado en el aprendizaje del cambio químico y entrevistas personales.

Los materiales se están ensayando en un estudio piloto, cuya evaluación servirá para diseñar una segunda generación de materiales que servirán de base a un estudio de más envergadura sobre el papel de las analogías en el desarrollo del pensamiento modelador de los alumnos en química, concretamente en el ámbito de estudios del cambio químico.

Referencias bibliográficas

Andersson, B. (1986). Pupils' Explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70, 549-563.

Driver, R, Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid: Morata.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649-672.

Duit, R.; Roth, W.M.; Komorek, M. y Wilbers, J. (1998). Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: towards an integrative perspective on learning science. *International Journal of Science Education*, 20(9), 1059-1074.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

Galagovsky, L. R.; Rodríguez, M. A.; Sanmarti, N. y Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla*. Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 107-121

Gómez Crespo, M. A. y Pozo, J.A. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: Understanding how matter changes". *International Journal in Science Education*, 26 (11) 1325-1343

Kempa, R. (1991). Students learning difficulties in science. Causes and possible remedies. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2). 119-128.

Oliva, J.Mª; Aragón, Mª.M*.;* Mateo, J. y Bonat, M*.* (2001). Una propuesta didáctica, basada en la investigación, para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 453-470.

Oliva, J.Mª; Aragón, Mª.M.; Bonat, M*.* y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 429-444.

Oliva, J.Mª. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (3).

Pozo, I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

Sánchez-Blanco, G. y Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 11(1), 33-44

Solsona, N. Izquierdo, M. y Gutiérrez, R., (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (1), 15-23.

Solsona, N. Izquierdo, M. y Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.

Wilbers, J. y Duit, R. (1999). On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems. *Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*. Kiel, Germany.

Educación Ambiental y medios de comunicación escritos desde un enfoque CTS. Algunos datos sobre opiniones del profesorado

Carmen Enrique Mirón[1], José M. Cabo Hernández[2] y José Ramón Cortiñas Jurado[3]

[1]Departamento de Química Inorgánica. Facultad Educación y Humanidades. Campus de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: cenrique@ugr.es

[2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad Educación y Humanidades. Campus de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: jmcabo@ugr.es

[3]C.E.I.P. Eduardo Morillas. Melilla. E-mail: peperra91@hotmail.com

Resumen: En esta comunicación presentamos datos empíricos sobre las opiniones del profesorado no universitario de la Ciudad Autónoma de Melilla en relación al grado de interés, de información y fuentes de información utilizadas sobre temas medioambientales así como de la oferta divulgativa sobre Medio Ambiente aparecida en medios de comunicación escritos españoles y el papel que dichos medios pueden desempeñar en la Educación Ambiental no formal.

Palabras clave: Educación ambiental, medios de comunicación, profesorado no universitario, opiniones

Title: Environmental education and Mass media from a STS approach. Some information concerning teachers' opinions.

Abstract: In this communication we present empirical information on the not university teachers' opinions of the City of Melilla with regard the degree of interest, of information and sources of information used on environmental topics as well as of the informative offer on Environment that appeared in written national mass media and the role that the above mentioned media can play in the not formal Environmental Education.

Keywords: Environmental education, mass media, not university teacher, opinions.

Introducción

En los últimos años se han multiplicado los esfuerzos encaminados hacia la evaluación de la Percepción Social de Ciencia y Tecnología en numerosos países, entre los que se encuentran España y los países iberoamericanos (FECYT, 2003, 2005; RICYT/OEI, 2003; CONACYT, 2003; SENACYT, 2001; SECYT, 2004; Albornoz, M., Vaccarezza, L., Polino, C. y Fazio, M.E., 2003; Cruces, J.M. y Vessuri, H., 2005). En estos estudios, junto con los ya

clásicos realizados en la Unión Europea[1] y en EEUU[2], se pone de manifiesto que el Medio Ambiente junto con la Salud y la Medicina son los temas que más interesan a la población, por encima de la Ciencia y la Tecnología, al tiempo que se reconocen bajos niveles de información que son percibidos desde la etapa escolar. También se señala en estos estudios la influencia que los medios de comunicación ejercen en el origen de la percepción social hacia la Ciencia, la Tecnología o el Medio Ambiente así como en la configuración de las opiniones.

Estos datos interesan al movimiento educativo Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS) que persigue como finalidad la alfabetización científica y tecnológica (Membiela, 2001) del público en general y no sólo de la población escolarizada, orientada hacia la participación social en la toma de decisiones de asuntos tecnocientíficos con incidencia social.

La Educación Ambiental (EA en adelante) persigue igualmente la participación del público en la resolución de problemas socioambientales en un contexto de Desarrollo Sostenible (Vega y Álvarez, 2005). En este sentido, la EA es alfabetización ambiental y puede ser analizada como un ejemplo de interacción Ciencia-Tecnología y Sociedad. Algunos autores ya han propuesto añadir la A de Ambiente en el acrónimo CTS (UNESCO, 2005) dando como resultado CTS+A.

El papel de los medios es muy distinto según consideremos la EA en contextos formales o no formales. Tradicionalmente se relaciona a la EA formal con el sistema educativo y a la EA no formal (fuera del sistema educativo) con programas de Interpretación Ambiental en espacios naturales y programas comunitarios en ambientes urbanos (Sureda y Colom, 1989) en el caso de España. Sin embargo, a lo largo de la década de los 90 se detecta un aumento significativo de noticias sobre Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente o Salud en los medios de comunicación generalistas, tanto en prensa escrita, como revistas, televisión o radio, o incluso en internet. La actual divulgación ambiental puede suponer un valioso recurso educativo para la enseñanza de las Ciencias en cualquier tema (Cabo et. al., 2005; Enrique et. al., 2005) y para la alfabetización ambiental. Por divulgación entendemos el conjunto de acciones de comunicación social y educación no formal encaminadas a promover una cultura en este caso ambiental.

En este contexto nos interesa indagar sobre el papel que los medios de comunicación pueden ejercer en un público específico, el del profesorado no universitario. Los datos aportados por los Estudios españoles sobre Percepción Social de Ciencia y Tecnología señalan como fuente principal de información de temas sociocientíficos a la Televisión. Sin embargo, la mayor parte de la población, según estos estudios (FECYT, 2003; FECYT, 2005) lo que ve son informativos, que dedican a cada noticia algunos segundos o como mucho minutos, por lo que la información disponible siempre es parcial y forzosamente descontextualizada. En cambio, los

[1] Eurobarómetros, disponibles en: http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/eb_special_en.htm

[2] *Science and Engineering Indicators* (National Science Foundation, NSF), disponibles en http://www.nsf.gov/

programas televisivos específicos de divulgación de Ciencia y Tecnología, en donde existe mayor tiempo para analizar convenientemente las noticias, son minoritarios para la población en general. Por ello, hemos elegido los medios de comunicación escritos para su análisis sobre noticias por tratarse de la segunda fuente de información para la población. Las revistas especializadas se han incluido también debido a que presentan, junto a los artículos de prensa, potencialidad educativa, en ambos casos tanto en sus formatos clásicos en papel como en sus versiones digitales en internet (Cabo et. al., 2005).

No se ha planteado suficientemente la necesidad de ver la percepción socioambiental como un proceso continuo que empieza en el sistema educativo obligatorio y que influirá en la actitud con la que se interpretarán las informaciones aportadas por los medios de comunicación en la edad adulta puesto que las actitudes humanas se construyen desde los primeros años. De ahí la importancia del sistema educativo como punto de partida.

Objetivos

De acuerdo con las ideas planteadas, los objetivos de este trabajo se centran en responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el grado de interés e información hacia algunos temas de Ciencia y Tecnología específicos con incidencia ambiental en el profesorado no universitario de la Ciudad Autónoma de Melilla?
2. ¿Cuáles son las fuentes de información sobre algunos temas específicos de Ciencia y Tecnología con incidencia ambiental en el profesorado de la Ciudad Autónoma de Melilla?
3. ¿Existe una oferta divulgativa suficiente con relación a la demanda social de información sobre Medio Ambiente en España a disposición del profesorado en la prensa escrita generalista y en revistas especializadas de divulgación de Ciencia y Tecnología?

Metodología

1. Grados de interés, información y origen de los mismos en el profesorado

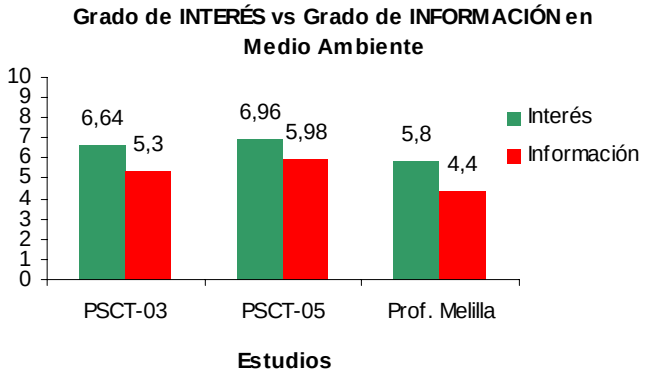
Para la determinación del grado de interés, grado de información y fuentes de información se elaboraron unos cuestionarios siguiendo las pautas de los elaborados sobre Percepción Social de Ciencia y Tecnología, realizados por la FECYT con respuestas cerradas a los que también se añadieron cuestiones de respuestas abiertas. Para el análisis de las opiniones del profesorado respecto al medio ambiente, se trataron dos casos concretos de controversias que vinculan el medio ambiente con la biotecnología (alimentos transgénicos y bacterias modificadas genéticamente para la lucha contra la contaminación). Se recogieron y analizaron un total de 162 cuestionarios, correspondiendo el 36,4% a hombres y el 63,6% a mujeres durante el desarrollo de un curso celebrado en noviembre de 2004. La muestra estaba compuesta por profesores no universitarios (Educación Infantil, Primaria y Secundaria) de la Ciudad Autónoma de Melilla.

2. Análisis de prensa y revistas de divulgación

Se efectuó un análisis cuantitativo de las noticias publicadas sobre Medio Ambiente y Ciencia y Tecnología en los dos diarios de mayor difusión en España (*El País* y *El Mundo)* de acuerdo con los datos del Estudio General de Medios[3] (EGM) y la Oficina de Justificación de la Difusión[4] (OJD) así como de los artículos recogidos en las revistas de divulgación científica *Muy Interesante* e *Investigación y Ciencia* desde enero de 1996 hasta diciembre de 2004, así como el estudio de la evolución temporal de las noticias y artículos publicados en dicho periodo de tiempo. La exploración cuantitativa en prensa se ha realizado a partir de las versiones digitales de ambos diarios (www.elpais.es y www.elmundo.es). El uso de buscadores nos ha permitido identificar lo publicado en ambos medios sobre Medio Ambiente así como sobre Ciencia y Tecnología en general en el periodo de tiempo señalado. Por el contrario, en las revistas de divulgación se han utilizado los fascículos publicados mensualmente durante dicho periodo de tiempo para llevar a cabo el análisis cuantitativo.

Resultados

El grado de interés manifestado por el profesorado se sitúa por encima de 5 (5.8) en una escala de 0 a 10 y el grado de información no llega al cinco (4,4) en la misma escala. Los resultados son algo inferiores a los obtenidos a nivel nacional pero en la misma tónica, tal y como puede apreciarse en la gráfica 1. Si bien la diferencia entre el grado de interés y el grado de información manifestados no es estadísticamente significativa, si llama la atención los bajos valores encontrados.



Gráfica 1.– Grado de interés y de información respecto a Medio Ambiente. Comparación entre los estudios españoles de percepción (PSCT-03: Percepción Social de Ciencia y Tecnología en España-2003; PSCT-05: Percepción Social de ciencia y Tecnología en España-2005) y la muestra de profesorado encuestada.

En cuanto a los principales medios que el profesorado utiliza para obtener información sobre los dos casos tratados (alimentos transgénicos y bacterias modificadas genéticamente para la lucha contra la contaminación), los resultados obtenidos quedan reflejados en la tabla 1. Como puede apreciarse en dicha tabla, la televisión se presenta como la

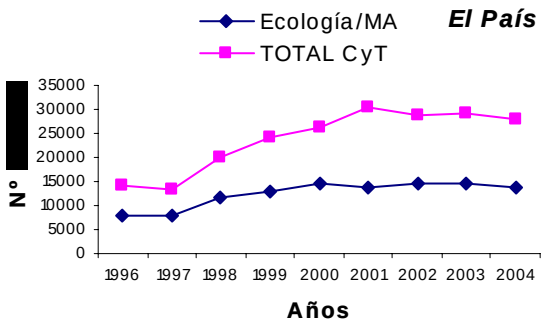
[3] Estudio General de Medios (EGM). Disponible en http://www.aimc.es/aimc.php
[4] Oficina de la Justificación de la Difusión (OJD). Disponible en http://www.ojd.es

principal fuente de información (75,6% y 52,1%, respectivamente) seguida de la prensa (39,4% y 27,3%). En el caso de las bacterias modificadas genéticamente el tercer medio es la radio (24,8%) mientras que en el caso de los alimentos transgénicos, las revistas especializadas constituyen la tercera vía de información (37%) situándose la radio en un cuarto lugar con un 33,6%. En ambos casos, internet constituye la sexta fuente de información por delante de los estudios, los libros y las exposiciones y museos.

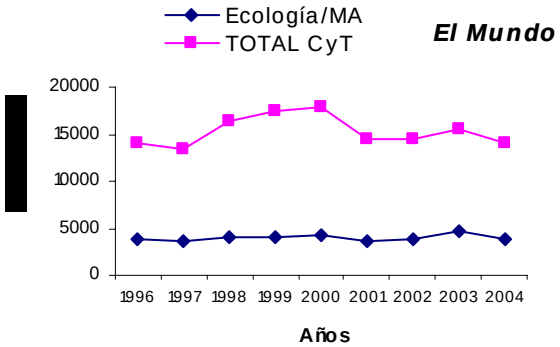
FUENTES DE INFORMACIÓN	Alimentos transgénicos (%)	Bacterias modificadas genéticamente (%)
Televisión	75,6	52,1
Radio	33,6	25
Revistas	37	14,5
Periódicos	40	27,3
Otras personas	25,2	11,1
Libros	6,7	2,6
Estudios	12,6	4,27
Internet	14,3	8,5
Exposiciones y museos	0,8	0,8
Otras	0,8	0,8

Tabla 1.- Fuentes de información del profesorado sobre alimentos transgénicos y bacterias modificadas genéticamente para la lucha contra la contaminación.

Finalmente, recogemos los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo de las noticias y artículos vinculados al Medio Ambiente y a Ciencia y Tecnología en general en los periódicos y revistas de divulgación científicas analizadas en el periodo de tiempo señalado. Como podemos apreciar en la gráfica 2 desde el año 1996 hasta el año 2004, el número de noticias vinculadas a Medio Ambiente prácticamente se ha duplicado en *El País* (pasando de 8104 en 1996 a 13850 en 2004), representando estas noticias una media del 52,2% del total de noticias científico-tecnológicas. Por el contrario, en el diario *El Mundo* (gráfica 3), el número de noticias relacionadas con este tópico ha permanecido prácticamente constante (alrededor de 3900) a lo largo de todo el periodo de tiempo analizado, representando este número de noticias el 26,1% del total de noticias de Ciencia y Tecnología.

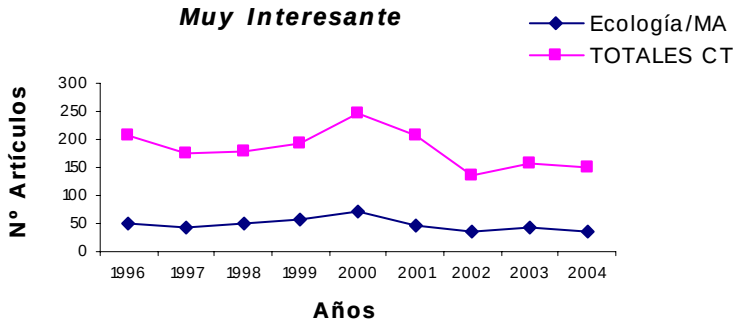


Gráfica 2.- Evolución temporal del número de noticias relacionadas con Medio Ambiente y con Ciencia y Tecnología en general desde el año 1996 hasta el año 2004 en *El País*.

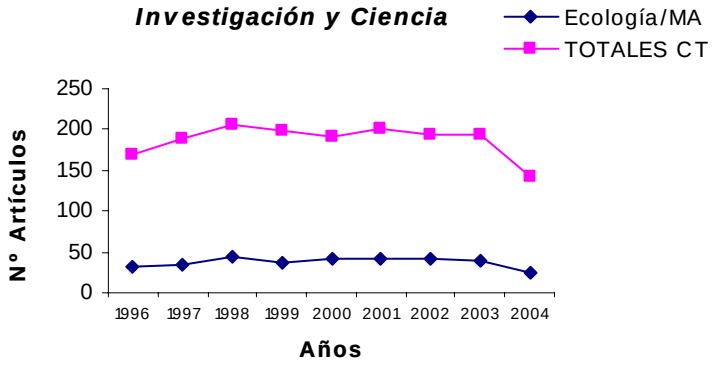


Gráfica 3.- Evolución temporal del número de noticias relacionadas con Medio Ambiente y con Ciencia y Tecnología en general desde el año 1996 hasta el año 2004 en *El Mundo*.

En cuanto a las revistas de divulgación científica (gráficas 4 y 5), hemos de indicar que en ambos casos el número de artículos referidos a Medio Ambiente prácticamente se mantiene constante en el periodo de tiempo estudiado, siendo mayor su presencia en la revista *Muy Interesante* en donde estos artículos representan un 26,4% del total recogidos en la revista frente al 19,9% que representa en la revista *Investigación y Ciencia*.



Gráfica 4.- Evolución temporal del número de artículos relacionados con Medio Ambiente y con Ciencia y Tecnología en general desde el año 1996 hasta el año 2004 en *Muy Interesante*.



Gráfica 5.- Evolución temporal del número de artículos relacionados con Medio Ambiente y con Ciencia y Tecnología en general desde el año 1996 hasta el año 2004 en *Investigación y Ciencia.*

Conclusiones

En respuesta a las preguntas planteadas y de acuerdo con los datos obtenidos, podemos concluir que el profesorado encuestado reconoce interés hacia los temas de Medio Ambiente y Ecología al tiempo que podemos afirmar que el grado de información sobre los temas preguntados es relativamente inferior al grado de interés manifestado, siguiendo las pautas encontradas en la población en general (FECYT, 2003; FECYT, 2005). Existe información a disposición del público en general en prensa

diaria y en revistas de divulgación tal y como demuestran los datos obtenidos en nuestro análisis de prensa y revistas de divulgación pero el profesorado no se siente suficientemente informado. El grado de interés, por tanto, no parece estar relacionado con acciones efectivas de búsqueda de información en los medios.

Respecto a las fuentes de información, los datos obtenidos confirman la idea de que en el profesorado al igual que en el resto de la ciudadanía (FECYT, 2005; Eurobarómetro 63.1, 2005) son los medios de comunicación generalistas (televisión, periódicos, revistas, radio) los responsables de la información ambiental que reciben frente a otras fuentes como estudios o libros, por lo que la divulgación, a través de periódicos generalistas, presenta mayor acceso a la población y al profesorado que las revistas.

Por otra parte, los casos tratados (bacterias modificadas genéticamente para luchar contra la contaminación y alimentos transgénicos) son controversias recientes derivadas del desarrollo de la Biotecnología, el profesorado no ha recibido formación inicial sobre ellos y los currícula científicos actuales, si se desarrollan desde el punto de vista clásico, no incluyen este tipo de contenidos. Una orientación CTS de la enseñanza de las Ciencias y la inclusión en el currículo de discusiones y debates en clase sobre asuntos controvertidos actuales podría mejorar la preparación de las personas sobre estos asuntos.

Los niveles de información e interés detectados en el profesorado no pueden darse por buenos. Si bien en su mayoría no se trata de profesorado específico de ciencias, las implicaciones de las acciones humanas sobre el medio ambiente forman parte del currículo oficial desde la etapa Infantil, y al tratarse de temas interdisciplinares, también el profesorado de Ciencias Sociales está implicado. De hecho, la materia optativa en bachillerato de CTS se imparte desde los seminarios de Filosofía y Ciencias Sociales. Estos datos suponen un reto para las iniciativas de formación permanente de profesorado en todas las etapas educativas.

Finalmente, con relación a la oferta divulgativa sobre Medio Ambiente, los datos proporcionados por nuestro análisis de prensa y revistas ponen de manifiesto la existencia de noticias disponibles en los medios escritos sobre este tema siendo este hecho un indicativo del alcance e influencia potencial que estas fuentes no formales tienen en el aprendizaje científico-tecnológico en general y sobre el Medio Ambiente en particular. Sin embargo, por lo afirmado anteriormente, creemos conveniente completar este estudio con otro sobre la calidad de las informaciones pues también estas informaciones pueden ser origen de errores, confusiones y visiones deformadas ya que con frecuencia las noticias, en particular las referidas a Medio Ambiente, se presentan de forma descontextualizada.

Referencias bibliográficas

Albornoz, M.; Vaccarezza, L.; Polino, C. y Fazio, M.E. (2003): *Resultados de la encuesta de percepción pública de la ciencia realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay*. Documento de trabajo Nº9, Buenos aires, Centro REDES. Disponible en:

http://www.centroredes.org.ar/template/template.asp?nivel=documentos&cod=00

Cabo, J.; Enrique, C. y Cortiñas, J.R. (2005): La Prensa escrita en internet y el aprendizaje informal de Ciencias. El caso de la Biotecnología. *Alambique*, 43, pp. 21-28

CONACYT (2003): "Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México, 2002", *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, México.

Cruces, J.M. y Vessuri, H. (2005): *Ciencia y tecnología. Venezon@s participan y opinan. Primera encuesta nacional de percepción pública de la ciencia, cultura científica y participación ciudadana*, Bogotá, Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Enrique, C; Cabo, J.M.; Cortiñas, J.R. y Carcía_Peña, H. (2005). Medios de comunicación escritos y aprendizaje no formal de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* Nº Extra 2005, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación científica para la ciudadanía. Granada.

Eurobarómetro 63.1 (2005). *Europeos, Ciencia y Tecnología*. Comisión Europea. Disponible en http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_225_report_en.pdf

FECYT (2003): *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España-2002*. Madrid: FECYT.

FECYT (2005): *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España-2004*. Madrid: FECYT.

Membiela, P. (2001): *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Marcea

RICYT/OEI (2003): "Resultados de la encuesta realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay", *Proyecto Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana*, disponible en: http://www.centroredes.org.ar

SECYT (2004): *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología. Primera encuesta nacional de Percepción Pública de la Ciencia*. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Argentina.

SENACYT (2001): *Indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología en Panamá-2001*, Panamá.

Sureda, J. y Colom, A. (1989): *Pedagogía ambiental*. Barcelona: CEAC

UNESCO (2005): ¿Cómo promover el interés por la Cultura Científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la Educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO, Santiago, Chile.

Vega, P. y Alvarez, P. (2005): Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 4 (1).

Las controversias sobre el agua. Razonamiento informal de profesorado cubano y español.

J.M. Cabo Hernández[1], Carmen Enrique Mirón[2] y Clemente Rodríguez Sabiote[3]

[1]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad Educación y Humanidades. Red CiTyS. Campus de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: jmcabo@ugr.es

[2]Departamento de Química Inorgánica. Facultad Educación y Humanidades. Red CiTyS. Campus de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: cenrique@ugr.es

[3]Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. E-mail: clerosa@ugr.es

Resumen: La presente comunicación explora el razonamiento informal de profesorado universitario cubano y español ante dos situaciones controvertidas relacionadas con el agua. Los datos apuntan hacia la influencia contextual sobre el tipo de argumentaciones.

Palabras clave: Razonamiento informal, controversias socio-científicas, agua, profesorado universitario.

Title: The controversies on the water. Informal reasoning of Cuban and Spanish teachers.

Abstract: The present communication explore the informal reasoning of university Cuban and Spanish teachers before two controversial situations related to the water. The data suggest the influence of social context on the type of argumentations.

Keywords: Informal reasoning, socioscientific issues, water, university teachers.

Introducción

Los estudiantes de ciencias deben aprender conceptos científicos, esto siempre ha estado claro. En cambio, el para qué necesitan usar esa información o cómo transfieren el conocimiento científico a la vida cotidiana y especialmente a la toma de decisiones en temas socio-científicos, sigue siendo objeto de investigación, especialmente en lo referente a la relación entre la comprensión conceptual y el razonamiento no formal, la capacidad de argumentación y la toma de decisiones en la vida cotidiana (Sadler, 2004). Mientras que la Ciencia utiliza muchas veces un razonamiento altamente formal basado en la lógica y la matemática, en los problemas cotidianos las variables en juego casi nunca están ni bien delimitadas ni se tiene información

precisa sobre ellas, por lo que se utiliza más un razonamiento informal para valorar evidencias y defender posiciones informadas.

El concepto de alfabetización científica para promover la participación social de la ciudadanía en la toma de decisiones socio-científicas es uno de los principios consensuados en la orientación CTS sobre fines de la enseñanza científica, e incluye entre sus estrategias de enseñanza-aprendizaje el debate en el aula de temas socio-científicos controvertidos (Membiela, 2001).

El tratamiento de temas socio-científicos en el aula implica a la relación de la Ciencia y la Tecnología con la Sociedad. Estas relaciones pueden verse de forma tradicional como una serie de relaciones lineales entre Ciencia-Tecnología-Sociedad. En cambio desde los Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología estas relaciones son más complejas, produciéndose interacciones entre los tres elementos. Por ello, la presentación de controversias socio-científicas debería implicar el tratamiento integrado de todos los ámbitos de conocimiento que figuran en la controversia, de forma que se presenten los conceptos científicos contextualizados socialmente.

La cuestión que nos ocupa ahora es conocer, en el caso de una muestra incidental de profesorado, cuales son los ámbitos de conocimiento implicados en algunas situaciones controvertidas relacionadas con el agua en distintos contextos y cual es el efecto que el contexto tiene a la hora de influir en los ámbitos de conocimiento implicados, tanto por su influencia en el caso controvertido como en el caso de profesorado con distinto origen cultural.

Marco teórico

Si el objetivo de la enseñanza de las Ciencias está orientado hacia una ciudadanía informada que toma decisiones sobre cuestiones socio-científicas es necesario desarrollar competencias sobre toma de decisiones en este contexto. Esto es importante para promover la alfabetización científica desde las clases de Ciencias. De esta manera, el conocimiento sobre los procesos y pautas de razonamiento usados por los estudiantes al enfrentase a dilemas socio-científicos podría ayudar al desarrollo de un currículo apropiado sobre toma de decisiones y sobre estrategias de enseñanza de la misma.

Zohar y Nemet (2002) llaman la atención sobre el poco énfasis realizado por la investigación hacia el razonamiento informal de cuestiones socio-científicas. El razonamiento informal incluye razonamiento sobre causas y consecuencias, ventajas e inconvenientes, pros y contras o decisiones alternativas, implica actitudes y opiniones, problemas mal estructurados que no tienen solución única ni definitiva y a menudo incluyen razonamientos inductivos más que deductivos.

Sadler (2004) revisa la información empírica publicada sobre razonamiento informal en el contexto de cuestiones socio-científicas y encuentra cuatro tipos de temáticas: Expresiones del razonamiento informal a través de la argumentación, relaciones entre las creencias hacia la naturaleza de la Ciencia y el razonamiento informal de cuestiones socio-científicas, pautas de

interpretación de datos, evidencias y evaluación de la información e influencia de la comprensión de material sobre cuestiones socio-científicas y razonamiento informal.

Vallverdú (2005) revisa la literatura sobre controversias e introduce el concepto de campos de controversias en el que a partir de un eje continuo Ciencia-Sociedad y cuatro agentes sociales potencialmente implicados en las controversias (investigadores científicos, evaluadores científicos, gestión política y sociedad civil) permite definir hasta 15 tipos de controversias según el papel de los agentes implicados, que no tienen por qué ser los cuatro simultáneamente. Así habría controversias que afectan solo a los investigadores y evaluadores de la investigación, equiparables a las controversias internas *sensu stricto*, pero también las hay que tienen su origen en la sociedad civil informada.

Sadler y Zeidler (2005) concluyen que el contexto de los escenarios socio-científicos analizados es influyente en las pautas de razonamiento informal. La importancia del contexto en la percepción de problemas ya ha sido puesta de manifiesto en otros trabajos con resultados convergentes como por ejemplo en Sturgis y Allum (2004).

La mayor parte de datos empíricos citados sobre razonamiento informal de cuestiones socio-científicas se refieren a estudiantes. En este sentido Zohar y Nemet (2002) señalan que se han identificado mejoras en las argumentaciones hacia cuestiones socio-científicas en alumnado hasta la adolescencia, pero no se han aportado mejoras entre la adolescencia y la vida adulta.

Esta situación nos hace pensar en el papel del profesorado y en el tipo de razonamiento informal que aplica cuando se le presenta una cuestión socio-científica. Acevedo y col. (2005), por ejemplo, encuentran perfiles cualitativos semejantes y pocas diferencias cuantitativas en las creencias de profesores y alumnos hacia la Ciencia Tecnología y sus relaciones mutuas.

Objetivos

El presente trabajo describe los ámbitos de las argumentaciones realizadas por profesorado universitario cubano perteneciente a las universidades de Ciego de Ávila y Cienfuegos y profesorado universitario español de la universidad de Granada (Facultades de Ciencias de la Educación del Campus de Cartuja y del Campus de Melilla) ante dos situaciones controvertidas en distintos escenarios pero que están relacionadas con la aplicación de tecnologías semejantes.

Con ello, esperamos contrastar las siguientes ideas:

1. Los contenidos del razonamiento ante las dos controversias situadas en escenarios distintos son diferentes.

2. Debido al distinto contexto social del profesorado, aparecerán diferencias entre los contenidos de las argumentaciones de profesores cubanos y españoles.

Metodología

Se eligió el formato de pregunta con elección múltiple en la que cada respuesta alternativa representa una posición diferente ante el problema. La respuesta elegida debía ser única. Sin embargo, se pedía la justificación de la opción elegida mediante un texto libre de una página como máximo. Es decir, la conclusión o afirmación se elegía de las opciones del cuestionario pero, a continuación, se pedía la justificación o razones de la elección.

En el presente trabajo nos centramos en los contenidos de las argumentaciones y para ello seguimos el siguiente procedimiento:

1. Se leyeron todas las argumentaciones y se sintetizaron las ideas clave de cada una.

2. Se clasificaron las ideas clave en categorías que agruparan las respuestas de forma homogénea.

3. Se calcularon las frecuencias de aparición y porcentajes de cada categoría de respuesta en todas las submuestras.

En cuanto a la selección de las controversias, se han elegido dos casos que presentan la semejanza de ser controversias centradas en la sociedad civil si bien se sitúan en contextos sociopolíticos muy diferentes.

Uno de los casos hace referencia a la decisión prevista en el Plan Hidrológico Nacional español, la construcción de un trasvase de aguas desde el río Ebro hasta el sudeste español, que provocó un debate público en España, con manifestaciones multitudinarias y la implicación de los Gobiernos autonómicos de Aragón y Valencia. El actual Gobierno español, en el verano de 2004 sustituyó la decisión por la de construir desaladoras en la región de levante, lo cual también fue polémico.

El otro caso, se ubica en Oriente próximo y se refiere al uso del agua del Río Jordán y en especial a la construcción del “transportador del agua” israelí. Son dos contextos totalmente distintos desde el punto de vista sociopolítico pero que comparten un debate sobre las tecnologías utilizadas. En el fondo se trataría de realizar una evaluación sobre tecnologías de gestión de agua, el trasvase y sus alternativas, pero ambos problemas presentan una influencia sociopolítica evidente. Resultaba interesante comprobar si las percepciones de las personas ante problemas en contextos diferentes son las mismas o no.

Como instrumento de evaluación se utilizó un cuestionario de elección múltiple que se acompañó de textos informativos. Para el primer caso, el Plan Hidrológico Nacional, se eligió un texto de un libro de texto español de 2º de Bachillerato en la materia Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente (Calvo, 2002), que incluye el Plan Hidrológico Nacional (PHN) como un tema sociocientífico a debate. En dicho texto se realiza una evaluación de impacto ambiental de las distintas opciones técnicas analizadas en el PHN para aumentar la oferta de agua en el sudeste, la región más árida de España con un enfoque ambiental del problema.

En el caso del agua en el Río Jordán se aportó un texto sacado de Internet en el que analizaba la historia de la gestión del agua en el contexto del conflicto árabe-israelí. Se hablaba del "transportador de agua" israelí pero la información era más bien referente al contexto político del problema que a las implicaciones ambientales.

La muestra fue incidental. Se aprovechó la realización de un curso de doctorado sobre CTS incluido en un programa que la Universidad de Granada realizó en las Universidades cubanas de Ciego de Ávila y Cienfuegos. Las personas que respondieron eran por tanto, profesores universitarios cubanos.

En el caso español la muestra estuvo formada igualmente por profesorado de la Universidad de Granada de las Facultades de Educación de la misma ciudad de Granada y de la ciudad de Melilla. Toda la muestra, pues, tenía estudios universitarios. En ambos casos, los cuestionarios se distribuyeron entre el profesorado con el ruego de cumplimentarlos y devolverlos.

El tamaño de la muestra fue de 68 sujetos, repartidos en 32 casos españoles, de los cuales 23 eran de Melilla y 9 de Granada y 36 cubanos, 23 de Ciego de Ávila y 13 de Cienfuegos.

Resultados

En primer lugar debemos señalar que la mayor parte del profesorado que respondió al cuestionario justifica su elección. Así, en el primer caso lo hace el 92.6% del profesorado y en el segundo el 83.8%. Sin embargo, la información aportada junto al cuestionario no es tomada en cuenta en las argumentaciones mas que por un porcentaje minoritario de profesorado, el 23.5% en el primer caso y el 32.3% en el segundo caso.

La clasificación de justificaciones según el tipo de contenidos utilizados se expone en las Tablas 1 y 2 para cada controversia. Los resultados expresan el número de veces que aparecen dichas justificaciones.

En la primera controversia se producen 46 justificaciones con un único argumento, doce casos aportan 2 argumentos, tres casos presentan 3 argumentos y un caso aporta 4 justificaciones. En los casos españoles 6 personas emiten más de una justificación y en los casos cubanos 10 personas emiten dos o más razones. Los tres contenidos más citados son: evaluación de tecnologías, política y solidaridad.

En relación a la evaluación de tecnologías, las justificaciones aportan datos para justificar el sí o el no al trasvase frente a otra alternativa tecnológica, como las desaladoras, obras hidráulicas… Este tipo de razonamiento ha sido más usado en los casos cubanos que en los españoles. Las respuestas sobre argumentaciones de tipo político están más equilibradas en los casos cubanos y español.

En cuanto a citar a la solidaridad como valor que debería utilizarse en la resolución del problema se da también en los casos cubanos y español. Sin embargo, aquí y en otras justificaciones llama la atención que utilizando un

mismo criterio la valoración personal del problema puede ser distinta pues solidaridad se ha referido tanto en el sentido de apoyo a Aragón como de Valencia. Las tres primeras categorías, agua escasa, agua de todos y agua como primera necesidad, generalmente se asociaban con otros contenidos.

Respuestas	Melilla	Granada	Total España	Ciego de Ávila	Cienfuegos	Total Cuba	Total
Agua escasa	2	0	2	6	0	6	8
Agua de todos	3	1	4	0	3	3	7
Agua 1ª necesidad	1	0	1	1	1	2	3
Política	7	1	8	4	2	6	14
Solidaridad	5	1	6	3	3	6	12
Medio Ambiente	0	0	0	1	2	3	3
Evaluación tecnologías	2	1	3	10	3	13	16
Criterios económicos	2	2	4	2	1	3	7
Reparto de agua	5	1	6	0	1	1	7
Otras	1	0	1	4	1	5	6
Repite argumento	2	0	2	3	2	5	7

Tabla 1: Frecuencia y porcentajes de contenidos sobre argumentaciones ante la controversia del trasvase del Ebro en el Plan Hidrológico Nacional de universitarios de España y Cuba

En la segunda controversia siete casos españoles y dos cubanos aportan dos justificaciones. Un caso cubano y tres españoles aportan 3 justificaciones.

Se puede ver a primera vista que las frecuencias de argumentos han cambiado rotundamente. Estamos ante un problema político, que se utiliza como argumentación en 44 casos, tanto españoles como cubanos. Desaparecen las justificaciones que comparan o razonan sobre tecnologías o las menciones a la solidaridad. Aquí el problema del agua se ve claramente dependiente del contexto político-religioso. Si no se arregla primero el problema de los territorios no tiene sentido para la mayoría tratar el problema del agua.

Se da la circunstancia de que la comparación de opciones de respuesta analizadas cuantitativamente en otro trabajo proporcionó diferencias significativas entres las respuestas cubanas y españolas en el caso del Río Jordán pero no en el caso del trasvase Ebro-Segura. Sin embargo, aquí aparecen claras diferencias en los tipos de contenidos argumentados de forma que los casos cubanos tienden más a analizar el problema del trasvase del Ebro-Segura como una evaluación de tecnologías, quizás por conocer peor el

contexto social español, mientras que en los casos españoles hay más respuestas que lo ven como un problema político.

En cambio, en el caso del Río Jordán los contenidos de las justificaciones son mucho más uniformes, presentándose diferencias significativas en la elección de opciones de respuesta. Mientras que en el caso cubano existe una tendencia a concentrar la responsabilidad del problema en el Estado de Israel (dos tercios de los casos considera que debe cambiar de política o actitud), los españoles no se concentran en ninguna opción de respuesta, existiendo una tendencia a pensar que las dos partes tienen responsabilidad en el conflicto y deben cambiar su actitud.

Respuestas	**Melilla**	**Granada**	**Total España**	**Ciego de Ávila**	**Cienfuegos**	**Total Cuba**	**Total**
Agua escasa	0	0	0	0	0	0	0
Agua de todos	3	0	3	1	0	1	4
Agua 1ª necesidad	0	0	0	0	0	0	0
Política	16	3	19	20	5	25	44
Solidaridad	1	1	2	0	0	0	2
Medio Ambiente	0	0	0	1	0	1	1
Evaluación tecnologías	0	0	0	0	0	1	1
Criterios económicos	0	0	0	0	0	0	0
Reparto de agua	3	1	4	2	0	2	6
Otras	4	0	4	0	0	0	4
Repite argumento	2	0	2	1	2	3	5

Tabla 2: Frecuencia y porcentajes de contenidos sobre argumentaciones ante la controversia del Río Jordán de universitarios de España y Cuba

Conclusiones

Con respecto a los objetivos que nos marcamos, podemos afirmar que los contenidos de las argumentaciones utilizados para las argumentaciones han sido diferentes en los dos casos. Es decir, aunque se trataba de analizar los pros y contras de los trasvases de agua de una región o país a otro, los dos problemas se han percibido como distintos debido a las diferencias contextuales, coincidiendo con la idea de que las consideraciones sociales son más influyentes en la toma de decisiones que las cuestiones tecnológicas.

Sobre la influencia del contexto social desde el que se responde, aparecen diferencias en un caso y no aparecen en otro. Es decir, se puede afirmar que el contexto social influye, pero no en todos los casos por igual. Por ejemplo,

existen valores comunes como la solidaridad en ambos contextos aunque la posición de EEUU como aliado de Israel tenga diferente significado.

Finalmente, los datos aportados permiten afirmar que el conocimiento político ha sido una variable influyente en la toma de decisiones en el caso del Río Jordán. La mayor o menor relación con elementos tecnológicos en las justificaciones ha estado mediada por la percepción política del problema, coincidiendo con los datos de Sturgis y Allum (2004).

Referencias bibliográficas

Acevedo, J.A.; Vazquez, A.; Acevedo, P. y Manassero, M.A. (2005). Evaluación de creencias sobre Ciencia, Tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad,* 6 (2), 73-99

Calvo, D.; Molina, M.T. y Salvachua, J. (2002). *Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente*. 2º Bachillerato. Madrid: Ed. McGraw Hill.

Membiela, P. (Ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea.

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

Sadler, T.D. y Zeidler, D.L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching,* 42 (1), 112-138.

Sturgis, P. y Allum, N. (2004). Science in society: re-evaluating the deficit model of public attitudes. *Public understanding of Science,* 13, 55-74.

Vallverdú, J. (2005). ¿Como finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y sociedad*, 5 (2), 19-50.

Zohar, A. y Nemet, F. (2002). Fostering students´knowledge and argumentation stills through dilemas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching,* 39, 35-62.

Biotecnología y Medio Ambiente. Una webquest para la formación científica de los alumnos.

M. Elena Casas Serrate y M. Pilar García Rovira

Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona.

Resumen: Actualmente el profesorado se enfrenta en la práctica con el reto de la utilización de las TIC en el aula. Aunque existen muchos materiales en la red, en realidad son pocos los que se adaptan a las necesidades que precisa el docente en un momento dado. Siendo las webquest un recurso en plena expansión y con gran cantidad de seguidores, se hace necesario dotarlas de las características que les son propias, haciendo que vuelvan a sus raíces iniciales según los parámetros constructivitas con los que fueron ideadas. Nuestro trabajo se ha centrado principalmente en dos puntos: en primer lugar en el diseño de una webquest sobre medio ambiente y biotecnología, procurando que cumpliera las premisas que caracterizan estos recursos didácticos. Y en segundo lugar, realizar una evaluación de este instrumento en el aula.

Palabras clave: webquest, TIC, constructivismo, medio ambiente y biotecnología, desarrollo sostenible.

Title: biotechnology and environment. A webquest to the students' scientific training.

Abstract: Currently teachers face the objective of utilizing the TIC in class. Although there are many materials to be found on the web, in reality there are few that are well adapted to the exact needs of a teacher at any point in time. Since webquests are an expanding resource with a wide following, it is necessary to give them the characteristics that allow them to turn to their own roots, according to the constructivist parameters that created them. Our work has been centred mainly on two points: firstly, the design of a webquest concerning the environment and biotechnology, seeking to fulfill the objectives of these didactic resources. Secondly, analyze this instrument in class.

Keywords: webquest, TIC, constructivism, environment and biotechnology, sustainable development

Objetivos

Diseñar una webquest sobre medioambiente y biotecnología, intentando ajustarnos a los parámetros originales según Bernie Dodge y aplicarla en el aula.

Algunas aportaciones de las TIC a la docencia

En los últimos años hemos asistido a una revolución en las telecomunicaciones debido en gran parte a la incorporación de Internet en

la vida cotidiana. Su difusión ha sido más rápida de lo que podíamos esperar cuando los ciudadanos de a pie nos iniciábamos en nuestros primeros pasos en la web.

Evidentemente la repercusión de esta herramienta en la docencia ha sido y sigue siendo muy grande, entre otras razones se da una muy importante: que los agentes de la comunidad educativa, alumnos, profesores y padres, son usuarios de la red. Los profesores podemos afirmar que actualmente la informática ya forma parte de nuestro trabajo. Según nuestro entender no sería muy forzado aventurar la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Podríamos trabajar actualmente sin ordenador?

También los alumnos son grandes usuarios de la informática, casi podríamos decir que lo han hecho antes y mejor que los profesores, fundamentalmente porqué han crecido con ella. Con Internet buscan información, escuchan música, chatean con sus amigos, juegan, o sencillamente navegan. ¿Qué responderían si les formuláramos la pregunta: podrías vivir sin la informática? Conocemos de antemano la respuesta que recibiríamos.

Actualmente la incorporación de las TIC en el aula es ya una realidad, pero debemos seguir avanzando para poder contar con este recurso como aliado en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Jonassen, (1996) nos situaba ya en las ventajas del ordenador como herramienta cognitiva para ayudar al alumno en su aprendizaje

"*como suplemento a la memoria humana de trabajo limitada, haciendo inmediatamente disponible gran cantidad de información al alumno; haciendo que la información relevante aprendida previamente esté disponible simultáneamente con la nueva información adquirida; permitiendo a los alumnos recuperar rápidamente información aprendida previamente, que sea necesaria para ayudarles en el aprendizaje de nuevos contenidos específicos; orientándoles para estructurar, integrar e interconectar las nuevas ideas con las previas; facilitando la autocomprobación; permitiéndoles presentar las ideas tanto verbal como pictóricamente; facilitando la modificación, consolidación y reestructuración de la información."*[1]

Desde el punto de vista educativo podríamos comparar la irrupción de los ordenadores con la innovación que en su momento supuso la televisión i la consiguiente introducción en el aula de los videos. Las imágenes con sonido y movimiento, contrastaban con las fotos i los esquemas estáticos de libros y diapositivas. Sin duda, todos lo recordamos como una innovación que supuso una gran ayuda en el mundo docente.

Pero, el ordenador como herramienta educativa va más lejos. Según Sanmartí favorece

"el trabajo en pequeños grupos, el análisis y la aplicación de las idéasela motivación de una parte importante del alumnado, la diversificación de las actividades, el seguimiento más individualizado del

[1] Jonassen, D.H. "Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking". Englewood Cliff, New jersey (1996).

progreso y de las dificultades del alumnado, la atención a estudiantes con dificultades específicas y la expresión y discusión de las ideas"[2]

Consideramos que los profesores debemos seguir aprendiendo a usar mejor este recurso educativo, entre otras cosas porque nuestro rol de profesor ha sufrido algunas variaciones. Evidentemente no afirmamos que haya desaparecido, si no que ha sido influenciado por algunos cambios. Según Adell (2006)

"De alguna manera el rol del profesor está cambiando y tiene que cambiar todavía más, hasta redefinirse en función del nuevo tipo de habilidades y competencias que necesitan los alumnos para vivir en este mundo tan rico en tecnologías de la información"[3]

Estos y otros aspectos abren un amplio campo de interrogantes sobre el "futuro-presente" en el mundo docente. Nos planteamos por ejemplo: ¿Cómo ayudar a los alumnos a seleccionar la información de la que disponen?, ¿Llegarán las TIC a sustituir el libro de texto?, ¿Cómo podrán influir las plataformas de programación libre en la autonomía de centro?, ¿Qué repercusiones en la educación de los ciudadanos tendrá las inversiones que cada país realice en el campo de las TIC? ¿Está capacitada la generación actual de profesores para acometer la tarea de enseñar con las TIC de acuerdo con las necesidades que el progreso nos marca?

Seguramente no será necesario mucho tiempo para responder a estas preguntas, que ahora para nosotros son interrogantes todavía. Sin embargo, se responderán estas y aparecerán otras, porqué el camino de las TIC no ha hecho más que iniciarse. Pero, lo que resulta indudable es que desde el punto de vista de la Didáctica, en nuestro caso de la Didáctica de las Ciencias, lo importante es optimizar este recurso en cada momento para poder avanzar en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las webquest, una herramienta en la red. Elementos constitutivos de una webquest

Bernie Dodge y Tom March (1995)[4] idearon las webquest, como una herramienta para trabajar con los alumnos en la red.

¿Cómo puede explicarse el gran éxito alcanzado por las webquest? De entrada son un modo práctico de integrar las TIC y los conocimientos curriculares en el aula. También presentan como punto atractivo una estructura formal, constituida principalmente por cinco partes, que permite trabajar de una manera ordenada. Pero, identificar una webquest solamente por sus características formales sería tener una visión simplista y equivocada sobre ellas. Según diría su autor "aquellas webquest no tenían alma"[5], expresión que utilizó al hablar de algunas webquest, que no

[2] Sanmartí, N.,"Didáctica de la ciencias en la educación secundaria obligatoria" Síntesis educación. Barcelona 2002. p. 291
[3] Adell, J. Primeras jornadas de webquest. Barcelona 2006

[4] cf.Starr, L., "Meet Bernie Dodge-the Frank Lloyd Wright of learning environments". Education world. 2005
http://www.educationworld.com/a_issues/chat/chat015.shtml
[5] Cf.Novelino Barato,N. "El alma de las webquest", http://www.webquest.futuro.usp.br

reflejaban lo que verdaderamente las caracteriza: la teoría constructivista del aprendizaje.

Podríamos sintetizar en forma esquemática "qué elementos constituyen una webquest" y "qué no es una webquest", aunque tenga la "forma de webquest":

QUÉ ELEMENTOS CONSTITUYEN UNA WEBQUEST
▪ El alumno aprende construyendo su aprendizaje y elaborando un "producto"
▪ El aprendizaje es cooperativo
▪ El papel del profesor es orientar
▪ Tiene una estructura formal compuesta por:introducción,tarea, proceso, evaluación y conclusión
▪ Se realiza en la red
▪ Tiene un tema interdisciplinar

QUÉ NO DEFINE UNA WEBQUEST
▪ Toda estructura formada por : introducción,tarea,proceso,evaluación y conclusión
▪ Un recurso para recopilar información de la red
▪ Un libro en la red
▪ Un ejercicio escolar
▪ Un trabajo individual

Por tanto, podemos afirmar que las webquest permiten aprender como actividades de aplicación, procurando la resolución de problemas[6] desde una estrategia de aprendizaje constructivista, ya que fomentan que el alumno elabore su propio conocimiento a partir de sus conocimientos previos y de los recursos que se le ofrecen en la red, todo ello desde una perspectiva de trabajo grupal.[7]

Diseño de una webquest sobre biotecnología y medio ambiente

Cuando nos propusimos diseñar nuestra webquest pensamos en el tema de la "sostenibilidad". Por un lado, como profesoras de biología y medio ambiente, nos parecía esencial formar a los alumnos en un desarrollo sostenible de nuestro planeta, y por otro nos parecía que el planteamiento de la webquest, como actividad de aplicación, requería tratar el problema de un modo cercano y que resultara relevante para nuestros alumnos. Así nos decidimos por abordar la contaminación del medio ambiente causada por los purines, como consecuencia del exceso de las explotaciones porcinas, que se están llevando a cabo en distintas zonas del estado español. En Cataluña, el problema ha alcanzado ya cotas preocupantes y para nuestros alumnos resultaba un problema muy cercano.

[6] Pozo, J.I.; Perez, MP; Dominguez, J; Gomez, M.A.; Postigo, Y."La solución de problemas". Aula XXI Santillana. 1994.

[7] cf.Starr,L.,"Meet Bernie Dodge-the Frank Lloy wright of learning environments", http://www.educationwold.com/a_issues/chat/chat015.shtml

Un modo didáctico de vehicular la "sostenibilidad", nos pareció que sería la bio-remediación a través de bacterias. Eso nos permitía entroncar con el currículo de bachillerato, en los apartados de: microbiología, biología molecular, genética, ecología y biotecnología.

Por otro lado, realizamos una tarea de búsqueda en múltiples portales de webquest para asegurarnos que no repetíamos algo que ya estuviera hecho. El resultado de esta búsqueda fue comprobar que había muchas webquest sobre medio ambiente, pero con enfoques y niveles distintos al que nosotras habíamos pensado.

Por fin nuestra webquest quedó del modo siguiente: http://www.xtec.es/~mcasas26/webquest/biotecnologia/index.htm

En la página "Índice" introdujimos nuestros datos y seleccionamos una fotografía en la que se muestra la interacción entre biosfera-hidrosfera-atmósfera. Nos pareció que la armonía entre los tres subsistemas podía reflejar de algún modo el concepto de sostenibilidad.

Enla"Introducción":http://www.xtec.es/~mcasas26/webquest/biotecnologia/introduccio.htm pretendimos mostrar a los alumnos el problema medioambiental, para lo cual relacionamos los conceptos de: "progreso de los países", "desarrollo sostenible", "explotaciones agrarias", "purines", "biotecnología", "bio-remediación"

Según señalan las normas de las webquest, debe crearse una situación de "play" en el grupo y señalar los roles de los componentes. Pensamos en proponerles una situación imaginaria en la que ellos eran un equipo de científicos que trabajaban en el prestigioso instituto biotecnológico **"Bioå21".** Ante el grave problema de la contaminación provocada por el exceso de purines, el Departamento de medio ambiente de la Generalitat, había convocado un concurso para diseñar una bacteria transgénica capaz de metabolizar los nitratos y con ello, poder contribuir a la sostenibilidad ambiental. Pero antes debían exponer su proyecto en el seminario de su propio instituto, mediante una exposición en "power-point".

Con este planteamiento del "play" pretendíamos que se pusieran en el papel de cuatro científicos, dos genetistas y dos ecólogos, y procuraran actuar como tales a lo largo del trabajo. Sobretodo teniendo en cuenta que no les planteamos preguntas de respuesta inmediata, sino cuestiones tipo: "¿Por qué los purines son un problema actualmente en muchas zonas?" "¿Cuáles son los puntos positivos de la biotecnología como método bio-remediador?" "¿Por qué?". "¿Cómo explicarías que en los lugares afectados por este tipo de contaminación las personas beben agua embotellada y el aire huele mal a menudo?", "Argumenta las características que debe de tener la bacteria transgénica que queréis diseñar"

Pero, en toda webquest, lo más importante es la "tarea", ya que es la descripción formal de aquello que los alumnos tendrán que llevar a término. Según Dodge "*el elemento básico de una webquest es realizar una gran tarea. La clave está en lo que les pedimos a los alumnos que hagan con la información*"[8] porqué con ella debemos conseguir la transformación de la

[8] Dodge, B., "Cinco reglas para escribir una fabulosa webquest", Abril, 2002. http://www.eduteka.org/ediciones/profesor_abril02.htm

información, para lo que se requiere que el aprendizaje sea significativo y el alumno dé solución a un problema o cree un producto.

Nuestra"tarea":http://www.xtec.es/~mcasas26/webquest/biotecnologia/tasca.htm consistía en que "se informaran y analizaran el problema de los purines y diseñaran una bacteria transgénica capaz de bio-remediarlo". Con ello pretendíamos: en primer lugar que se informaran, a través de los recursos de la web. Luego, que analizaran la información que se les había facilitado, y por fin que "diseñaran", es decir fueran capaces de construir algo nuevo, que consistía principalmente en una bacteria virtual que tuviera una serie de características "ideales": que hubiera incorporado el gen que producía el enzima capaz de metabolizar los nitratos, que tuviera un corto periodo de duplicación, que tuviera unas condiciones vitales poco específicas etc.

Teníamos muy claro que no nos importaba el resultado final por el propio resultado en si, ya que entendíamos que esta tarea hecha con el máximo rigor científico, era algo que excedía a nuestros alumnos. Lo que verdaderamente nos importaba era que demostraran la capacidad de resolver un "problema" y fueran argumentando cada uno de los pasos que proponían.

Al pedirles que prepararan una exposición para el seminario de su propio Instituto Biotecnológico, en realidad les proponíamos "contar" su trabajo a los otros alumnos y al propio profesor, de modo oral y con lenguaje escrito y gráfico que permite el programa "Power point". Con lo cual les pedíamos uso del lenguaje oral, escrito y gráfico.

Todo ello debía hacerse desde un prisma de trabajo cooperativo, lo cual suponía verbalizar muchas situaciones, intercambiar hallazgos, consultar dudas, etc. Nos pareció oportuno hacer grupos de cuatro con dos roles, uno de genetistas y otro de ecólogos, ya que nos parecieron las especialidades que más tenían que ver con el tema.

También señalar que para que el trabajo no se alargara demasiado propusimos un reparto de las actividades en el grupo. Todos debían hacer las actividades 1 y 2, que presentaban un cariz más general. Los ecólogos harían la 3, los genetistas la 4 y, finalmente, todo el grupo diseñaría la virtual bacteria bio-remediadora con lo que había aprendido desde su rol.

Como puede verse en el apartado "Evaluación" se pide usar la rúbrica indicada en la página:

http://www.xtec.es/~mcasas26/webquest/biotecnologia/avaluacio.htm.

Por último, en la página "Conclusión", http://www.xtec.es/~mcasas26/webquest/biotecnologia/conclusio.htm, el objetivo es hacer reflexionar alumno sobre el trabajo hecho, para ello les formulamos las preguntas: "¿Qué responsabilidad tenemos de conservar la Tierra para transmitirla a las futuras generaciones?, ¿La Biotecnología puede contribuir al desarrollo sostenible? ¿Tiene límites la experimentación biotecnológica?"

"Biotecnología y medio ambiente" en el aula

Trabajamos la webquest con alumnos de 1º de bachillerato durante el mes de mayo, porque consideramos que ya tenían las bases curriculares con las que trabajar (ver apartado orientaciones didácticas de la webquest). Hicimos dos grupos "A" y "B", de 4 alumnos cada uno y les dimos 2 semanas de tiempo.

Una vez nos presentaron los "Power point", nos propusimos estudiar "¿Qué grado de profundización ha permitido alcanzar la webquest en cada punto de los "contenidos" evaluados: purines, biotecnología y bacteria transgénica?". El grado de profundización lo cuantificamos del siguiente modo: escogimos el valor 1 para puntuar "nombrar", 2 para puntuar el "análisis" y 3 para la "justificación" de las respuestas. Con ello, diseñamos la siguiente rúbrica:

CONTENIDOS	**1**	**2**	**3**	**A**	**B**
EL PROBLEMA DE LOS PURINES	Nombran el problema	Analizan correctamente el problema	Analizan y justifican cada paso del problema	3	3
SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA	Nombran sólo los puntos positivos de la bioremediación	Nombran los puntos positivos y negativos de la bioremediación	Justifican los puntos positivos y negativos de la bioremediación	2	2
LA BACTERIA TRANSGÉNICA	La nombran pero no llegan al género de la bacteria dadora	Nombran correctamente los géneros dador y receptor	Justifican la elección de los géneros dador y receptor	1,5*justifican pero con el género dador erróneo	1*sólo hablan del género receptor

Observando lo resultados analizados vemos que se logra profundizar en el contenido sobre los "purines", los alumnos han analizado por qué son un problema y han justificado correctamente cada paso del análisis.

En el contenido sobre biotecnología se limitan a nombrar las ventajas y los inconvenientes, pero no dan ningún argumento para justificar lo que dicen, lo cual nos lleva a pensar que en este apartado han utilizado las herramientas "copiar" y "pegar" en las páginas Web que se les proporcionaban.

Los contenidos sobre la bacteria transgénica son los que ofrecen más dificultad y lógicamente se acusa en la puntuación obtenida. El grupo "A" justifica y razona el género que elige como dador y como receptor. Eligen muy bien el género receptor *Escherichia* y argumentan el porqué, pero eligen el género *Nitrobacter* como dador del gen capaz de solucionar el problema del exceso de nitratos, cuando Nitrobacter es una bacteria nitrificante, y lo que nos interesa para solucionar el problema, es un gen con capacidad desnitrificante. Nos parece que la puntuación de este apartado estaría entre 1-2, sobre 3.

El grupo “B”, nombra correctamente el género receptor pero no dice nada del género dador del gen bio-remediador, nos parece oportuno adjudicarles un 1 sobre 3.

A la vista de estos resultados y como diseñadoras de la webquest nos planteamos la conveniencia de revisar las actividades del apartado “Proceso”, que hacen referencia al diseño de la bacteria transgénica y al estudio de los purines desde el punto de vista ecológico, así como la formulación de las preguntas sobre biotecnología.

Por otra parte, seguimos dando difusión a la webquest e invitando a los profesores que lo deseen a utilizarla con sus alumnos y hacernos llegar los resultados para poder ampliar el estudio que estamos llevando a cabo.

Referencias bibliográficas

Adell, J. (2006). Primeras jornadas de Webquest, Entrevista educahistoria, Barcelona, en:

http://www.educahistoria.com/tv/adell/adell.php

Dodge, B. (2002). Cinco reglas para escribir una fabulosa Webquest”, Abril 2002: http://www.eduteka.org/ediciones/profesor_abril02.htm

Jiménez Aleixandre, M.P. (2003). Enseñar ciencias. Barcelona: Graó.

Jonassen, D.H. (1996). Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking. Englewood Cliff, New Jersey.

Oñorbe, A. (2004). Ciencia y tecnología. Alambique, 38, 5-7.

Novelino Barato, N. “El alma de las webquest”, en:

http://www.webquest.futuro.usp.br

Pozo, J.I., Pérez, M.P., Domínguez, J, Gómez, M.A. y Postigo, Y. (1994). La solución de problemas. Madrid: Aula XXI, Santillana.

Sanmartí, N. (2002). Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Ed. Síntesis educación.

Starr, L. (2005). Meet Bernie Dodge-the Frank Lloyd Wright of learning environments”. *Education world*. En:

http://www.educationworld.com/a_issues/chat/chat015.shtml

La construcción del conocimiento de los estudiantes: una línea de investigación útil para la atención a las dificultades de aprendizaje

Benarroch, A.[1] y Marín, N.[2]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: aliciabb@ugr.es [2] Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Almería.

Resumen: En este trabajo defendemos que el conocimiento por parte del profesor sobre los sucesivos niveles explicativos de los alumnos acerca de un contenido específico, es útil para la atención a la diversidad cognitiva de los alumnos en el aula. Se ejemplifica mediante trabajos hechos sobre la naturaleza de la materia, de modo que, una vez expuestos sus niveles explicativos, se trata de extraer las implicaciones para su enseñanza, en general, y para la atención a la diversidad, en particular.

Palabras clave: Conocimiento del estudiante, Atención a la diversidad

Title: Students' knowledge construction: a useful line of investigation to attend learning disabilities

Abstract: In this communication we defend that the teacher knowledge on the successive explanatory levels of the students of a scientific topic, is useful for the attention to the diversity of the students in the classroom. It is showed by researches done on the nature of the matter, so that, we first expose the explanatory levels, and after, we extract the implications for the teaching, in general, and for the attention to the diversity, in particular.

Keywords: Students' knowledge, learning disabilities

1. Introducción

1.1 De la diversificación curricular a la enseñanza comprensiva e individualizada de las ciencias. Un reto sin concluir.

Las dificultades de aprendizaje en Ciencias Experimentales se manifiestan de modo muy diverso: con bajos niveles de desempeño o niveles de rendimiento (INCE, 2001; PISA, 2003), con síntomas de desmotivación y aburrimiento que se hacen progresivamente más graves con la escolarización en ciencias (Yager y Penick, 1986; Simpson y Oliver, 1990; Carrascosa y otros, 1991; Ortega Ruiz y otros, 1992), etc. Pero las manifestaciones más evidentes de los problemas en el aprendizaje de las ciencias se deben sin duda a las investigaciones sobre concepciones previas. Llevamos más de 25 años mostrando que en casi todos los dominios específicos del conocimiento científico, los alumnos no entienden o asimilan adecuadamente buena parte de la ciencia que se les enseña. El catálogo de las concepciones es extenso como lo muestran las revisiones de

las mismas (Carmichael y otros, 1990; Confrey, 1990; Gabel, 1994; Pfundt y Duit, 1994; etc.).

Se puede decir que el bajo rendimiento escolar en el alumnado, la desmotivación, los conocimientos intuitivos y no científicos, etc. muestran hoy en día un panorama desolador en el aprendizaje de las ciencias y, al mismo tiempo, hacen del trabajo del profesor de ciencias un verdadero reto al intentar superar estas dificultades.

Si la tarea del profesor de Ciencias es bastante compleja, el desafío se ve incrementado por la inclusión deliberada de niños que tienen dificultades de aprendizaje “significativamente mayores” que las de la mayoría de la población escolar.

En el caso de muchos de los centros melillenses, uno de los problemas más frecuentes que se suele detectar en ellos es la diversidad “significativamente mayor” de capacidades de aprendizaje en el alumnado. Se trata de centros donde se concentra el colectivo “bereber”, con lengua propia, el “amazigt” y religión musulmana. Este colectivo supone un alto porcentaje de la población (40%) y forma en gran parte las bolsas de marginación y pobreza de la ciudad (Arroyo, 1993). El bilingüismo de estos alumnos, su pertenencia a grupos sociales desfavorecidos, son algunas de las causas que el profesorado suele considerar cuando se trata de diagnosticar el fracaso escolar de estos alumnos, significativamente más alto que el grupo social mayoritario.

Si tradicionalmente muchos profesores tienden a atribuir las dificultades de aprendizaje a las propias características de los alumnos, con expresiones del tipo: “no les interesa la ciencia, no están motivados”, “no quieren estudiar”, “les falta base”, etc. el profesorado de estos alumnos con dificultades de aprendizaje especialmente significativas, más aún; esto es, suele atribuir el problema del fracaso escolar (Arroyo, 1993) a causas internas a los propios alumnos, en términos de carencias afectivas, cognoscitivas, económicas, etc. y esto hace que sus expectativas hacia el alumnado musulmán sean pobres, y más aún las que depositan en los potenciales beneficios que podrían derivarse de los cambios curriculares.

La respuesta en estos casos suele ser que los docentes realizan mecánicamente "adaptaciones curriculares" que suelen priorizar los aprendizajes de la Lengua y, en todo caso, de las Matemáticas, en detrimento de las áreas de Conocimiento del Medio o de Ciencias de la Naturaleza, donde se integra el conocimiento científico.

Al fin y al cabo, ¿por qué ciencias para alumnos con dificultades de aprendizaje? *¿No sería suficiente conque estos alumnos se limitaran a estudiar lengua y matemáticas, que son, a la postre, las materias realmente necesarias de una educación obligatoria?* (expresión textual de un profesor en activo).

Es necesario reconocer que nuestro legado histórico es de escolarización diferenciada, por procesos de selección basados en la clase social y en las aptitudes escolares. La escolarización común no ha eliminado por completo esta disgregación, que se sigue usando como criterio implícito en la organización de los grupos en muchos centros escolares. Son posturas que no están exentas de argumentos, a saber, adaptación a las capacidades de

los niños, a sus conciencias sensoriales y sus estrecheces de miras, a su entorno inmediato y su comunidad, etc. Sin embargo, como señalan Reid y Hodson (1993) varias son las razones que desaconsejan, en principio, la utilización de currículos significativamente diferentes para los niños con dificultades de aprendizaje:

a) En primer lugar, al limitar el acceso de los niños menos capaces a ciertos tipos de conocimiento se está ahondando en sus diferencias aptitudinales.

b) En segundo lugar, se están alimentando las bases para una sociedad con más conflictos y diferencias sociales. "*El currículo dividido, al dar experiencias culturales y lingüísticas significativamente diferentes dentro de la escuela, ayuda a perpetuar la sociedad estratificada, alentando una polarización peligrosa entre ellos y nosotros, jefes y trabajadores, líderes y liderados*" (Reid y Hodson, 1993, p.27).

El comportamiento adoptado por el profesorado melillense, al priorizar los aprendizajes de Lengua y Matemáticas, en detrimento de las Ciencias, desemboca en una infravaloración del papel de las Ciencias en el currículum y abre aún más las diferencias entre grupos de escolares, de modo que mientras unos se dedican a resolver problemas con la lengua escolar, otros desarrollan el currículum oficial completo, creándose diferencias cada vez mayores, como demuestra la situación de la educación compensatoria en los cursos superiores en Melilla.

Pero para que este planteamiento no sea rechazado por excesivamente idealista, es necesario arbitrar medidas eficaces que hagan factible la atención a la diversidad del alumnado que se encuentra en las aulas normalizadas de ciencias, con unos fines u objetivos de aprendizaje comunes, pero atendiendo a capacidades cognitivas, lingüísticas, sensoriales o motoras diferentes. Algunas de estas medidas se hallan resumidas en Reid y Hodson (1993) y en Benarroch (2003).

A continuación trataremos de justificar que la línea de investigación sobre construcción del conocimiento escolar es muy fructífera en la adopción de medidas didácticas útiles para la atención a la diversidad cognitiva en un aula.

1.2 El uso didáctico de la construcción del conocimiento escolar

Desde una perspectiva constructivista, "*el conocimiento escolar se entiende como un conocimiento relativo, que no se identifica con una concepción del mundo a la que inevitablemente hay que llegar y que se construye de forma gradual y progresiva en la actividad escolar. La secuenciación de los contenidos se sitúa, en relación con este planteamiento, en una perspectiva evolutiva del conocimiento escolar, en la que se define el aprendizaje como el cambio en los sistemas de ideas de los sujetos; como un proceso, abierto e irreversible, de reorganización continua, proceso en el que lo nuevo se elabora a partir de lo viejo, bien mediante pequeños ajustes de dichos sistemas de ideas (asimilación, reestructuración débil), bien mediante ajustes más amplios (acomodación, reestructuración fuerte)*" (García, 1999).

Este principio evolutivo supone considerar que, para un determinado contenido, son posibles diferentes niveles de formulación (García, 1999), modelos organizadores (Moreno y otros, 1998), modelos mentales (Vosniadou e Ioannides, 1998) o niveles explicativos (Benarroch y Marín, 1997). El concepto de niveles explicativos ha sido desarrollado en la didáctica de las ciencias, sobre todo, por parte de autores francófonos: los alumnos construyen los contenidos escolares partiendo de sus representaciones iniciales mediante un proceso de aproximaciones sucesivas, de manera que a un objetivo no se llega de una vez sino a través de una serie de pasos, que se corresponden con los diferentes niveles explicativos. Cada nivel supone una determinada epistemología o un incremento de complejidad respecto al nivel precedente, pues en el paso de uno a otro la información no sólo aumenta sino que se reorganiza de manera distinta. Por otra parte, se constata que hay cierta resistencia a que dicha transición tenga lugar, por lo que se puede afirmar que el paso de un nivel a otro conlleva la superación de unos determinados obstáculos epistemológicos que dificultan una comprensión progresivamente más compleja del mundo.

El conocimiento de los sucesivos niveles explicativos permite:

- Al diseñador del currículo, utilizarlo como marco de referencia y guía en la organización y secuenciación de los contenidos escolares. Desde este punto de vista, el conocimiento escolar se entiende como un conocimiento organizado y jerarquizado, procedimental y relativo, como un sistema de ideas que se reorganiza continuamente a lo largo de la escolarización.

- Al profesor, hacer la programación de aula de un contenido según diferentes etapas y aproximaciones sucesivas a una noción determinada. Incluso le permite hacer un diagnóstico más preciso de las dificultades y obstáculos que dificultan la transición de unos niveles a otros.

- También al profesor, en su gestión del aula, constatar la diversidad de niveles explicativos entre sus alumnos y, conociendo la progresión existente entre los mismos, poder adoptar medidas pedagógicas precisas que permitan a sus alumnos avanzar en esa progresión (por ejemplo, que le permita crear los grupos heterogéneos adecuados de alumnos). El grupo-clase se convierte en el lugar idóneo para atender a la diversidad, siendo el profesorado el que ha de asumir las diferencias cognitivas como algo característico de su quehacer cotidiano.

Esta propuesta no debe entenderse como un planteamiento cerrado e inflexible de la evolución cognoscitiva, pues no creemos que todos los alumnos tengan que seguir inevitablemente el trayecto marcado por los sucesivos niveles explicativos, sino que éstos tienen un carácter abierto y flexible, y, por tanto admiten diversidad de recorridos formativos. Se trata por tanto de un marco orientador, reformulable, que parte del tratamiento de los obstáculos que dificultan la transición a formas más complejas del conocimiento escolar, y que nos permite tanto interpretar la realidad educativa como intervenir en ella en un determinado momento.

1.3 La evolución del conocimiento sobre la naturaleza de la materia. Metodología y resultados de una investigación.

Nuestro grupo de investigación lleva algunos años indagando en la construcción del conocimiento escolar sobre determinados contenidos. En concreto, y desde 1990, hemos desarrollado una línea de trabajo relativa a la didáctica de la naturaleza de la materia, en la que se han realizado diversos estudios de diagnosis e intervención.

En la tabla 1 (ver anexo) se han expuesto los sucesivos niveles explicativos de los alumnos sobre fenómenos que pueden ser explicados en términos corpusculares (ver Benarroch, 2000, para una explicación más amplia de los mismos).

El proceso seguido para llegar a adjudicar el nivel adecuado a cada alumno no es fácil. Se realizaron entrevistas realizadas a una muestra de 43 alumnos de distintas edades y capacidades intelectuales (9 a 22 años). En esas entrevistas, primero recogíamos sus ideas y sus dibujos ante las sucesivas tareas, y después, tras una pequeña fase de instrucción acerca de "lo que piensan los científicos sobre la composición de la materia", se les solicitaban nuevas explicaciones. En esta última fase, también se les pedía que analizaran sus primeras respuestas introduciendo los cambios, ampliaciones o modificaciones que estimaran oportunos.

Este modo de proceder nos permitió comprobar que las ideas de los alumnos son mucho más coherentes de lo que un proceso de diagnóstico rápido nos hubiera sugerido (Jiménez Gómez, Benarroch y Marín, 2006), y, en consecuencia, finalmente adjudicar un nivel explicativo a cada alumno, como se puede observar en la mencionada tabla 1 (ver anexo).

Además de estos niveles, plasmados en la primera y segunda columna, en la tercera, se han sintetizado los principales modelos mantenidos por estos alumnos ante una de las tareas involucradas en la entrevista: la experiencia de la alta compresibilidad del aire frente a la del agua. Lógicamente, omitimos los modelos de respuestas a las restantes tareas, por cuestión de espacio. En la cuarta columna, se relacionan algunos ejemplos de respuestas para la cuestión de *"¿por qué el aire es compresible y el agua no?*". En la quinta, se pueden ver los seudónimos y edades de algunos estudiantes de los respectivos niveles. Por último, en la sexta columna, se menciona el nivel operacional piagetiano mostrando que los alumnos de los dos primeros niveles explicativos, cuando hablan de partículas, las conciben asociadas a elementos percibidos por las mismas tareas. Son alumnos que se quedan a merced del dictado figurativo de los datos. Sin embargo, los alumnos de los niveles III, IV y V atribuyen a los sistemas partículas hipotéticas, esto es, partículas que son útiles para explicar el funcionamiento de los sistemas.

Es importante señalar que, aunque estamos lejos de tener una comprensión cabal de los mecanismos subyacentes al proceso de construcción de los sucesivos niveles explicativos, sí nos ha sido posible identificar ciertas barreras y dificultades entre ellos. Así, por citar sólo algunos ejemplos, comprobamos la importancia de la adquisición de los *esquemas asociados a los gases*, o la *familiarización con la representación de lo no observable*, en la construcción de los primeros niveles. Asimismo, nos consta la dificultad asociada al *concepto de vacío* en la adquisición de los niveles superiores. Este conocimiento sobre los mecanismos, barreras y dificultades existentes en el proceso de construcción permite ajustar la

ayuda educativa a los mecanismos psicológicos subyacentes, como veremos a continuación.

1.4 Implicaciones y conclusiones: El conocimiento de los niveles explicativos y la atención a la diversidad

Pero ¿qué relación tiene el conocimiento de los respectivos niveles explicativos de los alumnos con la atención a las dificultades de aprendizaje?. Para responder a este aspecto, se ha elaborado la figura 1, donde se observa la distribución de los sujetos en función de la edad y del nivel explicativo.

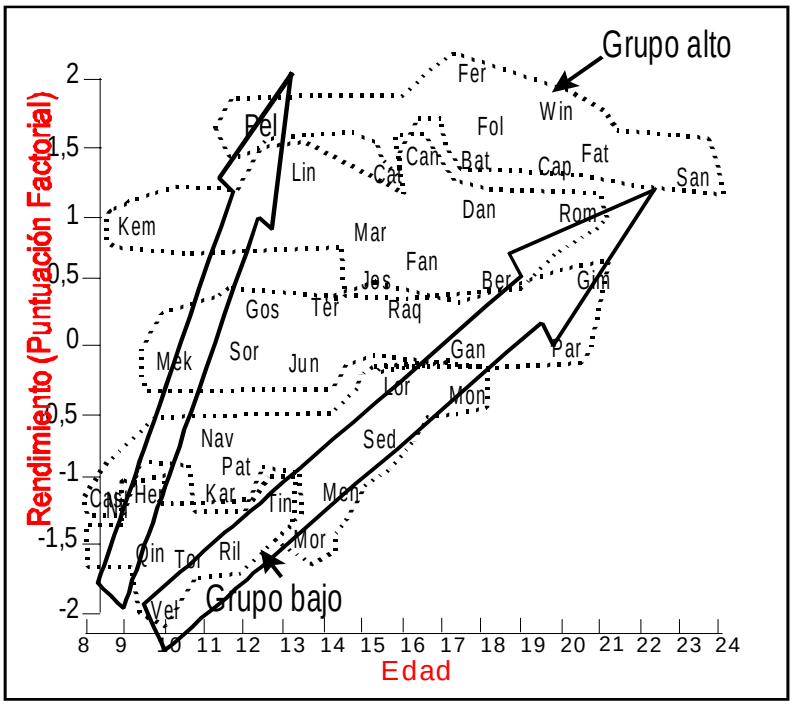


Figura 1: Gráfica Edad-Rendimiento de alumnos

Como se ve en la misma, se puede afirmar que, en términos generales, los sujetos más jóvenes presentan los niveles más simples y los mayores los más complejos. Esto permite realizar una *diversificación de objetivos curriculares*. Esto es, entendemos que la intervención pedagógica debe tratar de incidir sobre la actividad mental constructiva del alumno creando las condiciones favorables para que los niveles explicativos que inevitablemente construye el alumno en el transcurso de sus experiencias sean lo más correctos y ricos posible y se orienten en la dirección marcada por las intenciones que presiden y guían la educación escolar. Se trata de una concepción constructivista de la intervención pedagógica (Coll, 1990). Desde esta concepción, la intervención pedagógica en los primeros niveles debe estar acompañada de unos objetivos, actividades y mecanismos diferentes a los de los niveles superiores. En el caso de la naturaleza de la materia, se debería ajustar la intervención pedagógica a los mecanismos psicológicos subyacentes a los procesos de construcción de los niveles I y II, por un lado, y III, IV y V por otro. La formación de estos dos grupos se

justifica por la barrera de carácter operatorio encontrada entre ellos (ver última columna de la tabla 1).

Pero para los intereses de este trabajo, relacionados con la atención a la diversidad y la individualización de la enseñanza, lo que mayor interés suscita esta figura es la constatación de que no todos los sujetos de la misma edad aplican los mismos modelos. Por el contrario, *los alumnos de todos los grupos de edad presentan un espectro amplio de niveles.* Sobre todo, los de 12-13 años son los que presentan una variedad mayor. Pero las diferencias siguen siendo importantes hasta los 16-17 años.

Aparte de considerar la mayor dificultad que tiene diseñar la ayuda pedagógica cuando la diversidad de niveles cognoscitivos es mayor, ¿qué ventajas tiene para un versado profesor de ciencias conocer la sucesión de niveles explicativos acerca de un contenido específico? ¿Cuáles son las implicaciones para la enseñanza de este contenido?.

Lo que venimos a defender en esta comunicación es que este profesor está en mejores condiciones de desvelar, mediante el diseño inteligente de ciertas actividades, la diversidad de los niveles explicativos de los alumnos de su aula. Si conoce de antemano la sucesión teórica de los mismos, así como las principales barreras y dificultades existentes entre ellos, probablemente esté en mejor disposición de diseñar las estrategias didácticas para una ayuda pedagógica eficaz. Por citar algunos ejemplos, estará en mejores condiciones para:

- Diseñar los conflictos que mejor se adecuen a las distintas transiciones entre niveles
- Favorecer confrontaciones entre puntos de vista divergentes, ya sea entre las respuestas iniciales del alumno y las nuevas situaciones de aprendizaje, o entre respuestas de diferentes alumnos a propósito de la misma situación o tarea, y, por tanto,
- Aplicar criterios psicológicos para formar grupos heterogéneos de aprendizaje cooperativo

Por tanto, los objetivos curriculares planteados arriba de este apartado, dejan de ser realistas cuando se trata de atender a la diversidad. Sin duda, la homogeneidad de niveles en un aula facilita al profesor el diseño de las estrategias y actividades idóneas para ayudar a sus alumnos a construir el conocimiento; esto es, facilita el diseño del currículum escolar. Sin embargo, en el caso de aulas con diversidad de capacidades, es difícil acotar el margen de niveles explicativos posible. Esto limita la utilidad de un diseño curricular previo. En este caso, la herramienta más útil con que cuenta el profesorado en sus aulas es con su habilidad para explicitar la diversidad de niveles y para ayudar a progresar en los mismos. Desde esta perspectiva, la ayuda pedagógica puede y debe adoptar formas muy distintas, que es prácticamente imposible inventariar en el currículum escolar. En todo caso, se trata de comprender que las experiencias se deben diversificar y comenzar con las que se proponen desde los niveles explicativos más inferiores presentados por los alumnos en el aula hasta los superiores.

En consecuencia, la relativización en la aplicabilidad de los resultados en el aula no invalida las investigaciones que tratan de conocer la evolución de los niveles explicativos de los alumnos. Desde nuestro punto de vista creemos que se puede concluir todo lo contrario. El profesorado, además de dominar el contenido, debería tener en mente la progresión de los niveles explicativos, las barreras y dificultades que hay entre ellos, las experiencias, actividades, preguntas, etc. que facilitan la adquisición sucesiva de los mismos. Son precisamente éstas las herramientas únicas con las que cuenta para gestionar adecuadamente la diversidad de los conocimientos de los alumnos en sus aulas.

Referencias bibliográficas

Arroyo, R. (1993). Melilla: contexto de análisis y reflexión multicultural. *Enmare*, 9, 49-76.

Benarroch (2003). La atención a las dificultades de aprendizaje en Ciencias Experimentales desde la investigación didáctica. En L. Herrera y otros (coord.), *Intervención Psicoeducativa: Una perspectiva multidisciplinar* (107-135). Granada: Grupo Editorial Universitario.

Benarroch, A. (2000b). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 235-246.

Benarroch, A. y Marín, N. (1997). Dependencia de las explicaciones de los alumnos de esquemas de conocimientos específicos y generales. *Enseñanza de las Ciencias*, Nº Extra (V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias). 171-172.

Carmichael, P. y otros (1990). *Research on student´conceptions in science: a bibliography.* Universidad de Leeds: Children´s learning in Science

Carrascosa, J., Fernández, I., Gil, D. y Orozco, A. (1991). La visión de los alumnos sobre lo que el profesorado de ciencias ha de saber y saber hacer. *Investigación en la Escuela*, 14, 44-61.

Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento.* Barcelona: Paidós.

Confrey, J. (1990). A Review of the Research on Student Conceptions in Mathematics, Science and Programming. En C. Cazden (Eds). *Review of Educational Research, (*pp. 3-56). Michigan State University: American Education Research Association.

Gabel, D. (ed.) (1994). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.: MacMillan Pub Co.

García, J.E. (1999). La construcción del conocimiento escolar y el uso didáctico de las ideas de los alumnos. En M. Kaufman y L. Fumagalli (comp). *Enseñar ciencias naturales*. (pp. 175-211). Buenos Aires: Paidós.

Instituto Nacional de Calidad y Evaluación (2001). *Conocimientos de Ciencias de la Naturaleza de los alumnos de cuarto curso de la ESO.* Madrid: MEC.

Jiménez Gómez, E.; Benarroch, A. y Marín, N. (2006). Evaluation of the Degree of Coherence Found in Students' Conceptions Concerning the Particulate Nature of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*,

Moreno, M. y otros (1998). *Conocimiento y cambio. Los modelos organizadores en la construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.

Ortega Ruiz, P. y otros (1992). Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 295-303.

Pfundt, H. y Duit, R. (1994). *Bibliography. Students´alternative frameworks and science education*. Kiel: Institute for Science Education.

PISA (2003). Web site: http://www.pisa.oecd.org

Reid, D. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en Secundaria*. Madrid: Narcea.

Simpson, R. y Oliver, S. (1990). A summary of major influences on attitude toward an achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74 (1), 1-18.

Vosniadou, S. y Ioannides, C. (1998). From conceptual development to sicence education: a psychological point of view. *International Journal of Science Education*, 20(10), 1213-1230.

Yager, R. E. y Penick, J. E. (1986). Perceptions of four age groups towards science classes, teachers and the value of science. *Science Education,* 70 (4), 335-363.

ANEXO

NIVEL	Niveles Explicativos	Concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza corpuscular del aire y del agua	Ejemplos de respuestas *¿Por qué el aire es compresible y el*	Estudiantes (seudónimos y edad)	Nivel Operatorio piagetiano
I	La materia se percibe continua y estática, salvo que macroscópicamente se observe lo contrario.	Los estudiantes conciben el aire y el agua como continuos, incluso después de ver sus distintas compresibilidades.	"...Es así. El aire se puede apretar pero el agua no"	Vel (9,6); Ril (11,4); Tor (10.8);Tin(12,9); Qin (9,7);Her (9,4); Nil (9,2);	< 2B/3A PARTÍCULAS REALES
II	La materia se percibe: Continua embutida de partículas, o Continua con huecos. La opción elegida está regida por la percepción	Los estudiantes ajustan sus modelos inestables a la nueva experiencia de compresibilidad, dando lugar a modelos continuos con espacios huecos, ya sea sólo para el aire (agua continua) o para ambas sustancias	"...El aire tiene huecos en su interior y el agua no... Los huecos se pueden hacer más pequeños"	Men (13,8); Mor (13,2) Cas (9,2); Kar (11,0); Nav (11,1); Lor 15,3); Sed (14,8); Pat (11,3); Mon (16,9)	
III	La materia está formada por partículas y huecos entre las mismas. No hay necesidad de vacío entre partículas.	Modelos discontinuos aparentes (partículas sobre fondos llenos) para una de las dos sustancias. La otra sigue siendo continua.	"...Las partículas de aire se pueden acercar porque sus huecos están llenos de aire.....en el agua: los huecos están llenos de agua y sus partículas no se pueden acercar. las partículas están pegadas y no se pueden acercar. ."	Gan (17,0); Par (19,7); Sor (11,6); Mek (9,8); Raq (15,5); Gos (12,8); Jun (13,2); Ter (13,5); Gim (20,1)	> 2B/3A PARTÍCULAS HIPOTÉTICAS
IV	La materia está formada por partículas y vacío necesario entre las mismas.	Se alcanzan modelos discontinuos aparentes (partículas sobre fondos llenos) para ambas sustancias.	"...Las partículas de aire tienen más vacío y las de agua menos ...están pegadas unas con otras...".	Ber (17,8); Jos (14,8); Kem (9,3); Rom (19,8); Fan (15,8); Can (17,1); Mar (15,0); Dan (17,3); Lin (13,1)	
V	El movimiento se hace necesario y hay una coordinación causal con el vacío. Se alcanza el modelo académicamente aceptado.	El nivel mínimo alcanzado es el de partículas/vacío para el aire y partículas/fondo lleno para el agua. Sin embargo, la mayoría considera partículas/vacío tanto para el aire como para el agua.	"...Entre las partículas de agua hay fuerzas de repulsión que impiden su acercamiento..."	Win (19,3); Pel (11,8); Cap(19,6); Fat (20,3); Cat (15,7); San (22,7); Fol (17,6); Bat (17,3); Fer (17,3)	

Tabla 1. Descripción de los sucesivos Niveles Explicativos de los alumnos sobre fenómenos que pueden ser explicados en términos corpusculares

¿Qué percepción tienen los maestros de sus competencias profesionales? Primeros resultados.

Mª Paloma Varela Nieto [1], Mª Mercedes Martínez Aznar [2]y Josep Cervelló Collazos [3]

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. U.C.M. C/ Rector Royo Villanova, s/n. 28040-Madrid. E-mail: 1: varelap@edu.ucm.es; 2:mtzaznar@edu.ucm.es y 3: cervello@edu.ucm.es.

Resumen

La construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha puesto de actualidad el tema de las competencias profesionales asociadas a las diferentes titulaciones, entre ellas las de Magisterio.

El trabajo que presentamos[1] trata de indagar acerca de las competencias profesionales que los maestros de Primaria creen necesarias para su profesión, en contraste con las propuestas por la teoría y los estudios llevados a cabo en diferentes universidades dentro del proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Para ello, se contó con una muestra de profesores en activo de 250 colegios públicos de la Comunidad de Madrid vinculados a la UCM a través del Convenio de colaboración para el Practicum de Magisterio. El análisis de contenido de las respuestas a los cuestionarios, elaborados al efecto, permitió identificar las competencias que los maestros consideran fundamentales para su profesión, su grado de utilización y la formación inicial recibida al respecto.

Palabras clave: Competencias profesionales, Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), Formación Inicial de Maestros.

Title: Primary school teacher competences: How are they perceived by teachers? First results

Abstract

The built up of the European Higher Education Area (EHEA) has bring the topic of the professional competences associated to different grades, like Initial Teacher training, to the general interest.

The present work shows an investigation about the professional competences that Primary teachers believe necessary for their profession, contrasting with the theoretical proposals and the studies carried out in different universities inside the process of construction of the EHEA. We have used a sample of teachers in active of 250 public schools of the Community of Madrid linked to the UCM through the Agreement of

[1] El proyecto titulado *Las competencias profesionales de los maestros de Primaria de la CAM: percepciones y necesidades formativas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior*, financiado por la UCM, ha sido realizado, junto con los autores, por las siguientes profesoras de la Facultad de Educación de la UCM: Pilar Fernández, Mairena González, Soledad Guardia, Rosa Martín del Pozo, Encarnación Pesquero y Edu Sánchez.

collaboration for Teaching's Practicum. The analysis of the answers to the questionnaires, elaborated to the effect, allowed the identification of the competences that the teachers consider basic for their profession, their grade of use and the initial teacher training.

Keywords: Professional Competences, European Higher Education Area (EHEA), Initial Teacher Training.

Antecedentes

La identificación de las competencias para el ejercicio de una profesión es uno de los aspectos clave que deben tenerse en cuenta en las decisiones sobre los contenidos formativos y, en general, sobre el currículo de las diferentes titulaciones.

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha convertido este propósito en una exigencia, tanto desde el punto de vista de los responsables de la política educativa, como desde la investigación y la docencia universitarias. Así, en el Proyecto Tuning (González y Wagenaar, 2003), se proponen y valoran un conjunto de competencias genéricas y específicas para diferentes titulaciones. A partir de estas orientaciones, el estudio realizado por el Grupo Magisterio-Aneca (2004) sobre la adecuación de las Titulaciones de Maestro al Espacio Europeo de Educación Superior revela la opinión de los expertos sobre los perfiles (generalista y/o especialista), los puntos fuertes y débiles de la actual formación y las propuestas de mejora. Asimismo, se pone de manifiesto la valoración que hacen de un conjunto de competencias genéricas (o transversales) y específicas (comunes a todos los maestros). Todo ello utilizando cuestionarios cerrados con listados de competencias previamente seleccionadas.

El colectivo de profesores de nuestro país, y el de maestros especialmente, ha sido uno de los más estudiados de entre los profesionales que engrosan el cuerpo de funcionarios, fundamentalmente por el tamaño que ha adquirido y la trascendencia de su labor social, al encomendarle entre otras funciones la educación y el cuidado del alumnado de forma obligatoria. Casi todas las dimensiones de este ámbito han sido objeto de atención, dando lugar a numerosas publicaciones en las que se resaltan, entre otras cuestiones: sus perfiles profesionales, sus estilos de vida, sus motivaciones, la organización profesional, el asociacionismo o sindicalismo, la feminización docente, la satisfacción en el trabajo, el malestar docente, la incertidumbre frente a las distintas reformas, la inserción laboral, sus trayectorias profesionales y sociales, etc.

Estudios recientes, dejan entrever que el campo de las competencias profesionales de los maestros se está ampliando, en estos momentos, ante la necesidad de dar respuesta a nuevas necesidades creadas en los centros escolares a causa del fenómeno migratorio, entre otros factores. Por otro lado, los cambios sociales y culturales, en general, y en particular los derivados del EEES con las recientes transformaciones educativas hacen que las competencias de estos profesionales se sometan a revisión en un doble sentido: para poder definirlas claramente y para adaptarlas a estos nuevos cambios (Hargraves, 2003; Zabalza, 2003 y Tardif, 2004).

Después de lo anteriormente expuesto es necesario hacer una aproximación al concepto de "competencia". Si bien asumimos la polisemia del término, partimos del supuesto de que las competencias no son en sí mismas conocimientos, habilidades o actitudes, aunque movilizan, integran y orquestan tales recursos en función de las diversas situaciones. Nos parece de enorme interés el planteamiento de Perrenoud (2004) en el sentido de que la competencia es la capacidad de movilizar varios recursos para hacer frente a un tipo de situaciones. Esta propuesta, de clara raíz europea, considera las competencias como capacidades de naturaleza cognitiva, socio-afectiva y psicomotora que se expresan, de forma articulada, en situaciones profesionales influyendo en la obtención de resultados distintivos de calidad. Por todo ello, el enfoque de este autor es el marco teórico que ha orientado nuestra investigación.

En concreto, desde estos planteamientos, y como formadores de maestros, nos interesa realizar un estudio más en profundidad, contextualizado, que nos permita responder a:

▪¿Cuáles son las competencias que los maestros en activo perciben como fundamentales para ejercer su profesión?

▪¿Qué tipo de competencias utilizan habitualmente en las diversas situaciones de su práctica?

▪¿Qué implicaciones se derivan para la formación inicial de los futuros maestros?

▪¿Qué distancia existe entre las competencias detectadas en los maestros y las que señalan la teoría y los estudios en el ámbito del EEES?

Objetivos

En la presente comunicación se pretende indagar algunos de los aspectos que nos permitirán responder, inicialmente, a las tres primeras preguntas formuladas y que se concretan en los siguientes objetivos:

1.- conocer las competencias profesionales que una muestra de maestros de Primaria en activo percibe como necesarias para ejercer su profesión;

2.- conocer en qué medida manifiestan utilizar dichas competencias; y

3.- conocer su opinión sobre el nivel de destreza adquirido en la Formación Inicial.

Metodología

El plan de trabajo se desarrolló en cuatro fases y supuso:

· revisar la bibliografía al respecto (estudios teóricos y empíricos, prestando especial atención a los realizados en el marco del EEES) y adoptar criterios sobre qué son las competencias y cuáles se desean investigar;

· elaborar un cuestionario para obtener la información sobre las competencias a explorar;

· recoger la información. Los cuestionarios se enviaron a los maestros de 250 colegios vinculados a la UCM a través de los convenios establecidos para desarrollar el Practicum de Magisterio;

· analizar la información recogida en las encuestas después de codificar y categorizar las diferentes unidades de información.

COMPETENCIAS DE REFERENCIA	EJEMPLOS DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	ITEM CUESTIONARIO
Organizar y animar situaciones de aprendizaje	Tener en cuenta las ideas de los alumnos y utilizarlas para su aprendizaje	2
Gestionar la progresión de los aprendizajes	Detectar las dificultades que tienen los alumnos en aprendizajes concretos	3
Elaborar y hacer evolucionar dispositivos de diferenciación	Tener en cuenta la heterogeneidad del grupo al elaborara la programación del aula	5
Implicar a los alumnos en su aprendizaje y en su trabajo	Potenciar el aprendizaje autónomo de los alumnos	7
Trabajar en equipo	Participar con los compañeros en la elaboración y realización de proyectos educativos y culturales	13
Participar en la gestión de la escuela	Colaborar en la gestión y organización de los recursos materiales y humanos del centro	14
Informar e implicar a los padres	Transmitir a los padres la necesidad de implicarse en el aprendizaje de los hijos	19
Utilizar las nuevas tecnologías	Utilizar el correo electrónico para comunicarse con otros profesores, alumnos, padres u otros agentes del sistema educativo	21
Afrontar los deberes y los dilemas éticos de la profesión	Implicarse en prevenir y atajar situaciones de violencia y discriminación en el Centro	23
Organizar la propia formación continua	Participar en cursos de formación permanente que favorezcan la mejora de la práctica	28

Tabla1. Competencias de referencia según Perrenoud y ejemplos de competencias específicas asociadas, elaboradas para esta investigación

Para la elaboración del cuestionario, se utilizaron las diez competencias de referencia propuestas por Perrenoud (2004), a las que asoció un

conjunto de cuatro o cinco competencias específicas que son los aspectos concretos que se desean conocer de la práctica docente, y que fueron la base de referencia para la elaboración de las declaraciones que iban a constituir el cuestionario de nuestra investigación. En la Tabla 1 se presentan las diez competencias de referencia indicadas junto con un ejemplo concreto de cada uno de ellas. El cuestionario final constaba de 28 afirmaciones definitivas, que se plantearon en términos de: su utilización en la práctica, el grado en que se considera fundamental para la profesión, y la valoración de la formación inicial recibida sobre dichas competencias. Se utilizó una escala de Lickert con cuatro niveles de opinión (nada, poco, bastante y mucho) para cada afirmación.

Por otra parte, el cuestionario se completaba con datos de identificación y una pregunta abierta para indicar cualquier competencia no mencionada y que los maestros consideraran pertinente.

La muestra objeto de estudio está constituida por 343 profesores que respondieron la encuesta.

Resultados

En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos para ocho competencias seleccionadas con el criterio de ser las más y menos valoradas por los maestros.

Como puede verse en dicha figura, las competencias que los profesores dicen utilizar más en la práctica (valores medios superiores a 2,5) son las relacionadas con la implicación de los padres, la educación en valores, el dominio de los contenidos y la prevención de situaciones violentas. Las menos empleadas tienen que ver con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la participación de la sociedad en el centro escolar.

En lo que se refiere al nivel de formación en las competencias, durante los estudios universitarios de Magisterio, la figura 1 nos indica que los maestros han sido muy poco formados en competencias relacionadas con las TIC y con la participación en proyectos institucionales(valores medios por debajo de 0,5). En el extremo contrario se encuentran las competencias que tienen que ver con el dominio de los contenidos a enseñar, con un valor medio superior a 2.

Como puede verse en dicha figura, las competencias que los profesores dicen utilizar más en la práctica (valores medios superiores a 2,5) son las relacionadas con la implicación de los padres, la educación en valores, el dominio de los contenidos y la prevención de situaciones violentas. Las menos empleadas tienen que ver con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la participación de la sociedad en el centro escolar.

En lo que se refiere al nivel de formación en las competencias, durante los estudios universitarios de Magisterio, la figura 1 nos indica que los maestros han sido muy poco formados en competencias relacionadas con las TIC y con la participación en proyectos institucionales(valores medios por debajo de 0,5). En el extremo contrario se encuentran las competencias que tienen que ver con el dominio de los contenidos a enseñar, con un valor medio superior a 2.

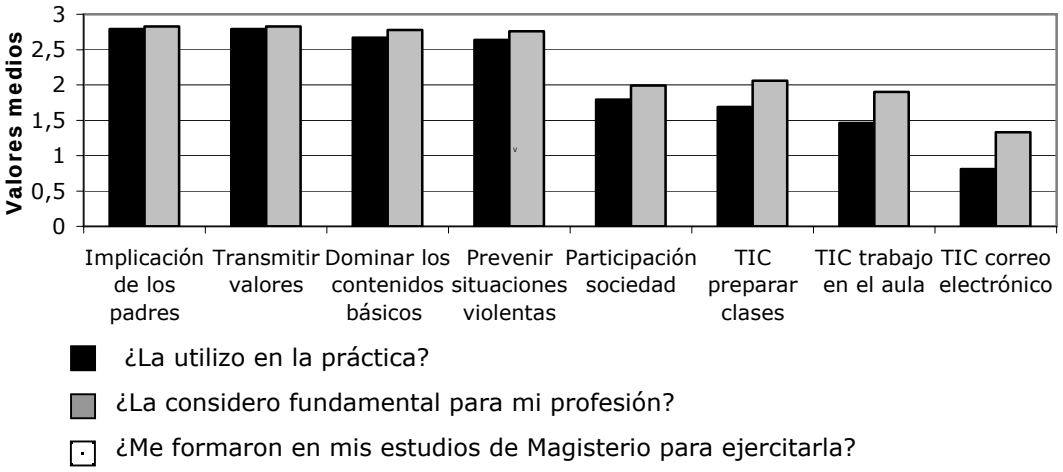


Figura 1. Resultados de las cuatro competencias profesionales más valoradas por los profesores y las cuatro menos valoradas.

Por otra parte, y al margen de la figura 1, el análisis de los cuestionarios nos ha indicado, en lo que respecta a las competencias centradas en los aprendizajes, que la más valorada se refiere a la importancia de ayudar a los escolares a encontrar sentido a sus aprendizajes y la menos valorada, a la necesidad de tener en cuenta las ideas alternativas de los alumnos como punto de partida y referencia para la enseñanza.

Las contestaciones a la pregunta abierta que permitía a los maestros aportar competencias importantes, no incluidas en el cuestionario, han sido organizadas en las siguientes categorías:

- Características personales. Las más citadas se refieren a la paciencia y al "gusto por la profesión" (la idea de que es una profesión muy vocacional)

- Aspectos psico-socio-pedagógicos relacionados muy especialmente con la educación en valores y la tutoría.

- Habilidades sociales, tanto en relación a los alumnos, como a los padres y los otros maestros.

- Competencias relacionadas con las didácticas específicas. De manera muy generalizada, se alude a la necesidad de ser competente para enseñar a leer y a escribir.

Para finalizar, y de acuerdo con los resultados que se presentan, podemos realizar algunas sugerencias de cara a la futura formación inicial de maestros de primaria:

▫La inclusión de la formación didáctica (y no solo instrumental) en las TIC.

▫El tratamiento de las competencias relacionadas con las habilidades sociales y la resolución de conflictos.

▫Dar un sentido más profesionalizado y menos "academicista" a los contenidos de las asignaturas del currículo formativo, haciendo hincapié no solo en los contenidos sino en el conocimiento didáctico de los mismos.

▫ Replantearse el tratamiento de todos los aspectos participativos.

Perspectivas de futuro

A partir de esta primera investigación, nuestro propósito sería profundizar más en el tema de las competencias y, por ejemplo, abordar aspectos como:

▫De la práctica docente a partir de las observaciones de aula: ¿qué competencias se utilizan "realmente" en la práctica?

▫De los padres de los alumnos: ¿qué competencias consideran más relevantes en un maestro?

▫De los alumnos de Primaria: ¿qué valoran más de un maestro?

En definitiva: ¿cómo "traducimos" todas esas distintas percepciones en competencias profesionales relevantes en el EEES?

Referencias bibliográficas

Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2004). *Libro blanco. Título de grado en Magisterio*, Volumen 1.

González, J. Y Wagenaar, R. (Ed). (2003). *Tuning Educational Structures in Europe*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Hargraves, A. (2003). *Enseñar en la sociedad del conocimiento*.. Barcelona: Octaedro.

Perrenoud, Ph, (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Zabalza, M. A. (2003). *Competencias profesionales del docente universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Estudiando la Complejidad de Sistemas Ecológicos Mediante Simulaciones en Entorno Multiagente

Guillermo Francisco Rivero, José A. Resines Gordaliza, Javier del Pino Gutiérrez

Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. dfqjrg@unileon.es

Resumen: Los sistemas complejos son objeto de estudio por parte tanto de las ciencias sociales como de las ciencias naturales. La comprensión de estos sistemas no es sencilla debido a que las múltiples interacciones de sus componentes determinan un comportamiento colectivo que no puede deducirse fácilmente a partir del comportamiento de sus componentes. Los lenguajes de programación multiagente permiten explorar cómo funcionan estos sistemas desde un punto de vista colectivo. Con el entorno multiagente netLOGO hemos construido un modelo que, simulando el comportamiento del abejorro y su red trófica, muestra características propias de los sistemas complejos: autoorganización, adaptación, emergencia y múltiples historias posibles. Proponemos este modelo para introducir a los maestros en formación en el pensamiento sobre sistemas complejos.

Palabras claves: sistemas complejos, propiedades emergentes, sistemas multiagente (SMA), netLOGO.

Title: Studying the Complexity of Ecological Systems through Multi-agent Environment Simulations.

Abstract: Complex systems can be the object of study both in social and in natural sciences. Understanding such systems is not always easy because they have multiple interacting components whose collective behaviour cannot simply be inferred from the behaviour of their individual components. Multi-agent based programming languages let explore how these systems work collectively. Using a multi-agent language, netLOGO, we have built up a model emulating the behaviour of the bumblebee and its related trophic net, which shows typical properties of complex systems, namely: self-organization, adaptation, emergence and lots of possible stories. We propose this model to initiate preservice teachers into thinking about complex systems.

Keywords: Complex systems, emergent properties, multi-agent systems (MAS), netLOGO.

Introducción y marco teórico

Algunos de los fenómenos naturales y sociales que más llaman nuestra atención pueden ser interpretados como sistemas complejos. Su comportamiento colectivo, altamente estructurado, emerge a partir de la interacción de múltiples subsistemas sin el concurso de una autoridad central que los dirija. Podemos encontrar ejemplos de este tipo de

comportamiento en fenómenos aparentemente tan dispares como las bandadas de pájaros, los bancos de peces, las sociedades de hormigas, el comportamiento del mercado, la formación de moléculas en las reacciones químicas o la percepción humana del color. ¿Cómo emerge la coordinación global en estos procesos? ¿Qué mecanismos comunes guían la emergencia en fenómenos tan diversos? La respuesta puede buscarse desde la óptica de los sistemas complejos. La programación en entornos multiagente resulta una herramienta útil para conseguir representaciones de las propiedades complejas que emergen en este tipo de sistemas.

Los sistemas multiagente (SMA) son sistemas en los que las tareas son ejecutadas por agentes que interactúan entre ellos mismos y el entorno. El programador especifica las reglas de actuación que definen estas interacciones. La ejecución simultánea de dichas reglas por parte de todos los agentes permite estudiar el modo en que, cuando un gran número de actores lleva a cabo sus interacciones, emergen ciertos patrones de comportamiento colectivo que no guardan una relación simple con las reglas que determinan su comportamiento individual. Esto hace posible explorar la conexión entre el micro-nivel de comportamiento de los individuos y los patrones que emergen en el macro-nivel colectivo.

En este trabajo utilizamos uno de estos entornos multiagente (NetLOGO, Wilensky, 1999) para elaborar un modelo de las interacciones que se establecen entre las poblaciones de un sistema ecológico. En este modelo se manifiestan claramente algunas de las características fundamentales de los sistemas complejos: autoorganización, adaptación, propiedades emergentes y múltiples historias posibles. Proponemos la utilización del modelo desarrollado para introducir a los estudiantes para maestro en el estudio de las propiedades de los sistemas complejos.

Desarrollo del tema

El abejorro (Bombus ssp.) ha sido muy utilizado en el ámbito educativo. Es más grande que la abeja (más fácil de ver por tanto) y menos agresivo, lo que permite plantear estudios escolares sobre su comportamiento (ej. La Ferla, 2000; Westgard-Smith, 2004). Además su biología es bien conocida, pues ha sido ampliamente estudiada debido a su importancia económica, ya que se utiliza como polinizador en las plantaciones de tomate comercial. Todo ello convierte al abejorro en una especie muy adecuada para facilitar el estudio de principios ecológicos generales tales como las cadenas tróficas, el parasitismo o el comportamiento de los insectos sociales. Sin embargo la mayor parte de los enfoques utilizados hasta ahora ponen el énfasis en facilitar la comprensión de los conceptos aislados y no introduce a los alumnos en las relaciones dinámicas que se establecen entre los niveles del sistema (Grotzer y Basca, 2003). Nosotros hemos utilizado el sistema multiagente NetLOGO para construir un entorno de aprendizaje que permite estudiar, como sistema complejo, el comportamiento del abejorro y sus interacciones con otras especies.

Biología del abejorro

Las características más relevantes de la biología del abejorro que hemos introducido en nuestra *simulación* son:

Los abejorros (Bombus spp.) son insectos sociales que se alimentan de flores y néctar de flores. Parte del alimento es utilizado por el propio abejorro que ha realizado la recolección, y el resto es llevado al nido para ser utilizado por la comunidad. Tienen una capacidad grande de orientación, encuentran muy bien el nido y buscan las flores por medio de mecanismos no del todo conocidos, pero que incluyen elementos no visuales como la emisión de sustancias olorosas (Chittka et al., 1999).

Los abejorros son depredados por un amplio rango de animales. Los conópidos (Diptera, Conopidae) son un tipo de mosca cuyos ejemplares adultos se alimentan del néctar de flores, mientras que las larvas son endoparásitos de abejas y avispas. Los conópidos buscan a los abejorros cuando estos se están alimentando y les inoculan un huevo que germina dentro del abejorro. El nuevo conópido se alimenta en el interior del abejorro vivo y éste generalmente muere cuando el conópido se transforma en crisálida. Las arañas cangrejo *Misumena vatia* viven en las flores, pueden cazar abejorros para alimentarse y se camuflan en las flores tomando el color de estas.

El abejorro cuco, pertenecientes al subgénero *Psithyru*, es otro parásito de los abejorros. Así como el pájaro cuco invade los nidos de otras aves, la reina del abejorro cuco se introduce en la colmena joven de otra especie de abejorro, mata a la reina invadida y envía a las obreras para traer alimento para sí misma y su siguiente generación. Esa nueva generación está compuesta exclusivamente de nuevas reinas y zánganos (machos), pues los abejorros cuco no producen obreras (hembras).

Entre los aspectos biológicos de los abejorros que no incluye nuestra simulación destacamos:

No tenemos en cuenta a los zánganos -únicamente simulamos el comportamiento de los abejorros obreros y la reina-. No hemos incluido elementos de reconocimiento visual en el mecanismo de navegación de los abejorros -asignamos un mecanismo de búsqueda de flores consistente en un “paseo aleatorio” modificado por la capacidad de olor-. Para el regreso al nido dotamos al abejorro de capacidad de memoria de su situación inicial. No hemos simulado la capacidad para reconocer, y por tanto evitar, las flores que ya han sido libadas.

Entorno de simulación: programa “abejorro”

Agentes: abejorros “obrero” y “reina”, flor, conópido, araña cangrejo.

Principales reglas de comportamiento atribuidas a cada tipo de agente:

A) ”Obreros”:

- Salen del nido en todas las direcciones y siguen un *paseo aleatorio.*
- Cuando una abejorro regresa a la colmena portando néctar, va dejando una rastro químico (*olor*) en un área localizada, con una difusión y una evaporación controlados por el observador. El gradiente de concentración se visualiza en color blanco -y una gama de verde, tanto más oscuro cuanto menor sea la concentración-.
- El rastro, ya expandido por el entorno en forma de “nubes” de olor, podrá ser detectado por un abejorro al “olfatear” su entorno más cercano (izquierda, derecha y delante) antes de moverse. Si la

concentración es lo suficientemente alta para detectarla (dentro del *umbral de sensibilidad)*, reaccionará al estímulo siguiendo el rastro a favor del gradiente de concentración (quimiostasis positiva).

- Energía: cada abejorro tiene una energía inicial que disminuye al moverse por el entorno (gasto individual) y en la reproducción (gasto colectivo). Si la energía se agota (E = 0) el abejorro muere y desaparece. Cuando liban la flor ganan energía.

B) ”Reina”:

- Presente si la tasa de reproducción de abejorros es mayor que 0.
- Se sitúa fija en la colmena y es responsable de la reproducción.

C) Conópidos:

- Se distribuyen aleatoriamente al inicio, parten con una energía inicial dada y se desplazan mediante paseo aleatorio.
- Como parásitos del abejorro, cuando encuentren uno, lo eliminan, consiguiendo energía (para su movimiento y reproducción).
- Cuando su energía se hace 0 se mueren y desaparecen.

D) Flores:

- Pueden ser entre 1 y 4 flores en diferentes posiciones del entorno.
- El número y disposición viene controlada por el observador.
- La velocidad de regeneración de las flores aumenta con la libación (polinización-dependiente).
- Las flores constituyen la única fuente de energía de los abejorros.

E) Araña cangrejo:

- Se sitúan estáticamente en las flores, camuflándose en ellas.
- Se alimentan tanto de conópidos como de abejorros.

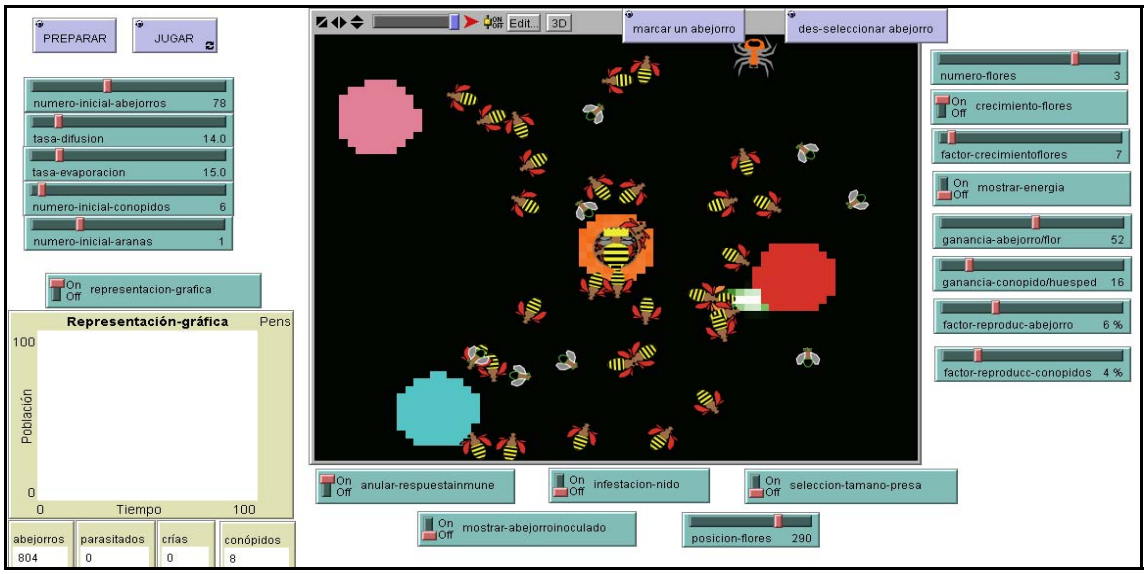


Figura 1. “Interface” del programa “abejorro”.

Las principales variables del sistema modificables por el observador son:

- Disposición y número de las flores.
- Tasa de evaporación de sustancias olorosas.

- Tasa de difusión de sustancias olorosas.
- Número inicial de abejorros, conópidos y arañas cangrejo.

Propiedades de sistemas complejos

Diversas propiedades, que en el programa "abejorro" se manifiestan de forma clara, podríamos considerarlas características del comportamiento de los sistemas complejos.

1. Auto-organización y adaptación

Podemos decir que un sistema es auto-organizativo cuando aumenta la organización con el tiempo como producto de su comportamiento interno. Los abejorros, cuando salen del nido, deambulan siguiendo caminos o vuelos aleatorios, pero a medida que pasa el tiempo los rastros de olor dejados por los individuos que han encontrado comida provocan distribuciones no aleatorias del conjunto de abejorros, que hacen más eficiente la búsqueda de flores. Si se agrega otra fuente de comida (flor), o se agota alguna de las ya existentes, el sistema se muestra sumamente adaptativo generando nuevas distribuciones que optimizan la utilización de los recursos (Figura 2). Aparece todo ello sin que exista una autoridad que dirija a la colonia. Su explicación únicamente se basa en las interacciones de un gran número de agentes, entre sí y con el medio, mediante reglas de comportamiento idénticas.

2. Emergencias

Aunque de difícil definición, la noción de emergencia es un concepto clave en el campo de la ciencia de la complejidad que tiene que ver con la idea de que "*el todo es más que la suma de las partes"*. El término emergencia se utiliza para describir la aparición en el sistema de *novedades*, es decir, propiedades que no están presentes en los elementos que lo constituyen. Las propiedades emergentes surgen, por tanto, de la interacción de las entidades del nivel inferior cuando el sistema supera cierto nivel de tamaño o complejidad (Davies, 2004). Nielsen y Müller (2000) concretan tres características de las propiedades emergentes en sistemas ecológicos, a la que podemos añadir una más (Boschetti et al., 2005):

- No existen en el nivel de los subsistemas aislados.
- Emergen en niveles superiores como resultado de las interacciones de los subsistemas.
- Las nuevas propiedades aparecen en un nivel del sistema y no son deducibles de la observación de unidades de niveles inferiores o compartimentos del sistema.
- Las propiedades emergentes influyen sobre el comportamiento individual en el nivel micro (*downward causation*).

El estudio de las emergencias se basa en la detección y el análisis de *patrones*. Se trata de ciertos rasgos del sistema que "emergen" o se "auto-organizan" durante el proceso. Estos patrones pueden tener o no significado intrínseco para el sistema pero tienen especial significado para el observador, para el que resulta fácil detectarlos. En ese caso los patrones se convierten en una herramienta importante para describir y estudiar el proceso. En nuestro sistema aparecen con claridad numerosas emergencias.

Destacamos algunas que pueden ser utilizadas para trabajar con los alumnos este difícil concepto.

2.1. Canales de olor

Los rastros de olor dejados por cada abejorros (propiedad individual) muestran una tendencia a distribuirse con mayor probabilidad entre las flores y el nido, por lo que el sistema evoluciona en el tiempo hacia la formación de canales de olor que unen flor y nido (propiedad colectiva).

2.2. Rutas de tráfico de abejorros

En el estado inicial los abejorros comienzan distribuyéndose y moviéndose al azar, pero a medida que van apareciendo los rastros de olor emergen rutas preferentes de circulación de los abejorros. Estas rutas son propiedades colectivas. Desde el punto de vista de un observador externo los abejorros siguen rutas preferentes de ida y vuelta del nido a la flor, pero estas rutas son las resultantes de las múltiples rutas individuales, las cuales son muy distintas entre sí y diferentes de la resultante general. De hecho, si tomamos un abejorro concreto, dentro de una vía formada entre panal y flor, vemos que no sigue el trazado exacto de esa ruta sino que su trayectoria puede ser muy diversa e incluso alejarse bastante del trazado de la ruta para luego volver a él, o puede seguir una trayectoria parecida a la marcada por la ruta pero hacer movimientos de vaivén sin moverse siempre en el mismo sentido hasta llegar al destino (panal o flor).

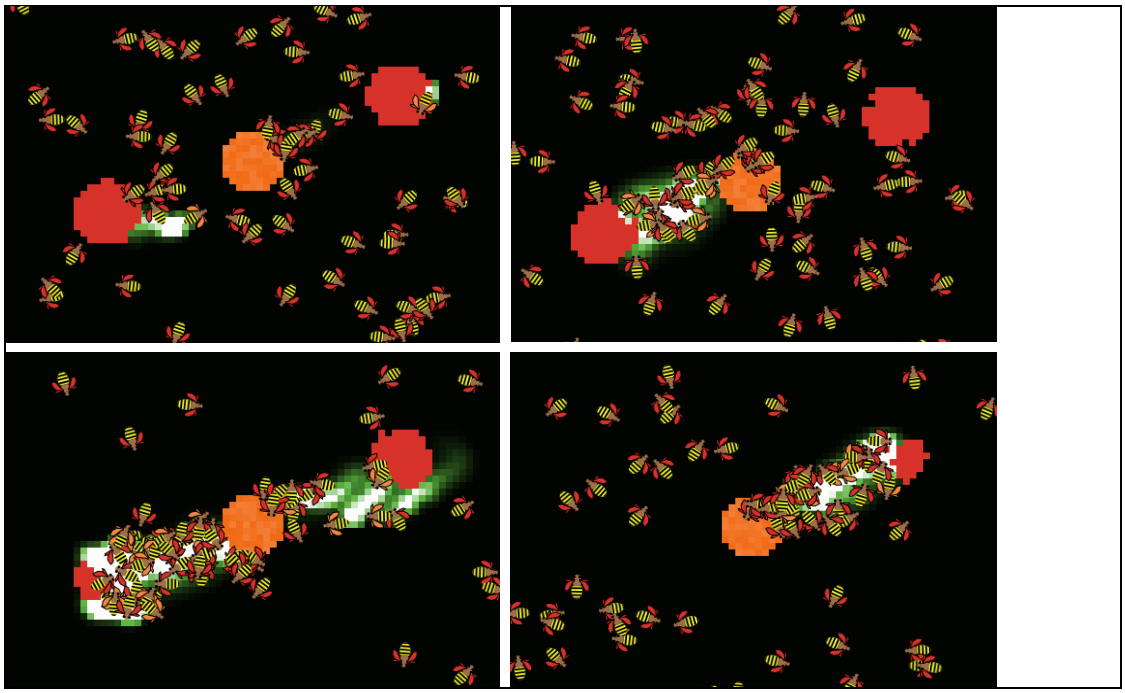


Figura 2. Formación de canales/rutas: inicio de vuelo aleatorio y posterior formación de los canales de olor y rutas de circulación de abejorros.

2.3. Agrupaciones de abejorros y de conópidos

Aunque la condición inicial de movimiento de los abejorros es al azar -salvo que hayan recolectado néctar, en cuyo caso vuelven a la colmena- no siempre encontramos a los individuos aislados. Es frecuente que en

alguna zona aparezca una agrupación importante, que se distingue claramente del resto de la pantalla. Esto no quiere decir que cada abejorro se mantenga fijo en una posición, ni que cada uno se mantenga individualmente dentro de la agrupación, sin salirse de ella.

En el caso de los conópidos, inicialmente están distribuidos al azar y, aunque su movimiento sigue reglas completamente aleatorias, su distribución en el espacio evoluciona para formar agrupaciones en las zonas de mayor probabilidad de encontrar abejorros. Nos encontramos ante un claro ejemplo del macro-nivel influyendo sobre el comportamiento micro (*downward causation*).

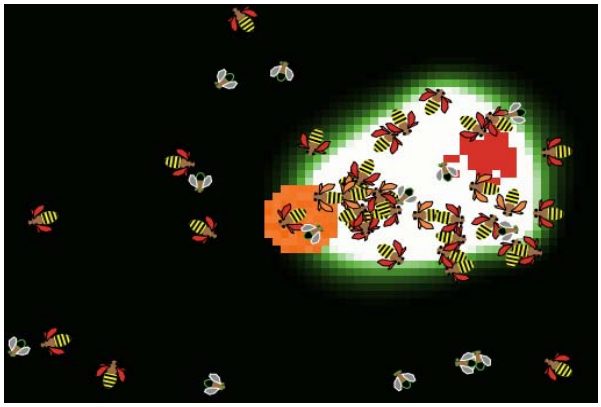


Figura 3. Agrupación de abejorros y conópidos entre el nido y una flor.

3. Diversas historias posibles

Partiendo de unas mismas condiciones iniciales un sistema puede desarrollarse siguiendo caminos diferentes en el nivel macro o, por el contrario, seguir patrones de evolución temporal similares (orden de explotación de los recursos, orden en el que se forman los canales flor-nido, extinción de poblaciones de depredadores y/o parásitos, etc.). Sin embargo, en ambos casos, o en cualquier otra situación, la evolución del sistema en el micro-nivel seguirá caminos diferenciados. De igual manera, aunque pueden darse condiciones iniciales que hagan evolucionar al sistema, desde el punto de vista del macro-nivel, siempre hacia el mismo estado final (agotamiento de las flores, muerte de todos los abejorros, situación de equilibrio estable entre poblaciones, etc.), otras condiciones iniciales conducen a estados finales impredecibles, que no permiten ni siquiera anticipar cuál va a ser el desenlace del sistema: colapso o equilibrio.

Conclusiones

La programación en entornos multiagente proporciona un recurso apropiado para construir modelos que, comportándose como sistemas complejos, muestren claramente las relaciones entre el nivel micro de los agentes individuales y el nivel macro del comportamiento colectivo. En nuestra simulación de la biología del abejorro aparecen claramente las características fundamentales de los sistemas complejos y, por lo tanto, puede resultar adecuado como herramienta educativa para introducir a los alumnos en el paradigma de la complejidad. En la actualidad estamos trabajando para utilizarlo en el aula buscando mejorar el pensamiento de

los maestros en formación acerca de la complejidad. Concretamente estamos tratando de elaborar, sobre la base del programa abejorro, unidades didácticas que permitan trabajar las tres propiedades que Penner (2000) considera importantes para pensar en las propiedades emergentes de este tipo de sistemas:

- Reconocer que el sistema no sigue una causalidad lineal.
- Distinguir entre el análisis del macro-nivel y el del micro-nivel.
- Comprender que pequeños cambios en el micro-nivel pueden causar efectos considerables en el nivel macro.

En una etapa posterior pensamos que se debería investigar la utilización por los propios estudiantes de este tipo de programas multiagente como herramienta de modelización, aunque esto requeriría simplificar el lenguaje de programación.

Referencias bibliográficas

Boschetti, F., Prokopenko, M., Macreadie, I. y Grisogono, AM. (2005). *Defining and detecting emergence in complex networks.* KES 2005, Melbourne.

Chittka, L., Williams, N.M., Rasmussen H. y Thomson J.D. (1999). Navigation without vision: bumblebee orientation in complete darkness. *Proceedings of the Royal Society of London*, Series B, 266, 45-50.

Davies, P.C.W. (2004). Emergent Biological Principles and the Computational Properties of the Universe. *Complexity*, 10, 11-15.

Grotzer, T.A. y Basca, B.B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact student's understanding? *Journal of Biological Education*, 38, 16-29.

La Ferla, B. (2000). Bee-flower interactions: a field test of an optimal foraging hypothesis. *Journal of Biological Education*, 34, 147-151.

Nielsen, S.N. y Müller, F. (2000). Emergent Properties of Ecosystems. En Joergensen, S.E. y Müller, F. (Eds.). *Handbook of Ecosystem Theories and Management* (pp. 195-216). Boca Raton, London: Lewis Publishers.

Penner, D.E. (2000). Explaining Systems: Investigating Middle School Students' Understanding of Emergent Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 784-806.

Westgarth-Smith, A.R. (2004). A game demonstrating aspects of bumblebee natural history. *Journal of Biological Education*, 38, 133-135.

Wilensky, U. (1999). *NetLogo (and NetLogo User Manual)*. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. En línea en: http://ccl.northwestern.edu/netlogo/

Percepción y valoración de los estudiantes de la ESO acerca de algunos elementos innovadores del currículum LOGSE.

Antonio de Pro, Gaspar Sánchez Blanco, Mª Victoria Valcárcel Pérez

Dpto. Didáctica Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. ***nono@um.es***; ***gsblanco@um.es***; ***mvvalcar@um.es***

Resumen: El currículum de la Reforma LOGSE planteó un cambio profundo de la enseñanza de las ciencias. Pero, ¿qué cambios de los propuestos llegaron realmente a las aulas? ¿Cómo fueron percibidos y valorados por el alumnado? Este trabajo pretende aportar algunas respuestas a estas cuestiones tan complejas.

Palabras clave: Reforma LOGSE. Educación secundaria. Perfil de uso. Visión del alumnado.

Title: Perception and appreciation of the students in Secundary Education about some innovative elements in the LOGSE Curriculum.

Abstract: The curriculum of the LOGSE Reform set fourth a propound change in the teaching of Science. But, which of the proposed changes did really reach the classroom? How were they perceived and appreciated by the stunts? This paper tries to provide some answers to these complex questions.

Keywords: LOGSE reform. Secondary Education. Outline of usage. Students' perceptions.

Contexto y problema de la investigación

La Reforma LOGSE planteó un cambio profundo de la educación formal que incidía en aspectos generales (periodo de formación obligatoria, estructura de las etapas educativas, inclusión de la idea de ciclo, currículum semiabierto y flexible, papel del profesor como diseñador curricular...) y en otros ligados a la práctica del aula (nuevos tipos de contenido, orientación de los mismos hacia una educación comprensiva, principios metodológicos con un enfoque constructivista, nuevos enfoques de la evaluación...) Todos incidieron de una forma importante en la enseñanza de las Ciencias.

Hemos de decir que inicialmente la propuesta institucional fue valorada positivamente, ya que parecía adecuarse a las tendencias que, en aquel momento, se aceptaban en la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE). Sin embargo, después de unos años, se tenía la sensación de que la reforma no funcionaba, que no resolvía los problemas existentes, que aparecían otros no previstos... Pero, para valorar las consecuencias de aquel cambio curricular, es preciso conocer su alcance. En este contexto, realizamos un proyecto de investigación cuyo interrogante central era: ¿Qué diferencias hubo entre el perfil de innovación que planteaba la Reforma y el perfil de uso en las aulas de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO)?

Ya hemos publicado resultados en relación con los proyectos curriculares y las programaciones elaborados en los seminarios de los centros (Pro y Romero, 2002; Pro, 2006a, 2006b), con los libros de texto que se utilizaron (Pro, Valcárcel y Sánchez, 2004), con las unidades didácticas diseñadas por el profesorado (entre otros, Pro, 1999)... En éste nos vamos a centrar en el alumnado, la razón de ser de cualquier cambio educativo y paradójicamente el elemento más olvidado de la investigación en este ámbito. En este sentido nos planteamos: ¿Cómo percibía y valoraba el alumnado la puesta en práctica de algunos elementos innovadores que sugería la Reforma LOGSE para la enseñanza de las Ciencias en la ESO?

Diseño del trabajo

Hemos visto en nuestros trabajos y en los de otros autores (Furió et al., 2001; Calvo y Martín, 2005) que los planteamientos y postulados de la Reforma no se trasladaron a las clases de Ciencias; es más, los datos que conocemos parecen apuntar a que sólo una parte del profesorado aceptaron y trataron de poner en práctica lo que sugería el currículum oficial. Por lo tanto, de cara a los propósitos de este trabajo, lo primero que hicimos fue localizar a profesores y aulas en los que se hubieran puesto en práctica los elementos innovadores que demandaba el marco institucional. Elegimos cinco docentes que reunían estos requisitos y una muestra de 355 de sus alumnos y alumnas de 3º y 4º de la ESO.

Por otro lado, diseñamos un cuestionario escrito, algunos de cuyos items se han recogido en el Anexo 1. Constaba de veintiséis cuestiones –la mayor parte de opción múltiple o de tipo Lickert- que giraban en torno a diferentes tópicos: interdisciplinaridad o percepción de área, incidencia en las materias trasversales, enseñanza de procedimientos y actitudes, secuencia de enseñanza utilizada, papel del profesor, forma de trabajo del alumnado, tipos de actividades de enseñanza, papel de las actividades prácticas, uso de fuentes de información distintas al libro de texto, recursos didácticos y proceso de evaluación. La aplicación se realizó durante el curso 2002-03 pero, según los profesores de los grupos objeto de estudio, no alteraron sus contenidos ni enfoques metodológicos por las revisiones curriculares que se produjeron en aquel momento (la “contrarreforma”).

El vaciado de la información nos llevó a la identificación, valoración y análisis de 110 variables. Además de hacer un estudio descriptivo de éstas, hemos realizado cruces de variables con el nivel (por el carácter optativo de 4º) y con el profesorado (por la incidencia de factores disciplinares y personales). Para el tratamiento de datos se usó el programa SPSS 13.0.

Resumen de los resultados obtenidos

Aunque las opciones elegidas por los estudiantes y las justificaciones realizadas por los mismos nos han facilitado datos densos e interesantes de una realidad muy compleja, vamos a tratar de sintetizar algunos de los resultados obtenidos; los describiremos en función de los tópicos señalados.

a) respecto a una visión de área o a las relaciones interdisciplinares: un porcentaje amplio del alumnado (85%) reconocía que existen fenómenos comunes a las asignaturas de Física y Química (FyQ) y Ciencias Naturales

(CN); un número importante de los encuestados, aunque menor que en el caso anterior (61%), manifestaba que deben relacionarse estas materias y ponían unos temas como ejemplos; incluso, algunos consideraban que aprender FyQ les ayudaba a comprender mejor las CN o viceversa (el 41% afirmaba que les servía bastante o mucho frente a un 12% que decía que poco o nada). Sin embargo, un 84% decía que sus profesores –afectaba a todos- no relacionaban nunca o lo hacían pocas veces los contenidos de las disciplinas de carácter científico (en 3º de la ESO llegaba al ¡89%!).

b) respecto a la incidencia en las áreas trasversales: cuando se les planteaba una valoración global de la influencia, el 73% afirmaba que los contenidos impartidos en las asignaturas de FyQ o de CN eran bastante o muy útiles para el aprendizaje de conocimientos propios de las materias trasversales (este porcentaje era sensiblemente superior en las CN).

Ahora bien, cuando les preguntábamos por cada área, los porcentajes descendían en todos los casos. Según los estudiantes, las mayores contribuciones se realizaban en el ámbito de la Educación para la Salud (EpS) (un 70% reconocían que habían aprendido bastante o mucho), de la Naturaleza de la ciencia y el trabajo científico (NCyTC) (un 59% afirmaban lo mismo) y de la Educación Ambiental (EA) (un 54% estaba en estas circunstancias). En la Educación para el Consumo o a Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, estas valoraciones bajaban.

En el cruce de variables, parece que la EpS era más propia de las CN y la NCyTC de FyQ; en las demás no detectamos una clara dependencia disciplinar. Las mayores contribuciones en 3º de la ESO se hacían en EpS y en 4º en EA; en las demás, no había diferencias en función del curso.

c) respecto a la enseñanza de procedimientos: en relación con los que les planteábamos, los porcentajes de aquellos que consideraban que habían trabajado “bastante o mucho” eran similares: actividades de observación y clasificación (un 40%), de medición (un 56%), de realización o interpretación de tablas o gráficas (un 48%), de resolución de problemas (un 41%), de realización de montajes para hacer experiencias (un 30%) y de elaboración de informes (un 51%).

Sin embargo, en los cruces de variables aparecían diferencias en algunos de estos contenidos en función de las disciplinas, lo que no nos sorprendió (por la creencia extendida de que la medición o la resolución de problemas es “más propio” de FyQ). En 3º había más actividades de observación y clasificación o de medición y, en 4º, los demás procedimientos tenían una mayor presencia.

En cuanto a cómo valoraban la importancia del aprendizaje de estos contenidos en relación con “los teóricos”, el porcentaje mayor consideraba que son sólo un complemento para el aprendizaje (41%); sin embargo, había un 36% que manifestaba que son tan importantes como los otros. Sólo en el caso de un profesor, era mayor el porcentaje de “tan importantes como”. En 4º se incrementaba el número de aquellos que los consideraban algo complementario.

d) respecto a la enseñanza de las actitudes: en relación con las que les preguntábamos, los porcentajes de aquellos que consideraban que habían trabajado “bastante o mucho” eran desiguales, aunque un poco más altos

que los anteriores: actividades para el desarrollo de hábitos saludables (un 71%) y de higiene (un 53%), y actividades de respeto al medio (un 52%), a los seres vivos (un 54%), a las normas de manipulación de productos y aparatos (un 63%), a los compañeros (un 54%).

También en este caso había diferencias en algunas actitudes en función del profesor o la disciplina (hábitos saludables, normas de manipulación de productos, respeto a los compañeros). Las contribuciones eran mayores en 3º en el desarrollo de hábitos saludables y de higiene; en 4º eran mayores las de conservación y respeto del medio.

En cuanto a cómo valoraban la importancia de estos contenidos respecto a "los teóricos", el porcentaje mayor sigue siendo el que considera que son un complemento (37%) pero, a muy corta distancia, un 36% manifestaba que son tan importantes como los conceptuales. En 4º parece que disminuía globalmente la importancia de las actitudes.

e) respecto a la secuencia de enseñanza: un porcentaje importante (59%) reconocía que realizaban actividades para explicitar las ideas iniciales con bastante o mucha frecuencia y, con una presencia semejante, que un 52% debatía estas ideas y las de otros compañeros; incluso, el porcentaje aumentaba cuando se hablaba de actividades de revisión de lo aprendido al finalizar el tema (un 60%). En general, las opciones "más constructivistas" tenían una mayor presencia en 3º.

En cuanto a la presencia de actividades en las que el alumnado fuera el responsable del proceso, el porcentaje de los que manifestaban que tenían bastante o mucha frecuencia era de un 60%; y en las que el profesorado fuera el protagonista sólo un 35% señalaba que lo hacían con bastante o mucha frecuencia. El protagonismo asignado al profesor aumentaba en 4º.

Aunque hemos señalado diferencias entre los resultados respecto a una de las variables de cruce (el nivel), las más significativas iban asociadas al profesor de la asignatura. La dependencia disciplinar no se detectó.

f) respecto a sus percepciones sobre el papel de su profesor: valoraban que, con bastante o mucha frecuencia, se preocupaba porque aprendieran (un 74%), les hacía preguntas para saber si estaban aprendiendo (79%), resolvía las dudas (77%) y les orientaba y ayudaba cuando hacían las tareas (69%). En general, valoraban bastante positivamente a su profesor.

g) respecto a la forma de trabajo del alumnado: los porcentajes mayores se situaban entre los que señalaban que trabajaban en grupo muy poco o a veces (entre ambas opciones, el 58%); no obstante, los valores eran desiguales en función del profesor (en uno de ellos, el 94% dice que se trabaja con bastante o mucha frecuencia). Frente a esta situación, los que les gustaría que se trabajara con mayor frecuencia aumentaban bastante, con independencia del profesor (por razones obvias, excepto en el caso mencionado), curso o disciplina.

Un perfil de las creencias que comparte el alumnado es que no están de acuerdo con las afirmaciones "aprendería más y mejor a mi ritmo, sin depender de los compañeros" (un 82%), con "no estoy acostumbrado a trabajar en grupo" (95%), o con"aprendemos más escuchando al profesor y estudiando el libro de texto" (80%). Sin embargo, están de acuerdo con

"estoy interesado en trabajar con los compañeros" (98%), con "se aprende más y mejor trabajando con los compañeros" (95%), y con "trabajar en grupos es más divertido" (80%). Mención especial habría que hacer al posicionamiento frente a "el profesor debería explicar menos y hacernos trabajar más en grupo" que es rechazada por un 80%; la razón es que estaban de acuerdo con el tiempo asignado a una u otra opción.

Cuando se les presentaba dos formas de distribución de las mesas para trabajar en clase –una alineada y otra agrupada- manifestaban que con bastante o mucha frecuencia se usaba la primera opción (un 53%) y que nunca o muy poco se usaba la segunda (59%); los desajustes en los porcentajes se deben a que un profesor trabajaba habitualmente en un aula laboratorio. Cuando se analizan los resultados por profesor, se tiene una visión más clara: en un caso casi siempre se trabaja en grupos; en dos se simultanean las dos opciones; en los otros dos la disposición grupal no es habitual. En 4º de la ESO se acentúa más la forma clásica de alineación.

h) respecto al tipo de actividades realizadas en sus clases de ciencias: son percibidas como frecuentes o muy frecuentes las explicaciones del profesor (92%) y la resolución de problemas por el alumnado (62%). Frente a estas apreciaciones consideraban poco frecuentes o no se realizaban nunca el estudio o la lectura de los libros de texto (así manifestado por el 55%), la resolución de problemas por el profesor en la pizarra (por el 51%), y la realización de investigaciones y proyectos (por el 60%).

Parece que en 4º de la ESO se incrementaba la lectura del libro de texto y la resolución de problemas por el profesor en la pizarra. Nuevamente la variable profesor resultaba determinante en las diferencias de percepciones. También influía la disciplina en relación con la resolución de problemas.

Cuando se les preguntaba sobre cuáles les resultaban más útiles para aprender, valoraban con bastante o mucha utilidad: las explicaciones del profesor (91%), el estudio y la lectura del libro de texto (58%), la resolución de problemas por el profesor (62%), la resolución de problemas por el alumnado (71%) y las investigaciones y proyectos (71%). Hay diferencias en función del profesor, la disciplina y el nivel sobre la utilidad de los libros de texto y la realización de investigaciones.

i) en relación con las clases prácticas: un 78% de la muestra se distribuye entre las opciones "pocas" o "algunas veces". Frente a ello, un 91% manifestaba que les gustaría hacer algunas o muchas más. No hay diferencias con ninguna de las variables de cruce.

El alumnado decía que las prácticas servían "para comprender mejor la teoría o demostrar algo" (un 80%) y para "poner en práctica conocimientos ya aprendidos" (un 72%); parece que se mantenía el modelo de prácticas comprobatorias. Entre las otras finalidades presentadas, otra muy elegida fue: "para aprender a manejar el material del laboratorio o a trabajar como científicos" (apoyado por un 64%). Mención especial habría que hacer a uno de los profesores –el que desarrolla sus clases en un aula laboratorio- ya que, en su caso, estos resultados no respondían a la tendencia mayoritaria.

j) respecto a las fuentes de información diferentes al libro de texto: los resultados no fueron claros: mientras un 36% manifestaba que se usaban muy poco o nunca para resolver cuestiones, un 42% decía que las

utilizaban con frecuencia o mucha frecuencia; para ampliar o estudiar de cara a los exámenes, el porcentaje de nunca o muy poco era un 39%, mientras que un 37% mantenía que lo hacía frecuentemente... En el cruce de variables, parece que hay una cierta dependencia con el nivel (en 3º se usaron más) y, sobre todo, con el profesorado.

k) respecto a la diversificación de las actividades: no percibieron que se plantearan distintas actividades (ni para ayudar a los que tenían problemas ni para plantear retos más complejos a los que no los tenían); así lo señaló el 81% de la muestra.

l) respecto a los recursos utilizados: un 51% decía que usaba el libro de texto con bastante o mucha frecuencia frente a un 45% que señalaba que lo utilizaban muy poco o nunca. En los cruces de variable, se usaba más en 4º que en 3º; pero, sobre todo, dependía del profesor (hay quiénes lo utilizaban nunca o pocas veces y otros con bastante o mucha frecuencia).

En los demás recursos eran mayoritarias las opciones nunca o muy poco: en otros materiales escritos (agrupaba un 54%), en medios audiovisuales (un 86%), en material de laboratorio (un 75%) y en material casero (un 83%). Excepto en el primero no había diferencias con el nivel. Tampoco las había, como cabría esperar, respecto al profesor (salvo en el caso señalado reiteradamente y en relación con el material de laboratorio y el casero).

m) respecto a la calificación del aprendizaje: un 73% decía que no le evaluaban antes de empezar los temas, y un 84% que sí lo hacían al terminarlos; había una posición equilibrada en cuanto a la evaluación del desarrollo (52% que sí lo hacían frente a un 48% que no). Aunque había homogeneidad en relación con el profesorado, excepto en la evaluación final, siempre existía alguno que se salía de la tendencia.

Los instrumentos usados en la calificación eran: pruebas escritas (94%), cuaderno de trabajo (81%), trabajos en clase (70%) y comportamiento (86%). La influencia de las actitudes y de las habilidades científicas era mucho menor (sólo el 51% y el 35% las contemplaban). Había una cierta dependencia de la variable profesor (mucho menor que en otros casos).

En cuanto al papel que juega el alumnado en la evaluación básicamente se centra en responder los exámenes escritos (91%); en menos casos, el profesorado pide que se autoevalúen (44%) y no evalúan el proceso de enseñanza (su desarrollo o las sugerencias para mejorarlo). Sólo un profesor hacía algo distinto con una presencia más activa del alumnado.

Conclusiones

Recordamos que los resultados obtenidos en este trabajo no responden al perfil habitual de las clases de Ciencias en la ESO. La muestra se ha sesgado intencionadamente: aulas en las que sus profesores compartían los planteamientos de la Reforma LOGSE y trataron de llevarlos a la práctica en sus clases. En esta situación y con estos parámetros, podemos decir:

- no tuvieron en cuenta la concepción de área ni se buscaron relaciones entre las diferentes disciplinas científicas. Parece que el alumnado percibió contribuciones a áreas trasversales (EpS, NCyTC, y EA) pero existió una dependencia disciplinar, que contradice el sentido de estos tópicos.

- nos han sorprendido negativamente los resultados en cuanto a la realización de actividades prácticas (en general, escasas y comprobatorias); sólo en un caso las clases se desarrollaban en el aula laboratorio. Tampoco esperábamos los de agrupamiento, diversificación o algunos de evaluación, aunque admitimos que, en estos últimos, la percepción del alumnado puede que no se corresponda con la realidad.

- en general, trabajaron muchos de los procedimientos y de las actitudes que les presentamos, pero un porcentaje importante los consideraban menos importantes que los "teóricos" (un complemento). Compartían una valoración positiva de sus profesores (interés, preocupación, facilitador del aprendizaje). Existían coincidencias en fases de la secuencia de enseñanza.

- había sensibles diferencias en función del curso: en la presencia de algunos procedimientos y actitudes, en la importancia de estos en relación con los teóricos, en algunas fases de la secuencia de enseñanza… En casi todos los casos, 4º lleva aparejada una enseñanza más tradicional.

- además de las aportaciones a las áreas trasversales ya señaladas, las diferencias disciplinares se manifestaron en el tipo de contenidos a enseñar, en la presencia de alguna actividad, y en el uso del laboratorio. Con nuestros resultados es la variable de cruce menos determinante.

- aunque todos nuestros profesores compartían el enfoque metodológico de la Reforma, presentaban diferencias importantes: la presencia de actividades para facilitar la colaboración, la dedicación al trabajo en grupos (a pesar de que todos lo usaban), la frecuencia de uso de los tipos de actividades, el enfoque de las prácticas, el uso del laboratorio... Por encima del marco oficial o de la disciplina, siempre están los profesores.

Si las situaciones más favorables son percibidas y valoradas de esta manera por el alumnado creemos que deberíamos plantearnos tres cuestiones: ¿qué se trasladó realmente a otras aulas, con profesores menos comprometidos con la Reforma LOGSE?; ¿a qué se debe esta considerable distancia entre lo legislado y lo realizado en las clases de ciencias (falta de conocimientos profesionales, discrepancias ideológicas, insuficiente oferta de formación...)?; y, por último, ¿se ha tenido en cuenta la situación que tenemos ante el nuevo cambio curricular anunciado?

Referencias bibliográficas

Calvo, M.A. y Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículum oficial en el campo de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 17-32.

Furió, C. et al. (2001). Finalidades de la enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.

Pro, A. (1999). Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 411-429

Pro, A. (2006a). Perfil de la Reforma LOGSE y perfil de uso: los fundamentos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de Secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 24, en prensa.

Pro, A. (2006b). Los contenidos de los proyectos curriculares de Física y Química en centros de secundaria en la implantación de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 24, en prensa.

Pro, A. y Romero, F. (2002). ¿Cómo se han trasladado los contenidos que planteaba la Reforma a las programaciones de los profesores? En Elortegui et al.: *Relación Secundaria Universidad*, (pp. 725-733). La Laguna: Serv. Public. Universidad.

Pro, A.; Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2004). Perfil de uso de la Reforma: Los libros de texto de Física y Química en la ESO. En Echevarría et al.: *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea*, 21-27. Bilbao: Serv. Public. Univers.

Anexo

17. ¿Qué actividades son las que más realizas en tus clases de Ciencias Naturales (Física y Química)? (Marca la opción que consideres que representa mejor lo que hacéis)

	Muchas veces	Bastante	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
- Explicaciones del profesor	□	□	□	□	□
- Estudio o lectura del libro	□	□	□	□	□
- Resolución de problemas por el profesor en la pizarra	□	□	□	□	□
- Resolución de problemas por el alumnado	□	□	□	□	□
- Realización de investigaciones o proyectos	□	□	□	□	□
- Otras actividades que hagáis					

18. Ahora señala las que consideres más útiles para aprender Ciencias Naturales (Física y Química)

	Nada útil	Poco útil	Regular útil	Bastante útil	Muy útil
- Explicaciones del profesor	□	□	□	□	□
- Estudio o lectura del libro	□	□	□	□	□
- Resolución de problemas por el profesor	□	□	□	□	□
- Resolución de problemas por el alumnado	□	□	□	□	□
- Realización de investigaciones o proyectos	□	□	□	□	□

19. ¿Habéis tenido clases prácticas o de laboratorio en Ciencias Naturales (Física y Química)?

Muchas veces □ Frecuentemente □ Algunas veces □ Pocas veces □ Nunca □

Señala la afirmación que exprese mejor lo que pienses sobre estas clases

Me gustaría haber tenido muchas más □ Me gustaría haber tenido algunas más □

Está bien el número de clases prácticas que tenemos □ Me gustaría haber tenido menos □

Prefiero no tener clases prácticas □

20. ¿Para qué crees que sirven estas clases prácticas o de laboratorio? (Señala todas las afirmaciones con las que estés de acuerdo)

Para comprender mejor la teoría o demostrar algo que hemos dado previamente □

Para aprender contenidos que el profesor todavía no ha explicado □

Para colaborar en grupo con los compañeros □

Para aplicar los conocimientos aprendidos □

Para aprender algunas técnicas de laboratorio o a trabajar como los científicos □

Para otra cosa (especificar)

Ejemplos de ítems del cuestionario. Se han suprimido las ilustraciones por razones de espacio.

Un enfoque 'modelizador' para la enseñanza de una 'química básica para todos'

Mercè Izquierdo[1] y Cristian Merino[2,3]

[1] Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona;

[3]Universidad Católica de Valparaíso

merce.izquierdo@uab.es

cristiangonzalo.merino@campus.uab.es

Resumen: Los retos que plantea el tercer milenio a la enseñanza de la química son muchos, pero si queremos que esta enseñanza forme parte de un proceso educativo 'para todos' es fundamental que los programas y procesos de enseñanza desencadenen una autentica actividad científica, para asegurar que se aprende significativamente. En nuestra investigación se pone a prueba un nuevo diseño de la enseñanza de la química 'para todos' dirigido la formación de los maestros en los niveles de Educación Primaria. La propuesta se centra en la práctica de la química en el laboratorio y el aprendizaje se concibe como un proceso de 'modelización'. Para ello, estamos desarrollando en el laboratorio de Ciencias de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB un entorno a aprendizaje de las ciencias con soporte virtual.

Palabras Clave: proceso de modelización, química, diseño didáctico.

Title: An approach of change for the basic education of one 'chemical for anyone'

Abstract: The new educational culture prioritize the meaningful learning instead of the memorizer learning. There are many challenges for the chemical education in the third millennium, but if we want to extent this kind of education to anyone it is fundamental that the programs and educative processes involve meaningful learning activities to assure the nowadays challenges. The purpose of this document is to explain our contribution to the labwork curricular design of chemistry subject for Primary Education training teachers courses in the Faculty of Sciences of the Education of the UAB. We developed CAL (Computer-assisted learning) and non-virtual labwork materials to teach chemistry.

Keywords: modelling, chemistry, didactical design.

Un diseño innovador para la enseñanza de la química

'Enseñar química a la ciudadanía' va a ser muy diferente a lo que ha sido, en los últimos cien años, enseñar física, química o biología a un público seleccionado para ir a la Universidad. Enseñarla ahora, en los centros universitarios que se requieren en la 'sociedad de la información' hace

[2] Estudiante de doctorado. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

necesario el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y la adquisición de criterios para utilizarlas, lo cual supone cambios más drásticos que los que se han producidos en los últimos cincuenta años. Ya no es necesario almacenar información en la memoria, sino que lo que se enseña se aprenda, se pueda aplicar y permita continuar aprendiendo. Para ello va a ser necesario promover actividad científica adecuada a los alumnos la cual requiere pensar, hacer y comunicar de manera coherente; y utilizar 'modelos' para representarse mentalmente la situación experimental en la que se está interviniendo (Justi et al, 2002).

A pesar de que la actividad científica escolar (ACE) es diferente a la que llevan a cabo los científicos, debe ser igualmente exigente desde un punto de vista intelectual sin dejar de adaptarse a las posibilidades de todos y cada uno de los alumnos. Para alcanzar ambos objetivos se hace imprescindible un cambio profundo de la asignatura de química, tanto en secundaria como en la formación de maestros. Es evidente que cuanto más lejos estén alumnos de la comunidad química, tanto más deberán cambiar los contenidos para adecuarse a los nuevos perfiles de alumnos; el proceso de transposición didáctica se hace más difícil y la reflexión didáctica, más necesaria.

Esta reflexión resulta irrelevante, en cambio, para aquéllos que piensan que ‘el libro de texto’ corresponde a ‘lo que se ha de enseñar’ porque su ‘contenido’ es ‘la ciencia’ y que ‘enseñar’ se limita a ayudar a memorizar lo que dice el libro de texto. Por ello resulta difícil comparar los resultados obtenidos mediante la enseñanza tradicional, en la cual el profesor/a es mediador entre el libro y el alumnado y la enseñanza que proponemos aquí, en la cual el profesorado y el alumnado, conjuntamente, dan significado químico a determinados fenómenos.

Nuestra alternativa a los cursos de química que empiezan por las fórmulas y la estructura atómica, pero no generan criterio químico, es considerar problemas que surgen de la práctica de la química en un contexto cotidiano, introducir los conceptos químicos a medida que son necesarios y representarlos mediante una teoría atómica que se va desarrollando al mismo ritmo de la intervención experimental. Se podría avanzar así, paso a paso, aprendiendo a controlar interacciones entre materiales, a lo largo de los cursos de primaria y secundaria, y también en la universidad, para ir elaborando evidencias y conceptos en relación a cambios químicos que son relevantes para el arte, la biología, la geología, la filosofía, la historia, la industria, la vida cotidiana, la tecnología….

Creemos que la propuesta de tomarse en serio fenómenos concretos que se presentan como problemas abiertos para 'modelizarlos' ('colonizarlos' mediante las ideas químicas fundamentales, representarlos mediante la teoría atómica, explicarlos con fórmulas que se van aprendiendo y desarrollando a medida que va siendo necesario) no es incompatible con un estudio serio de los temas propios de la química, aquéllos a los que no podemos renunciar porque constituyen piezas conceptuales necesarias para sostener los aspectos más abstractos de la disciplina. Por ello la consideramos apropiada para la formación de los futuros maestros.

La asignatura de Química en los estudios de Magisterio (Primaria e Infantil) es optativa y forma parte del itinerario 'ciencias' que escogen

libremente los estudiantes. Los alumnos y alumnas que se matriculan a esta asignatura están interesados por la química, pero no todos la estudiaron en el bachillerato; y, si lo hicieron, no la aplicaron a fenómenos cotidianos ni a una práctica de laboratorio llevada a cabo con autónoma. Por ello, la asignatura se diseñó para enseñar 'química básica' a estudiantes universitarios que, como que van a ser maestros, han de reflexionar sobre los aspectos cruciales de la teoría y la práctica de la química para poder utilizar esta reflexión cuando programen ellos mismos los temas de ciencias en la educación primaria.

Creemos, como muchos profesores de química, que aprender química es ser capaces de identificar 'cambios químicos' en el mundo que nos rodea. Pero nuestra investigación aporta un punto de partida diferente: considera que 'estudiar química' es desarrollar una intuición sobre dónde hay cambios químicos, mantener abierta una pregunta sobre qué son estos cambios y un desarrollar un esfuerzo constante por controlarlos. Según este planteamiento, la teoría atómica adquiere un valor epistemológico diferente del actual: los átomos no son la explicación del cambio químico, sino antes de llegar a ellos se ha de hacer la química y conocer sus operaciones o formas de intervenir el mundo. Cuando ya hay 'actividad química', los átomos se introducen y se caracterizan a medida que los cambios químicos en los que los alumnos puedan intervenir los hagan necesarios; constituyen así un excelente recurso que es imprescindible para sostener el pensamiento químico y (Izquierdo y Adúriz 2003, Greca y Moreira, 2001, Izquierdo y Adúriz, 2005).

Aportar nuevas ideas y nuevos recursos para aumentar la calidad y la eficacia de la enseñanza de la química mediante un cambio en los *contenidos a enseñar* es un reto y constituye un campo de investigación muy propio de la Didáctica de las Ciencias (DC).

Planteamiento de la investigación

La principal pregunta en nuestra investigación se refiere al proceso de modelización, que consiste en partir de un fenómeno químico problemático (o que ha sido 'problematizado' con intención docente), intervenir en él, relacionarlo con otros fenómenos que ya conocíamos y explicar esta relación lo mejor posible mediante las ideas químicas que se van introduciendo. Requiere tener en cuenta la potenciación de las relaciones entre hacer-escribir y pensar; la importancia de las actitudes; los nuevos modelos de evaluación; las tecnologías de la información y la comunicación; y desarrollar Actividad Química Escolar.

Como que obtenemos los datos en las clases de química, es necesario empezar por explicar el planteamiento global de la actividad, que forma parte de un proyecto de Innovación docente subvencionado por la Generalitat de Catalunya. Nos proponemos:

1. Establecer una programación de química en la cual la experimentación y la teoría vayan a la par y que permita establecer relaciones con las otras disciplinas de ciencias.

2. Elaborar nuevos guiones de prácticas adecuados a la programación, de los cuales se derivan 'kits' para adaptar algunas de las propuestas experimentales a las aulas de primaria y de secundaria.

3. Desarrollar los procesos de modelización favoreciendo el diálogo en el aula y el trabajo en equipo, con un uso continuado de las nuevas TIC y en un ambiente creativo y científico.

4. Identificar los nuevos indicadores de calidad que corresponden a la enseñanza de la química según un proceso de modelización, que requiere un nuevo estilo de evaluación del 'saber hacer' alumnado.

La investigación se limita a los puntos 1 y 4, que vamos a desarrollar a continuación. Esperamos que los resultados nos permitirán generar un nuevo entorno de aprendizaje que favorezca el trabajo experimental autónomo de nuestro alumnado con ayuda de la nuevas tecnologías.

Una nueva programación para el proceso de modelización

El programa se presenta como secuencias de enseñanza/aprendizaje (Méhéut, 2004) que se refieren, todas ellas, a interacciones entre materiales según lo que llamamos Modelo de Cambio Químico, que va a funcionar como una matriz que configure las explicaciones químicas que se irán generando en clase. En cada una de estas secuencias se interviene en un determinado grupo de fenómenos que presentan características prácticas y teóricas comunes mediante experimentos, lecturas, argumentaciones… para introducir de manera significativa las entidades químicas que son necesarias para poder interpretarlos y, con ello, relacionarlos con otros grupos de fenómenos que también de han identificado como cambios químicos.

Se dedican al curso 25 sesiones de trabajo, todas ellas con un referente experimental, con un total de 37 horas. Los estudiantes escogen un tema para desarrollar una pequeña investigación evaluable, como lo son sus trabajos de clase. Los temas del programa son los siguientes:

1. ¿Podemos transformar el azúcar en carbón? 'Descomponer no es quemar'. Substancias invisibles, pero que 'pesan'. El mol

2. El agua y las aguas

¿Vale la pena guardar agua de lluvia? El poder de una gota de agua. Interacciones ‘gota’ a ‘gota’. Casi somos agua…Del agua al hidrógeno, del hidrógeno al agua: pasado y futuro de la química

3. El poder de la electricidad

Obtener plata a partir de radiografías …hacer cristales de estaño. Inventemos los electrones y los iones. Aprovechar las reacciones espontáneas. Una primera aproximación al ‘átomo eléctrico’ y a los enlaces químicos

4. ¿Todo reacciona con todo?

La tabla periódica: un ‘sistema’ de la química para ayudar a los químicos en su trabajo. Una breve excursión por la historia de la química: del oro al

uranio. ¿Substancias simples o elementos? Los elementos de los alimentos y los elementos del cuerpo humano.

5. Los organismos vives, gestores de las transformaciones de la materia y del aprovechamiento de la energía.

Quemar un cacahuete, comerse un cacahuete. Calentar, hervir, asar, cocer, freír: interacciones y transformaciones de los alimentos en la cocina. La cooperación entre células para la gestión de la energía y de la materia. Transformaciones imposibles

6. El sol y la vida

La fotosíntesis. Los ciclos de los elementos ¿son abiertos o cerrados? La sostenibilidad del ambiente. La regulación del CO_2 en la Tierra: las estalactitas y las estalagmitas. El nuevo átomo hecho de luz

7. Los condicionantes económicos y sociales de la química.

Asegurar que 'siempre sale igual lo que se quiere vender'. Asegurar que se gana dinero. Asegurar que se aprovechan los residuos. Asegurar que no se malgasta energía.

El fundamento teórico de nuestra propuesta de modelización toma como referente las ideas del filósofo R.N. Giere (1988, 1992) y han sido expuestas en Izquierdo et al. (2005), del cual reproducimos el esquema siguiente, correspondiente al proceso de modelización (Fig. 1)

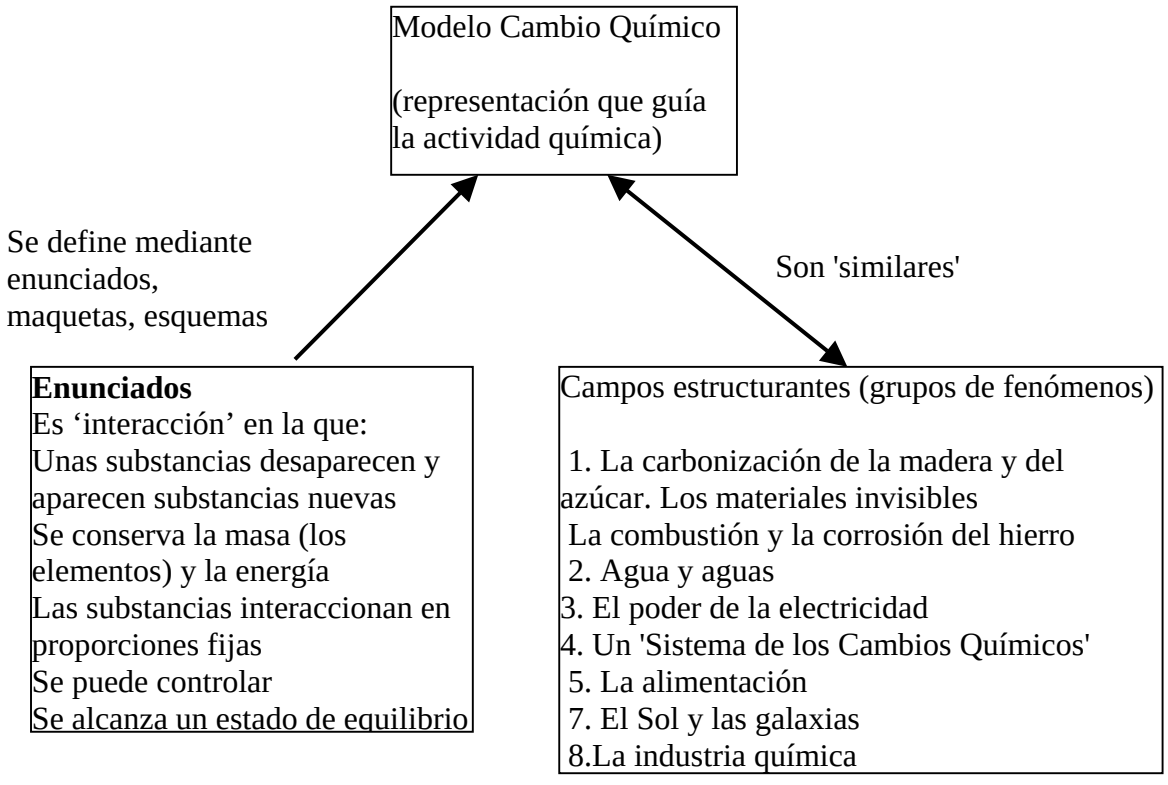


Fig. 1 Los fenómenos del mundo pasan a ser Cambios Químicos cuando coinciden con el MCQ , el cual puede definirse de la manera apropiada para que el acoplamiento sea posible

Los datos se obtuvieron a partir de los resúmenes de los alumnos, de los problemas (conceptuales) que resolvieron en grupo y de la investigación que desarrollaron de manera autónoma. Fueron analizados mediante redes sistémicas con la finalidad de identificar la emergencia de las entidades químicas vinculadas a experimentos cruciales de química.

Resultados

No han podido analizarse por completo los datos obtenidos, pero pueden avanzarse ya algunos resultados.

Hemos identificado algunas de las dificultades del alumnado cuando han de pensar sobre los fenómenos químicos, que son comunes en todos, tanto si han estudiado previamente química en el bachillerato. Llama la atención el desequilibrio entre lo que conocen sobre el átomo los y las estudiantes que hicieron bachillerato de ciencias y la falta de comprensión del concepto de mol.

Hemos aportado indicadores que la diferencia entre nuestra propuesta de ‘química para todos’ frente a otra más vinculada a la formación académica en las facultades de química (tal como ha sido hasta ahora). Creemos que la primera va a ser mucho más apropiada para la evaluación por competencias y el nuevo EEES organizado por créditos de transferencia (ECTS)

Hemos desarrollado fundamentos teóricos específicos para este nuevo enfoque de ‘modelización’ concretado en un programa de ‘química para todos’.

Hemos identificado indicadores de las etapas del proceso de modelización a partir de los materiales escritos producidos por los estudiantes en clase (resúmenes, interpretaciones de los fenómenos, argumentaciones, pequeñas investigaciones) y de las entrevistas con los estudiantes en las sesiones de tutoría. Consideramos que es necesario proporcionar más ocasiones de intervenir en los fenómenos químicos y más atención al uso del lenguaje especializado.

Resultados e implicaciones de la investigación

No es fácil llegar a buenos resultados de aprendizaje por modelización pero pueden conseguirse y, en este caso, son mucho mejores que los que se consiguen mediante la enseñanza tradicional. Es necesario dedicar tiempo a la nueva metodología, que sorprende al alumnado acostumbrado a la clase magistral.

-Para desarrollar la nueva programación se elaboraron nuevos guiones de prácticas según el enfoque didáctico 'actividad científica escolar' (ACE) y se construyeron kits específicos para cada tipología de prácticas, adaptadas a las prácticas de nuestro alumnado en las escuelas de primaria y ESO.

-Para potenciar los aspectos TIC se ha desarrollado una la plataforma virtual (moodle) Disponemos pues de nuevos recursos derivados de las nuevas tecnologías informáticas y audiovisuales diseñados según esta nueva orientación y de una plataforma virtual de acompañamiento a través

de la cual podremos contrastar y divulgar nuestros resultados (http://av.uab.es/quimica).

Referencias bibliográficas

Giere, R. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. Chicago and London: The University of Chicago Press

Giere, R. (1992). Cognitive Models of Science, xv-xxviii. In *Cognitive models of Science*. R. N. Giere Ed. Minneapolis: University of Minnesota Press

Greca, I.M. y Moreira, A. (2001). Mental, Phisical and Mathematical Models un the teaching and learning of Physics. In *Learning Models in OOhysics*, Kelly et al eds. (pp. 106- 121). Wiley & Sons

Méheut, M. (2004). Número especial *Internacional Journal of Science Education*, (Abril)

Izquierdo, M. y Adúriz, A. (2003). Epistemological Foundations of School Science. *Science & Education*, 12

Izquierdo, M. y Adúriz, A. (2005). Los modelos teóricos para una ciencia escolar. Un ejemplo de Química. *Actas del VII Congreso de Investigación en Didáctica de las Ciencias*

Justi, R. y Gilbert, J. (2002). Models and modelling in Chemical Education. En Gilbert et al., eds *Chemical Education: Towards Research Based practice* (pp. 47-68). Dordrecht: Kluwer

Utilización de competencias cognitivo-lingüísticas y métodos al diseñar secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza

José Maria Etxabe Urbieta

Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Escuela Universitaria de Magisterio de Donostia. Universidad del País Vasco, Oñati Plaza 3, 20009 Donostia
josemari.etxabeurbieta@ehu.es, http://www.sc.ehu.es/teweturj

Resumen: El objetivo de esta comunicación es analizar las competencias cognitivo-lingüísticas y los métodos de enseñanza que utilizan los maestros en formación al diseñar secuencias didácticas. Se constatan diferentes tipos de relaciones entre las competencias y los métodos de enseñanza, principalmente en las secuencias didácticas diseñadas para segundo ciclo y tercer ciclo de educación primaria.

Palabras Clave: Competencias cognitivo-lingüísticas, Métodos de enseñanza, secuencias didácticas, ciclos de aprendizaje

Title: Use of cognitive-linguistic competencies and methods when designing didactic sequences of Nature Sciences

Abstract: The objective of this communication is to analyze the cognitive-linguistic competencies and the methods of education that the teachers in formation use when designing didactic sequences. A relation is stated between the competitions and the methods of education mainly in the sequences designed for the second and third cycle of primary education.

Keywords: Cognitive-linguistic competencies, Methods of education, didactic sequences, cycles of learning

Introducción y Antecedentes

Diversos factores como los objetivos de la enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza, las visiones actuales de la historia y filosofía de las Ciencias, la psicología cognitiva (Pozo 1993 y Novak 1991), la influencia de los modelos constructivistas en el diseño de secuencias didácticas (Lawson 1994 y Jorba 1997), la comunicación de las ciencias de la Naturaleza en las aulas y fuera de las aulas (Lemke 1997 y Sanmarti (ed.) 2003), la utilización de las Nuevas tecnologías en la enseñanza de las Ciencias, etc., influyen sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje de las Ciencias. Asimismo, dichos factores deben fomentar el aprendizaje de diferentes competencias por parte de todos los alumnos/as en todas las etapas educativas. Estas competencias tienen relación con aspectos como valores y actitudes sobre el medio físico y natural, capacidades ligadas al desarrollo cognitivo (razonamiento lógico, hipotético-deductivo,…), capacidades ligadas al desarrollo de procedimientos (cognitivos, de tipo psicomotor y comunicativos), etc.

Por otra parte, en los libros blancos publicados por ANECA para los futuros títulos de maestro, se citan tanto competencias genéricas ligadas a los contenidos que hay que enseñar, (comprensión de su singularidad epistemológica) como a la especificidad de su didáctica, competencias ligadas al saber hacer, competencias ligadas al saber estar, y, competencias ligadas al saber ser. Asimismo se proponen competencias específicas para el proceso de enseñanza/ aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Además se subraya importancia de la capacidad de diseñar y desarrollar unidades didácticas. Del listado de estas competencias se constata la importancia del aprendizaje de los contenidos y del dominio de habilidades ligadas a las competencias cognitivo-lingüísticas (Lemke 1997 y Sanmarti 2003).

Así para la formación de maestros/as de Educación Primaria, se deduce la enorme importancia que posee la realización de trabajos dirigidos que suponen el diseño de secuencias didácticas sobre temas de ciencias de la naturaleza (conocimiento del medio en Educación primaria). Estas secuencias didácticas integran contenidos científicos, los conocimientos, ideas, actitudes y formas de razonar de los alumnos/as, los objetivos de la enseñanza/ aprendizaje de las ciencias de la naturaleza, las estrategias metodológicas para la enseñanza de las ciencias de la naturaleza, las capacidades y habilidades cognitivas, habilidades comunicativas, dinámica del alumnado en la realización de actividades, ideas sobre la actividad científica, etc., que se pueden estructurar según la figura 1.

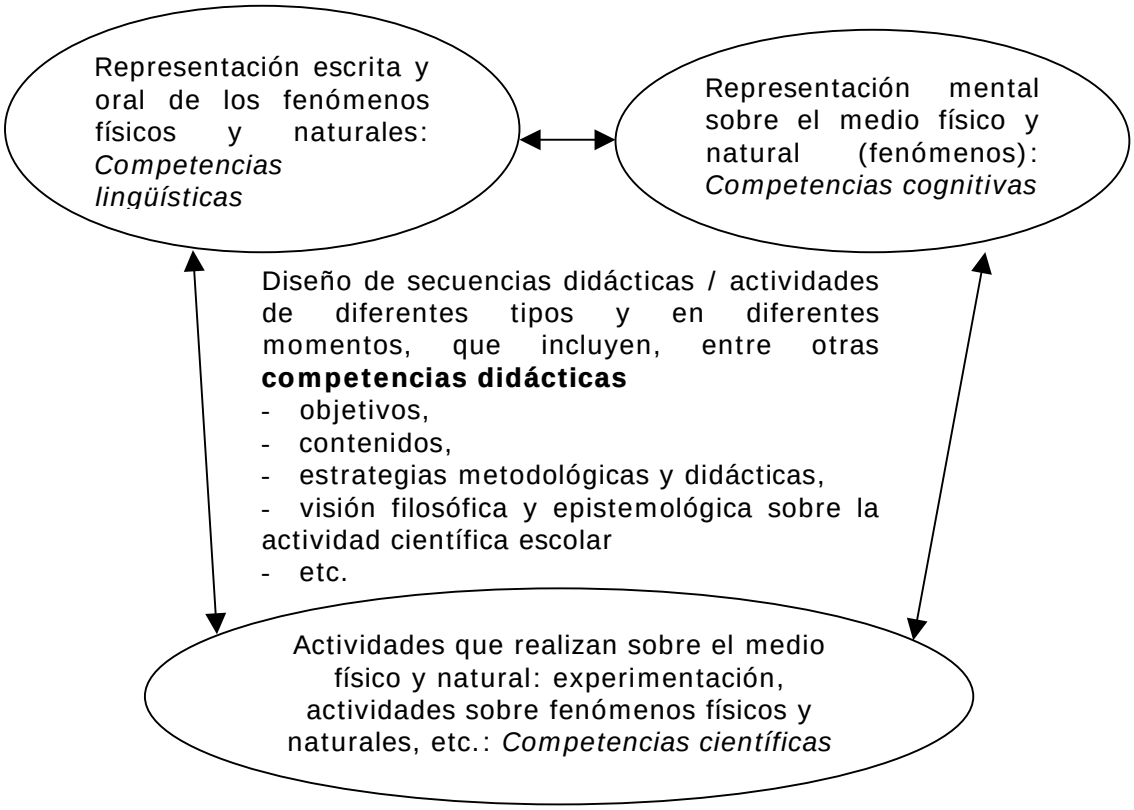


Figura 1. Competencias que integran el diseño de secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria.

En síntesis el alumnado de las titulaciones de maestro, basándose en sus ideas y conocimientos sobre el proceso de enseñanza/ aprendizaje, diseña

actividades integrando competencias cognitivas, lingüísticas, didácticas y científicas, es decir, a hacer ciencia escolar pensando, haciendo y escribiendo ciencia.

Diseño de la investigación

En esta investigación se han analizado las secuencias didácticas elaboradas por los alumnos /as de la titulación de maestro de Educación Especial de la Escuela Universitaria de Magisterio de Donostia. En este análisis, se han interpretado las actividades diseñadas por el alumnado, interpretando los métodos de enseñanza y las competencias cognitivo-lingüísticas utilizados por los futuros maestros. Así se pretenden relacionar estas competencias con las estrategias metodológicas empleadas en las actividades de enseñanza/aprendizaje. Además estas actividades se han diseñado siguiendo ciclos de aprendizaje (Lawson 1994) correspondientes a las cuatro fases de la estructuración de los aprendizajes propuestos por Jorba (1997).

Se han interpretado los trabajos dirigidos elaborados por el alumnado de segundo curso de la Escuela Universitaria de Magisterio de Donostia. En ellos los alumnos/as han utilizado obligatoriamente el modelo de secuencias didácticas o ciclos de aprendizaje propuestos por el grupo de Jorba y colaboradores (1997). Estas secuencias se han elaborado a partir de un amplio abanico de temas de Ciencias de la Naturaleza, de modo que se ha cubierto extensamente el abanico temático de las Ciencias Experimentales. Las secuencias dirigidas se han elaborado en euskara y castellano. Se han analizado hasta el momento 33 secuencias didácticas. Es importante no condicionar a los alumnos/as sin hipotecar la calidad de los trabajos elaborados. Se han desechado trabajos de baja calidad.

Para elaborar las hipótesis se han tenido en cuenta ideas ligadas a los conocimientos, competencias y actitudes del alumnado de las titulaciones de maestro, a su formación ambiental y a la influencia de otras materias de las titulaciones de maestro:

- En general, al no tratarse de alumnado brillante y muy motivado hacia el proceso de enseñanza/aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza (en parte, provienen de bachillerato de Ciencias Humanas y de Formación Profesional), suelen diseñar actividades en las que el esfuerzo cognitivo no es muy alto. No dan excesiva importancia a la enseñanza/aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, aspecto que más que reforzarse se diluye con la influencia de otras materias de la titulación de maestro de Educación Especial.
- Además, proponen actividades similares a las que aparecen en los libros escolares de Educación Primaria (predominancia de actividades ya escritas de lápiz y papel, actividades de reducido carácter científico, etc.) así como actividades sencillas influenciadas por su formación ambiental. Realizar la transposición didáctica supone una actividad tan compleja que acuden directamente a los libros escolares, a sus creencias o al recuerdo de sus vivencias.

- El alumnado de las titulaciones de maestro, más que considerar la actividad científica como una actividad comunicativa que pretende elaborar argumentos para interpretar los fenómenos físicos y naturales, considera que se trata de una actividad inductiva, en la que lo primordial es partir de la observación de ejemplos o de casos particulares. Consideran que la imagen es fundamental, y conceden menor importancia a las competencias cognitivo-lingüísticas. En particular, consideran que las ciencias de la naturaleza no pueden trabajarse en primer ciclo de Educación Primaria, idea reforzada a partir de la consulta de los libros de texto.

A partir de estas ideas, así como de otros resultados obtenidos por Roca y Márquez (2005) e Izquierdo y Márquez (2005) se han elaborado las siguientes hipótesis de partida.

- Considero que van a emplear descripciones, interpretación de imágenes y explicaciones. En menor medida se van a proponer otras competencias cognitivo-lingüísticas como comparaciones, definiciones, justificaciones y argumentaciones. Considero que las argumentaciones apenas van a proponerse en las actividades diseñadas.
- Teniendo en cuenta que estas secuencias están dirigidas a educación primaria, considero que estas competencias más utilizadas (descripciones, explicaciones y utilización de imágenes) van estar relacionados con los métodos trabajos prácticos y método de interpretación.
- En relación a las fases de las secuencias didácticas considero que para la fase de exploración predominará el uso del método de preguntas y del método de interpretación. Predominarán las descripciones y el uso de las imágenes.
- En la fase de introducción de nuevos puntos de vista considero que será más diversa la utilización de competencias cognitivo-lingüísticas y los métodos de enseñanza. Cabe esperar que el alumnado propongan competencias más activas y complejas como comparaciones, descripciones y explicaciones.
- En la fase de formalización previsiblemente el método expositivo y el método de interpretación serán los más empleados; en relación a las competencias cognitivo-lingüísticas cabe esperar que predomine el uso de imágenes y las explicaciones.
- Respecto a la fase de aplicación/ evaluación cabe esperar una utilización de diversos métodos y de diversas competencias cognitivo-lingüísticas siendo muy compleja su correlación.

Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos para las secuencias analizadas se resumen en las figuras 2 y 3. En la figura 2 se constata una mayor utilización de actividades con las estructuras lingüísticas descripción, interpretación de imágenes, explicación, comparación y planteamiento de preguntas. El

análisis es complejo y heterogéneo. Utilizan en menor medida justificaciones, definiciones y argumentaciones. Sin embargo para las fases involucradas en la estructuración de los aprendizajes:

- Para la fase de exploración proponen principalmente actividades cuyas competencias están basadas en preguntas y en justificaciones.
- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista proponen principalmente actividades cuyas competencias están basadas en la utilización de descripciones, imágenes, comparaciones y explicaciones.
- Para la fase de formalización proponen principalmente actividades cuyas competencias están basadas en la utilización de explicaciones, imágenes y descripciones.
- Para la fase de aplicación/evaluación proponen principalmente actividades cuyas competencias están basadas en la utilización de imágenes, comparaciones, descripciones, explicaciones y preguntas.

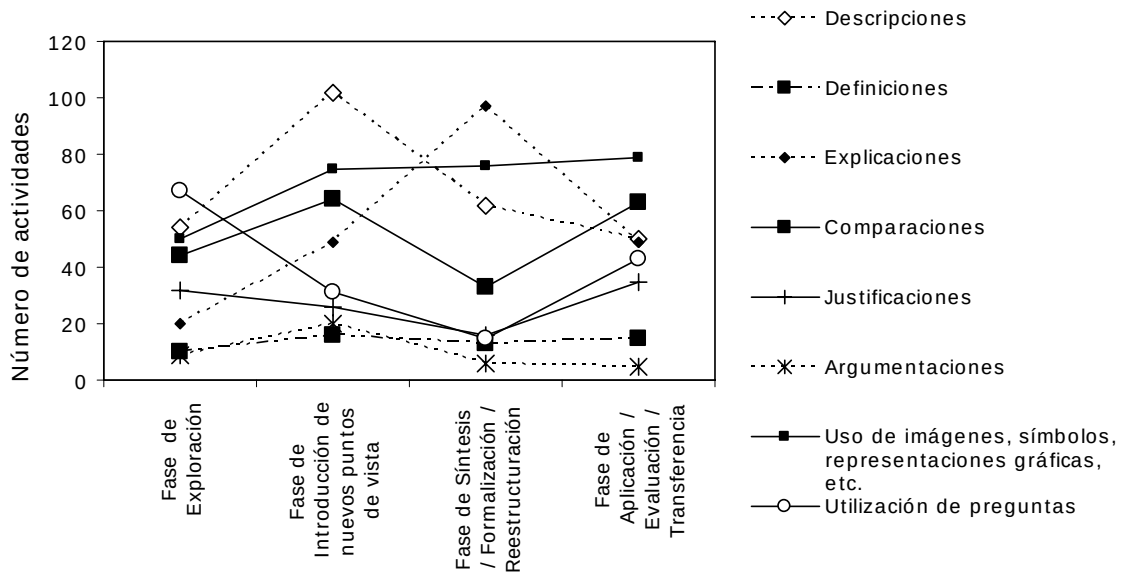


Figura 2. Número de actividades propuestas en las secuencias en relación a la fase y a la competencia cognitivo-lingüística.

Además para cada competencia, la relación con las fases para la estructuración de los aprendizajes es la siguiente:

- Descripciones y argumentaciones → fase de introducción de nuevos puntos de vista.
- Explicaciones → fase de formalización/reestructuración.
- Definiciones y Comparaciones → fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación/evaluación.
- Justificaciones y preguntas → fase de exploración y en la fase de aplicación/evaluación.

- Uso de imágenes, símbolos, etc. → fase de introducción de nuevos puntos de vista, formalización y aplicación/evaluación.

Los resultados mostrados en la figura 3 señalan que los estudiantes de las titulaciones de maestro utilizan numerosos métodos (Etxabe 2004). Para la fase de exploración y fase de aplicación/evaluación proponen actividades que impulsan la utilización de preguntas, interpretación de imágenes y problemas. Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista proponen actividades que fomentan la utilización de numerosos métodos (todos excepto debates y juegos). Para la fase de formalización proponen principalmente la utilización del método expositivo y el método de interpretación.

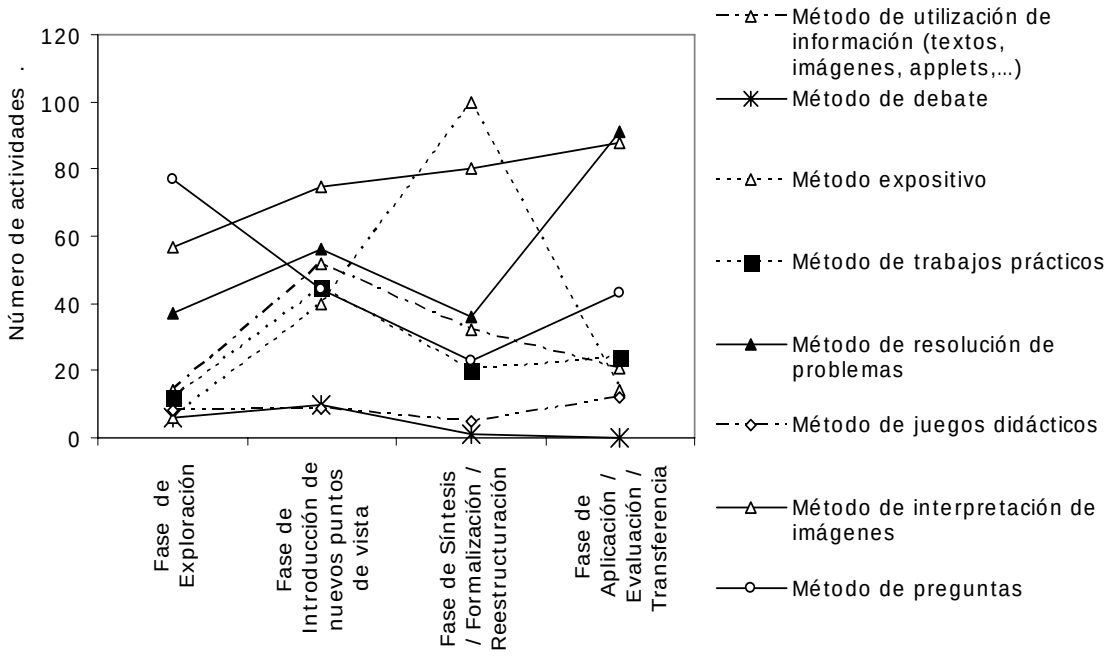


Figura 3. Número de actividades propuestas en las secuencias en relación a la fase y al método de enseñanza.

Implicaciones y Conclusiones

Las relaciones entre los resultados se exponen en la tabla 1, constatando dos grupos de métodos de enseñanza y las competencias:

- Competencias cognitivo-lingüísticas que implican actividad cognitiva que solicita al alumnado que emita una respuesta o razonamiento. Se utilizan principalmente en la fase de exploración, y, parcialmente en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación/evaluación.
- Competencias cognitivo-lingüísticas que transmiten información al alumnado. Se utilizan en la fase de formalización y, parcialmente, en la fase de introducción de nuevos puntos de vista y en la fase de aplicación/evaluación.

Asimismo, si diferenciamos los tres ciclos de Educación Primaria, los resultados son bastante diferentes entre el primer ciclo y entre el 2º y 3er ciclo de Educación Primaria (Etxabe 2005).

Fase	Competencias cognitivo-lingüísticas	Métodos de enseñanza
Fase de exploración	Preguntas Justificación	Método de Preguntas, Método de Resolución de Problemas, Método de Juegos, Método de Debates
Fase de introducción de nuevos puntos de vista	Descripción Imágenes Comparación Explicación	Método de utilización de información, Método de interpretación, Método de trabajos prácticos
Fase de síntesis/ formalización	Explicación Imágenes	Método expositivo
Fase de aplicación/evaluación	Imágenes Comparación Descripción Preguntas Explicación	Método de interpretación, Método de trabajos prácticos, Método de Preguntas, Método de Resolución de Problemas, Método de Juegos, Método de Debates

Tabla 1. Relación entre las competencias cognitivo-lingüísticas y los métodos de enseñanza utilizados en las secuencias didácticas.

A partir de esta tabla 1, en base al esquema de Izquierdo (2005) y Jorba y colaboradores (1997), para cada fase se obtiene la relación entre las fases, las competencias cognitivo-lingüísticas y los métodos de enseñanza:

- Para la fase de exploración se obtiene una actividad cognitivo-narrativa interpretativo-causal de duda retórica.
- Para la fase de introducción de nuevos puntos de vista se obtiene principalmente una actividad cognitivo-narrativa que evoluciona de las dudas retóricas a la narrativa apodíctica.
- Para la fase de formalización se obtiene principalmente una actividad cognitivo-narrativa que evoluciona de los apodíctico a lo magistral.
- Para la fase de aplicación/evaluación se obtiene principalmente una actividad cognitivo-narrativa que evoluciona a una narrativa de duda real.

Para la mejora de la formación de maestros/as, considero que deben plantearse actividades de diagnóstico de sus concepciones previas, analizando sus causas y proponiendo actividades en las que, además de comprender y diferenciar los diferentes tipos de competencias cognitivo-lingüísticas, conozcan las diferentes métodos a través de los cuales se puede fomentar el desarrollo de competencias a lo largo del proceso de estructuración de aprendizajes. El desarrollo de la investigación así como los

aprendizajes realizados han mostrado la adecuación del modelo de Jorba y colaboradores (1997) como contenido para la formación inicial de maestros/as.

Referencias bibliográficas

Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996) *Young people's images of science* Buckingham: Open University Press

Etxabe, J. M. (2004) Importancia y utilización de diferentes estrategias metodológicas por maestros y maestras en formación al diseñar secuencias didácticas de Ciencias de la Naturaleza. En Díaz P., Echevarria I., Etxabe J.M., Fernández M.D., Maguregi G., Morentín M. y Uskola A. (eds.), *XXI Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 83-88). Donostia: Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

Etxabe, J. M. (2005) Relation between the development of competencies cognitive-linguistic and the methodological strategies when designing didactic sequences of nature sciences teachers under training. En R. Pintó y D. Couso, (Eds.), *Proceedings of the Fifth Internacional ESERA Conference on Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science* (pp. 846-851). Barcelona: España.

Gómez Crespo M. A., Pozo J. I. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: understanding how matter changes. *International Journal of Science Education* 26(11), 1325-1344

Izquierdo, M. (2005) Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Tarbiya*, 36(2), 11-33

Izquierdo, M., Márquez, C. (2005). Rethorical structures in science textbooks. En R. Pintó y D. Couso, (Eds.), *Proceedings of the Fifth Internacional ESERA Conference on Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science* (846-851). Barcelona: España.

Jorba, J., Sanmarti, N. (eds.) (1997*). La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*. Madrid: Editorial Síntesis.

Lawson (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 165-187

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.

Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender a aprender. La opinión de un profesor investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 215-218

Roca, M. y Márquez, C. (2005). Las preguntas de los libros de texto y la construcción de los modelos científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, simposio 12, los textos, la lectura y el aprendizaje científico (II).

Sanmarti, N. (ed.). 2003 *Aprendre Ciencias tot aprenent a escriure ciencia*. Barcelona: Edicions 62. Rosa Sensat.

Pozo, J. L. (1993). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Editorial Morata.

Una reflexión sobre la influencia de las TICs en la enseñanza de las ciencias y una aproximación al estado de los profesores chilenos.

Saúl Contreras Palma

Universidad Complutense de Madrid.saul2674@hotmail.com

Resumen: En este artículo haremos una reflexión sobre cómo se generaron los diversos enfoques que cambiaron las concepciones y los fines de la enseñanza de las ciencias y de cómo estos se relacionaron con las formas de enseñar. Fueron diversos los factores que promovieron un cambio de orientación, desde una concepción tradicional basada en la disciplina, a otra, más alternativa basada en los aspectos sociales y en el alumno. Sin embargo, pese a esta notoria evolución, los profesores de ciencias mantiene algunas posturas tradicionales, sobre todo en aquellos aspectos curriculares relacionados con los contenidos y la utilización de nuevos recursos. Consideramos que un factor importante que determina esta cuestión se relaciona con las creenciones y visiones que los profesores de ciencias tienen al respecto. Por lo tanto, investigar sobre estas cuestiones y hacer consciente a los profesores sobre sus obstáculos permitirá un desarrollo profesional adecuado.

Palabras claves: ciencia, comunicación, creencias curriculares, desarrollo profesional, libro de texto, nuevas tecnologías, recursos, sociedad, tecnología.

Title: A reflection on the influence of the ITCs in the education of sciences and an approach to the state of the chilean professors.

Abstract: In this article we will make a reflection on how the different approaches were generated that changed the conceptions and the aims of the education of sciences and how these were related to the forms of teaching. There were different factors that promoted a change of direction, from a traditional conception based on discipline, to an alternative one based on the social aspects and on the student. Nevertheless, in spite of this well-known evolution, the professors of sciences maintain some traditional positions, mainly in those curricular aspects that are related to the contents and the use of new resources. We considered that an important factor that determines this question relates to the beliefs and visions that the professors of sciences have on the matter. Therefore, to investigate on these questions and to make the professors conscious of their obstacles will enable suitable professional development.

Keywords: science, communication, curricular beliefs, professional development, textbook, new technologies, resources, society, technology.

Un breve repaso

Han sido diversas las temáticas que han preocupado a la educación científica en las últimas décadas. Durante los años 60 y 70, la preocupación estuvo centrada exclusivamente en la adquisición de conceptos (concepción rígida) con el fin de que las personas se familiarizaran con la estructura de las teorías científicas y los procesos de investigación (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000).

En los 80 y 90, aparte de considerar una concepción más tentativa de la ciencia (Abd-El-Khalick, 2005), también se consideró que su enseñanza se debía centrar en aspectos sociales y en el alumno: la tecnología, la vida diaria, la integración social, la alfabetización científica en el marco de la ciudadanía activa y responsable, el promover la ciencia como un fenómeno cultural, el asegurar que la ciencia este más orientada hacia la persona, el tener en cuenta los conocimientos previos, las ideas de los alumnos, el promover la toma de decisiones etc., (Hodson, 1993; 1994).

Sin embargo, entre una y otra postura ha habido diversos replanteamientos sobre qué enseñar y cómo enseñar ciencias. Más concretamente, a partir de la crítica que se hizo a las directrices dominantes en la enseñanza de las ciencias en las décadas de los 60 y 70, surgieron diversos programas de renovación educativa. Esto porque aquellas directrices estaban basadas en la disciplina y aunque habían producido un numero suficiente de profesionales expertos en ciencias también habían generado un índice bastante alto de población que había aprendido muy poco de ciencias o que simplemente la había rechazado.

Como consecuencia, surgieron entonces los movimientos que integraron la ciencia, la tecnología y la sociedad. Este fenómeno se produjo especialmente en los EEUU durante los sesenta como una respuesta por controlar el desarrollo científico y sus aplicaciones técnicas, junto con el deseo de alfabetizar a la población (Membiela, 2000). Estos movimientos abogaron porque la enseñanza de las ciencias se relacionara con motivar a los alumnos, mostrar una imagen más real de la ciencia, presentar como trabajan los científicos y exponer las influencias de las ciencias en el propio desarrollo histórico de la humanidad.

Dadas estas nuevas concepciones de la ciencia y su enseñanza, aparecieron programas como los de *alfabetización científica*, donde la enseñanza de las ciencias debía estar orientada socialmente y centrada en el alumno. En este marco, se propusieron diversas finalidades tales como aprender ciencia, aprender acerca de la ciencia y hacer ciencia (Hodson, 1992). Otra propuesta fue el programa *ciencia para todos* que pareció haber logrado un consenso mundial en los últimos años, dado que implicó hacer una ciencia más cercana y atractiva (Hodson, 1993). En esta propuesta y dado que los alumnos adquieren muchos ejemplos sobre conceptos y aplicaciones tecnológicas de su entorno, se planteó que los profesores debían tener en cuenta en sus clases los aspectos de la vida real y los fenómenos naturales para que los alumnos descubrieran el atractivo, la novedad y el valor del conocimiento

científico.

Por último, Hodson (2003) señaló que además de las cuestiones anteriores, la enseñanza de las ciencias debía incorporar una *visión multicultural*, es decir, que debía ser para todas las culturas. De este modo, las tendencias curriculares en un principio tuvieron como finalidad educativa entregar conocimiento científico para luego dar paso a una educación más centrada en las personas y en los alumnos que, en consecuencia, resultase más integrada.

Evolución de los recursos para la enseñaza de las ciencias

Desde los libros de texto uno de los principales instrumentos utilizado por los profesores (Martínez Losada et al., 1993; Sánchez y Valcárcel, 1999), pasando por diapositivas, transparencias y pizarras, hemos llegado a incorporar los medios informáticos en las actividades educativas (procesadores de texto, hojas de cálculo, bases de datos y la enseñanza asistida por ordenador). Particularmente en la enseñanza de las ciencias experimentales ha cobrado más relevancia esta tendencia de incorporar las nuevas tecnologías (NNTT) (Contreras, 2006a).

Las simulaciones y los experimentos asistidos por ordenador (ECAO, LAO, TAVEC, etc.) han sido proyectos intencionales que han querido contribuir al mejoramiento de la calidad y la equidad de la enseñanza de las ciencias, mediante la implementación y la utilización de equipamiento informático y científico adecuado. Específicamente la simulación ha ofrecido diversas ventajas, como por ejemplo, permite reproducir fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa (Martínez y Parrilla, 1994). Aunque no ha generado un cambio sustancial en el aprendizaje conceptual, si ha mejorado la actitud hacia la ciencia (Sierra et al., 2000). Sin embargo, debemos ser conscientes de que una mayoría de estos recursos sigue una concepción de la ciencia basada en el método científico, donde las actividades que se realizan se rigen con un mismo patrón: Observación (experiencia controlada) – Análisis matemático (registro de información) – Resultados (Contreras, 2006a).

Por último, queremos destacar el papel de la televisión que, desde su aparición en 1884 se ha transformado en la actualidad en uno de los medios de comunicación que más influencia ejerce en la sociedad. Independiente de los objetivos formativos que se plantee en la programación, la televisión educa, forma, influye en la cultura social, en las actitudes, en los valores, en los comportamientos, en el pensamiento y en la ideología (Prendez, 1997). Por lo tanto, junto a los recursos multimedia (internet) es donde los estudiantes han encontrado unas fuentes de información inagotable, que han influido la forma de aprender.

Con todo lo anterior, es claro que somos testigos de constantes, crecientes y favorables cambios socioculturales que generan nuevas tendencias en la actividad científica, en los currículos y en los recursos para su enseñanza (Membiela, 2000). Además, también somos conscientes de que las reformas educativas han pretendido que los profesores de las diversas asignaturas

incluyan objetivos y contenidos relacionados con los temas sociales y personales, más conocidos como temas transversales. Sin embargo, y por diversas razones, los profesores de ciencias siguen considerando éstos temas como poco relevantes ante los contenidos académicos (Van Driel et al., 2001; Gil y Rico, 2003). De ahí, nos planteamos:

¿Porqué los profesores no trabajan en sus clases con ese tipo de contenidos y recursos?, ¿Qué opinión tienen los profesores al respecto?, ¿Consideran que el uso de diversos recursos y en especial las NNTT y las TICs van en beneficio de la enseñanza de las ciencias?, ¿Hay una tendencia creciente a usar estos recursos en la enseñanza de las ciencias?.

Tendencias curriculares: algunos datos empíricos actuales

Diversos estudios han mostrado que los profesores aunque valoran los recursos tecnológicos (TICs) los consideran como una fuente de uso personal que les permite buscar material e información para preparar las clases. De hecho, en las clases los profesores dan solo un valor instrumental a las TIC (Villarreal, 2005) y su uso es escaso (Solves et al., 2004). En la misma línea, Santandreu señala en sus investigaciones con profesores de secundaria que una mayoría hacen un uso tradicional de estos recursos y, más bien, la enseñanza se sigue apoyando en el libro de texto (Santandreu, 2005). Esto demuestra que los profesores no están abiertos a usar diversos y nuevos recursos en sus clases, más bien, prefieren aquellos que son tradicionalmente conocidos.

Esta tendencia a no utilizar diversos recursos y a dar preferencia al libro de texto, han sido uno de los resultados encontrados en estudios hechos con profesores de ciencias chilenos (Contreras, 2004). En una reciente investigación[*] se aplicó un cuestionario a 303 profesores de ciencias y se encontró en términos de porcentajes acumulados que los profesores piensan que el conocimiento científico es producto de la actividad humana y que se debería utilizar diversas fuentes para enseñarlo. Sin embargo, en la práctica prefieren entregar conocimiento científico puro y usar el libro de texto como la fuente y recurso fundamental para extraer y enseñar los contenidos de ciencias. En otras palabras, aunque los profesores tengan creencias constructivistas con respecto a diversos aspectos curriculares, en el aula practican los modelos tradicionales. Estas creencias tradicionales guardan relación con aspectos curriculares fundamentales como el contenido escolar (Ce), el conocimiento científico (Cc), fuentes y recursos (Gráfico 1).

Conclusiones y reflexiones

Aunque el uso de diversos recursos como las TICs, entre otros, no son una garantía de aprendizaje, si lo son de motivación (Traver et al., 2005). Al respecto, Huibregtse et al. (1994) señala que generalmente los profesores están de acuerdo en que para enseñar ciencias se debe motivar, sin embargo,

[*] : Parte de los resultados de Tesis Doctoral, no leída. Universidad Complutense de Madrid.

no se identifican con otros planteamientos constructivistas. Por lo tanto, debemos comprender que no se trata de usar las TICs porque están de moda, sino más bien usarlas cuando realmente valoremos que pueden contribuir a un aprendizaje significativo. Sin embargo, para que esta valoración ocurra, el profesor debe cambiar sus visiones y creencias con respecto a lo que es la ciencia y la utilidad de los diversos recursos, hacia una concepción más alternativa e integradora. El profesor debe comprender las ventajas y desventajas que poseen algunos recursos en la enseñanza de las ciencias. A continuación exponemos los puntos que consideramos importantes para el cambio:

-Comprender que las actividades prácticas son necesarias e importantes para la consecución de los objetivos educativos en las correspondientes asignaturas, pero que no "*sirven solo para comprobar la teoría".*

-*Comprender que los libros de texto no* son la fuente principal de los contenidos, metodologías y secuencia de enseñanza. De hecho, se ha demostrado que constituyen un recurso inadecuado porque presentan los contenidos con transposiciones didácticas incorrectas (Solbes y Vilches, 1991; Ibarra, 2000). Hay falta, repetición y heterogeneidad en el tratamiento de las materias (González et al., 2000) y no relacionan la teoría con la evolución histórica de los conceptos (Jiménez et al. 2000).

-Comprender que las tecnologías de la información y comunicación (TICs) y las nuevas tecnologías (NNTT) no son solo fuentes de información.

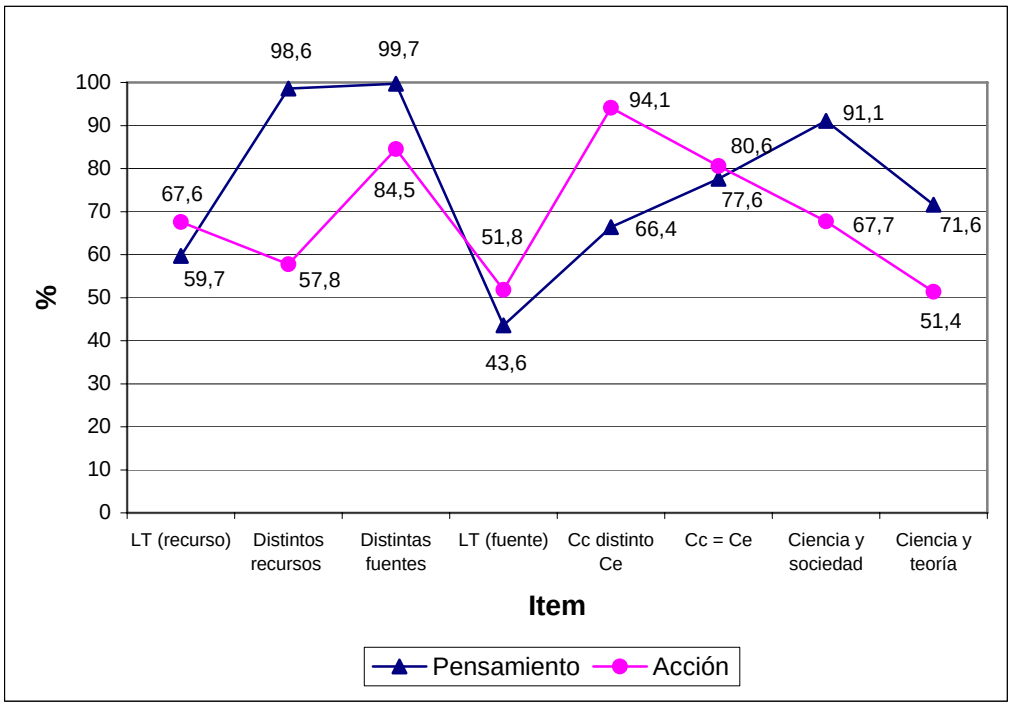


Gráfico 1: "Tendencias curriculares de los profesores chilenos"

El uso de los nuevos recursos tecnológicos no mejora por si la calidad de la enseñanza, ni resuelve los problemas didácticos y, tampoco lo harán las actividades prácticas (Sanmartín, 2003). Sin embargo, con una adecuada integración y articulación curricular surgen posibilidades de mejorar los entornos de enseñanza y aprendizaje (Merino et al., 2000). Creemos por lo tanto que el verdadero valor didáctico de estas herramientas estará condicionado por las estrategias metodológicas que cada docente ponga en práctica a la hora de su integración en el currículo y opinión que tenga de estas herramientas.

Por ello debemos entender que el desarrollo y la adquisición del conocimiento no está en las nuevas tecnologías sino en el dialogo que se hace con ellas. Es decir, lo que debemos conseguir, por un lado, es que los estudiantes comprendan que las interpretaciones de los medios de comunicación son relativas y que sus propias interpretaciones pueden distar mucho de la realidad y, por otro, que la técnología es parte de nuestra vida cotidiana y que puede facilitarnos la comprensión de algunos aspectos de la ciencia. Por lo tanto, el contenido que los profesores enseñen debe ser contextualizado y funcional, en el sentido, que los conceptos y las actividades estén formuladas en relación con la vida cotidiana de los alumnos.

La forma en que los profesores enfrentan esta constante producción de materiales y recursos para enseñar, se relaciona con las creencias que guardan con respecto a la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. En otras palabras, si un profesor posee una concepción tradicional de la ciencia (absolutismo) en la cual considera que está enseñando una verdad universal poca importancia dará a los aspectos sociales, tecnológicos y ambientales de la ciencia (CTS), y a las ideas de los alumnos (no centrada en el que aprende). Por lo tanto, su enseñanza se reducirá a una transmisión formal de los contenidos científicos sin cuestionar el uso de otros materiales (sin diversidad de recursos).

Traducir las posibilidades de la información, de los recursos informáticos y de la comunicación en elementos con potencial cognitivo y de ahí a elementos con potencial educativo, es el verdadero desafío que se les presenta en la actualidad a los profesionales de la educación, sobre todo a aquellos relacionados con el área de las ciencias (Contreras, 2006). No obstante, creemos que antes es necesario que los profesores asuman aquellos modelos didácticos que estructuran su trabajo. Es decir, que sean conscientes de aquellas teorías, concepciones y creencias –absolutistas, positivas, empiristas, etc.– que hay detrás de los pensamientos que conducen las acciones. Todo ello para favorecer el desarrollo profesional docente.

Referencias bibliográficas

Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers´concpetions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal Science Education*, 22 (7), 665 – 701.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers´ views and instructional planning. *International Journal Science Education*, 27 (1), 15 – 42.

Contreras, S. (2004). *Estudios de las creencias curriculares de los profesores de ciencias de la Comuna de Tomé 8ª Región-Chile*. Informe de investigación realizado para optar al Diploma de Estudios Avanzados. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Contreras, S. (2006). *Uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las ciencias experimentales. Reflexiones para un desarrollo profesional docente*. En www.profes.net

Gil Cuadra, F. y Rico Romero, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), pp. 27 – 47.

González, C.; García, S. y Martínez Losada, C. (2000). La nutrición vegetal en los textos de escolares de educación secundaria. Su adecuación a la normativa vigente. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Univ. Complutense de Madrid.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an explorations of some issues relating to integration in science and science in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14 (5), 541 – 562.

Hodson, D. (1993). In search of rationale for multicultural science education. *Science Education*, 77 (6), 667 – 562.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299 – 313.

Hodson, D. (2003). Time of action: science education for an alternative future. *International Journal Science Education*, 25 (6), 645 – 670.

Huibregtse, I.; Korthagen, F. y Wubbels, T. (1994). Physics teachers´ conceptions of learning, teaching and professional development. *International Journal Science Education*, 16 (5), 539 – 561.

Ibarra, J. (2000). La transposición didáctica de la sucesión de los ecosistemas en los libros de texto de la ESO. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Univ. Complutense de Madrid.

Jiménez, M.; De Manuel, R. y Salinas, F. (2000). Las concepciones sobre los ácidos y las bases: su tratamiento en los textos de los niveles universitario y medio. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad Complutense de Madrid.

Martínez Losada, C.; García Barros, S. y Mondelo Alonso, M. (1993). Las ideas de los profesores de ciencias sobre la formación docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 26 – 32.

Martinez, H. y Parrilla, J. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 393 – 399.

Membiela, P. (2000). Algunas nuevas tendencias en el currículo de ciencias experimentales. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad Complutense de Madrid.

Merino, J.; Ballesteros, C. y López, E. (2000). Formación del profesorado e internet: nuevos recursos y estrategias para mejorar el desarrollo profesional de los profesores de ciencias. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad Complutense de Madrid.

Prendez, M.P. (1997). Televisión educativa y cultura de la diversidad. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 5.

Sánchez, G. y Valcárcel, M.V. (1999). Science teachers´ views and practice in planning for teaching. *Journal of research in science teaching*, *36 (4), 493 – 513.*

Sanmarti, N. y Conxuta, P. (2003). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de innovación educativa, 13.*

Santandreu (2005). El profesorado de matemáticas frente al uso de la nuevas tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 19.

Sierra, J.L. y Perales, F. J. (2000). Estudio de la influencia de un entorno informático de simulación de fenómenos físicos en el aprendizaje por investigación de contenidos de mecánica en primero de bachillerato. En *Actas de los XIX encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad Complutense de Madrid.

Solves, J. y Vilches, A. (1991). Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 53 – 58.

Solves, J.; Souto, X.; Traver, N.; Jarrón, P. y Ramírez, S. (2004). Visión del alumnado de las TICs y sus implicaciones sociales. *Investigación en la Escuela*, 54, 181 –192.

Traver, M.; Solves, J. y Souto, X. (2005). Como introducir las TICs en la enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Numero extra. VII Congreso.

Van Driel, J. H.; Verloop, N. y De Vos, W. (2001). Developing science teachers´ pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (6), 673 – 695.

Villarreal, (2005). La resolución de problemas en matemáticas y uso de las TICs: Resultados de un estudio de en colegios de Chile. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 19.

Actitudes de los estudiantes hacia las clases de ciencias

Ximena Vildósola[1], Josep Alsina[2]; Josep Castelló[1], Francisco García[2] y Paloma García[1]

[1] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática Universidad de Barcelona. [2]IES Galileo Galilei de Barcelona. xvildoso@udec.cl; jalsina2@xtec.net;josep.castello@ub.edu;fgarci16@xtec.net; palomagarcia@ub.edu.

Resumen: La actitud de los estudiantes hacia las ciencias y su enseñanza y aprendizaje es fundamental para alcanzar los desafíos que propone la educación científica actual. Sin embargo parece existir un creciente desinterés de los estudiantes hacia las ciencias. Es necesario identificar las actitudes de los estudiantes para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la práctica de aula. En el estudio participan 106 estudiantes de enseñanza secundaria de edades entre 15 a 18 años. El estudio combina metodología cuantitativa y cualitativa (cuestionario pregunta abierta y cerrada). Los resultados indican que los estudiantes tienen diversas actitudes hacia las clases de ciencias. Las estrategias de enseñanza que utiliza el profesor parecen ser un factor determinante para desarrollar en los estudiantes actitudes positivas o negativas hacia las clases de ciencias y la ciencia.

Palabras Claves: Actitudes de los estudiantes, estrategias de enseñanza de las ciencias.

Title: Students' attitudes to science classroom

Abstract: Students' attitudes towards science and science teaching and learning is relevant to reach the challenges of contemporary science education. Nevertheless, students interest about science and learning science seems being decreasing. It is necessary to identify students attitudes to science classroom to improve science teaching and learning. 106 students of secondary school from 15 to 18 years old were sampled. The study combined quantitative and qualitative methodology. Results showed students had diverse attitudes to science classroom. Science teaching strategies teacher used, their diversity and kind, were a determinant factor in developing a positive or negative students attitudes towards science classroom and science.

Keywords: Students' attitudes, science teaching strategies.

Introducción

Los profesores de ciencias nos enfrentamos a más y mayores obstáculos para lograr los objetivos que nos planteamos. Uno central y consustancial a la labor docente es el escaso interés que parecen tener los estudiantes hacia el aprendizaje de este conocimiento.

El desinterés de los estudiantes por las ciencias no es nuevo. Sin embargo, en los últimos, por sus implicaciones, ha centrado la atención de diversos ámbitos de la comunidad de la didáctica de la ciencia (por ejemplo, Aliberas, 1989; Gil, 1993; Mathews, 1991; Izquierdo, 2000; Hodson, 2003 entre otros). La investigación didáctica es contundente en señalar que la mayoría del profesorado enseña las ciencias descontextualizada y sin sus componentes epistemológicos, sociales e históricos. En la enseñanza de las ciencias, la ausencia de una contextualización tanto en sus aspectos metadisciplinares como con la vida personal y social de los estudiantes empobrece su enseñanza y aprendizaje. En este caso, los estudiantes llenan los vacíos por si mismos y esto les lleva a construir erróneamente sus visiones del mundo. Esta situación se plantea como unos de los obstáculos que impiden a los estudiantes, de todos los niveles, alcanzar una mejor calidad en el aprendizaje (Duschl 2000). Como consecuencia, los estudiantes asimilan una imagen distorsionada de las ciencias y la ven como un tipo de conocimiento demasiado apartado del mundo en el cual viven y que solo es un conocimiento que atañe a los científicos o a quienes en el futuro seguirán estudios en este ámbito. Sin embargo desde la perspectiva de los profesores, el desinterés de los estudiantes es fundamentalmente, resultado de problemas estructurales, de horario, la extensión de los programas y por la necesidad de preparar a los estudiantes para estudios universitarios (Solbes y Vilches, 2002).

¿Qué enseñanza de las ciencias estamos desarrollando en el aula? R1: ¿Aquella que se basa en el acceso a un conocimiento que se debe aprender "por que sí", para continuar promoviendo el sentimiento de determinismo, de impotencia y de inactividad frente a los problemas del mundo (Martín-Díaz 2002). O bien, R2: ¿Aquella ciencia como un conocimiento para *intervenir* en el mundo (Echeverría 1995), que no sólo *nos prepara para* (Kolstoe, 2000) , sino que también nos forma para *involucrarnos* en la acción responsable (Hodson, 1999) y para *iniciar un proceso de preocupación activa* por las situaciones del mundo para *intervenir* en el y mejorarlo (Roth, 2002)?.

Los profesores, necesariamente, requerimos responder negativamente a la primera pregunta (R1) y positivamente a la segunda (R2). Por esta razón, creemos necesario profundizar en el pensamiento y las actitudes de los propios estudiantes sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Creemos que el conocimiento de las actitudes de los estudiantes sobre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (al igual que las de los profesores) es relevante para avanzar hacia el conocimiento de los obstáculos que están impidiendo el adecuado desarrollo de los objetivos que propone la educación científica actual.

La actitud es una tendencia psicológica que expresa la evaluación particular de una entidad con algún grado de favor o disfavor (Eagly y Chaiken, 1998). Tanto la experiencia que guía hacia cierta actitud así como su manifestación son, frecuentemente, dividas dentro de tres componentes: *cognición, afecto y conducta.* El componente cognitivo, corresponde a las *creencias* acerca del objeto de la actitud; el componente afectivo supone las *emociones* y los *sentimientos* que se expresan hacia el objeto de la actitud y, el componente conductual comprende *acciones*

directas hacia el objeto de la actitud así como también las *intenciones conductuales*.

Se pretende conocer la actitud de los estudiantes hacia el objeto de actitud "las clases de ciencias". Para esto nos pareció adecuado conocer la opinión de los estudiantes acerca de las clases de ciencias y como una extensión la opinión sobre los programas científicos de la televisión. Se espera encontrar algunas razones y justificaciones que permitan explicar el desinterés de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje.

Metodología

Muestra: 106 estudiantes de enseñanza secundaria y de bachillerato de ciencias de diversos IES de la ciudad de Barcelona.

Análisis: Se realiza análisis cuantitativo y cualitativo. El análisis cuantitativo se centra en la obtención de los índices actitudinales para la pregunta 53211 del cuestionario COCTS (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Para el análisis cualitativo se elabora una red semántica con las respuestas de 85 estudiantes a dos preguntas de un cuestionario de respuesta abierta:

> 1.-Hay estudios que coinciden en que los jóvenes no tienen interés por la ciencia y rechazan aprenderla. En tu opinión, las clases de ciencias en general ¿Atraen mucho, poco o nada la atención y el interés de los estudiantes? ¿Cuál es la razón? Por favor justifica tu respuesta.
>
> 2.- Diversos estudios señalan que a los estudiantes les atrae más la ciencia que se muestra y enseña en diversos programas científicos de la televisión (documentales como Cosmos, El mundo submarino etc.), que la ciencia que se enseña en las clases. En tu opinión, la ciencia y la actividad científica se muestra y enseñan mejor en ¿Las clases de ciencias? o en ¿los programas científicos de la televisión?. Por favor justifica tu respuesta.

Resultados

a.-Análisis cuantitativo

El análisis de las respuestas a la pregunta 53211 del cuestionario COCTS indica un índice actitudinal global negativo (-0,073). Este resultado indicaría ue los estudiantes tienen una valoración afectiva negativa hacia las clases de ciencias en contraste con los programas científicos de la televisión.

Los estudiantes tienen dificultad para identificar frases adecuadas e ingenuas y más facilidad para identificar las frases que presentan ideas más ambiguas. El índice actitudinal global negativo (-0,073) indicaría la dificultad de los estudiantes para identificar las frases que exponen las ideas más adecuadas y las menos adecuadas o ingenuas sobre el tema que se valora en este caso significa que los estudiantes han valorado negativamente aquellas preguntas que miden una actitud favorable hacia las clases de ciencias por sobre los programas científicos de la televisión. (Tabla 1).

Opción	Indices actitudinales (n=106)
Adecuadas	-0,082
Plausible	0,1737
Ingenua	-0,1156
Índice Actitudinal Global	-0,073

Tabla 1. Indices actitudinales para las opciones adecuada, plausible e ingenua e índice actitudinal global para la pregunta 53211 del cuestionario COCTS (n = 106).

b.- Análisis cualitativo:

Se ha elaborado una red semántica en base a los grado de interés de los estudiantes hacia las clases de ciencias (n = 85). Estas se analizaron en base a tres categorías derivadas de la metodología: desarrollo de la enseñanza, motivación y recursos. (Figura 1).

La red semántica indica que 38% de los estudiantes tienen mucho interés hacia las clases de ciencias. Un 47% considera de poco interés a las clases de ciencias. En contraste, sólo un 13% no tienen nada de interés hacia las clases de ciencias. un 2% de los estudiantes no elabora ninguna respuesta.

Respecto al primer grupo de estudiantes que expresan interés por las clases de ciencias lo hacen porque valoran favorablemente las explicaciones del profesor y lo que pueden “encontrar” cuando se les enseña ciencias: aprender conceptos nuevos, las respuestas a muchas preguntas sobre el mundo, conocer las causas y el porqué de los fenómenos.

Para este grupo de estudiantes las clases son motivadoras en tanto el profesor plantea problemas y preguntas *investigativas.* Los estudiantes perciben que tienen la posibilidad de trabajar con ellas e intentar responderlas. Investigar en clase se transforma en una fuente importante de interés y motivación de los estudiantes.

El desarrollo de actividades prácticas (no hacen referencia a actividades exclusivamente de laboratorio), es un aspecto positivo que parece “capturar” el interés de los estudiantes. Llama la atención que estos estudiantes, al igual que los estudiantes que valoran poco o nada las clases de ciencias, consideran que estas son complejas y que requieren esfuerzo y estudio para aprenderlas. Hay dos elementos que parecen jugar un rol importante en la actitud favorable de este grupo de estudiantes : la didáctica del profesor y, la propia confianza e interés para superar los obstáculos que representa el aprendizaje de las ciencias.

Estrechamente, unido a este aspecto es el de los recursos. Estos estudiantes valoran positivamente que la enseñanza se realice a partir de diversos recursos y no solo desde el libro de texto. De hecho la excesiva utilización que se hace del libro de texto es quizás uno de los elementos de la menos valorados por la gran mayoría de los estudiantes encuestados.

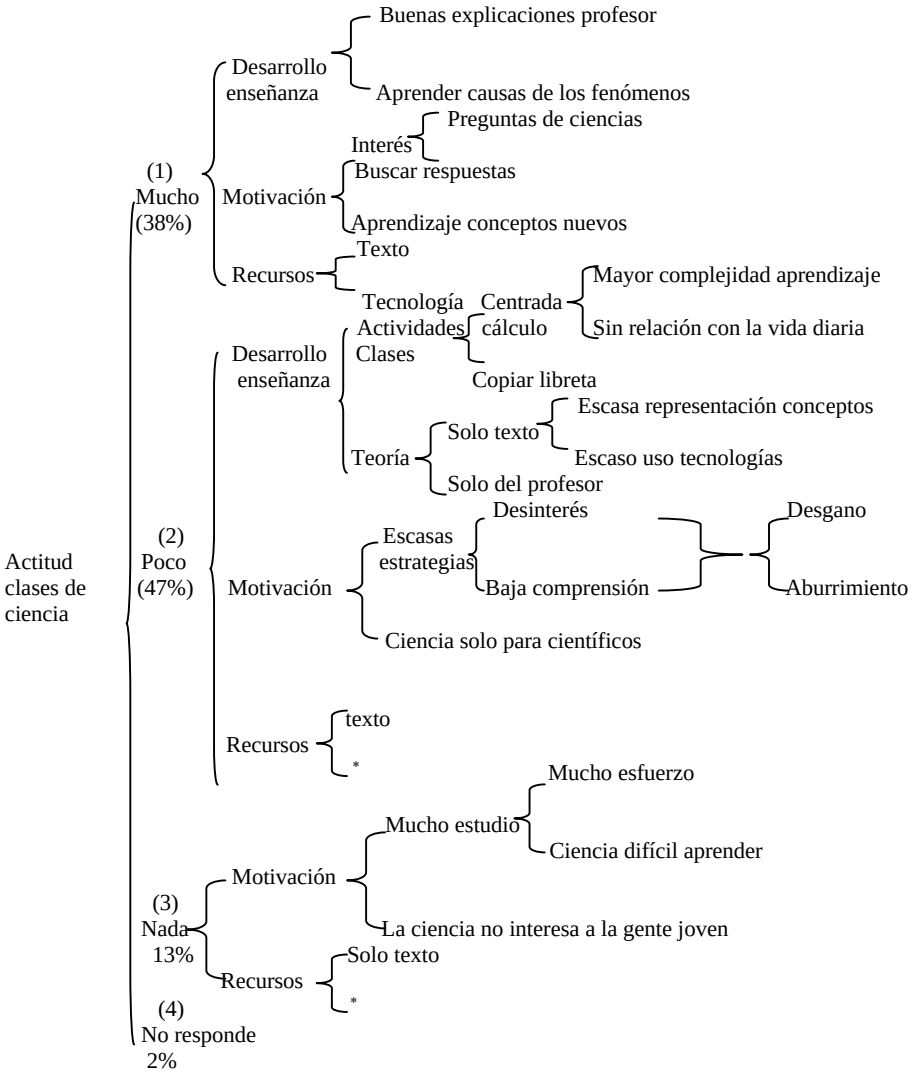


Figura 1: Red semántica actitud estudiantes hacia las clases de ciencia (n = 85)

El 47% de los estudiantes señalan poco interés hacia las ciencias y su aprendizaje. Las justificaciones que aportan tienen relación con la enseñanza centrada en el desarrollo de ejercicios. Hay mucho cálculo y cuando hay teoría, es sustentada en el texto de clases y en la teoría del profesor. Hay una escasa representación de los conceptos científicos y no se contextualiza su enseñanza. El resultado es una baja comprensión, desmotivación y desinterés de los estudiantes. En sus propias palabras, respecto a las clases de ciencias señalan:

"Las clases de ciencias me interesan poco porque si te la enseñan explicando, sin ver ejemplos, acabas por no enterarte".

"Atraen poco porque creo que hacemos muy pocos experimentos y casi todo lo que hacemos es teórico".

* Se decidió mantener la autenticidad de los datos y como tal los estudiantes no señalan otra recurso alternativo al texto de clases.

* Para este grupo la situación respecto a los recursos es similar al anterior.

"Atraen poco ya que las clases son normalmente muy teóricas y esto hace que el alumno `pierda interés".

Desde esta perspectiva, los estudiantes tienen un papel pasivo que se reduce fundamentalmente a "escuchar al profesor" y a copiar y/ o escribir en la libreta. Aquí el proceso no considera dos aspectos fundamentales de la enseñanza de las ciencias, la relación de la ciencia con la vida personal y social de los estudiantes, objetivo sólidamente justificado en la educación científica actual.

Respecto a los recursos, los estudiantes aluden al texto como casi el único medio que utiliza el profesor para desarrollar la enseñanza. Así se confirma el gran arraigo de la metáfora de la ciencia-libro y del modelo didáctico de transmisión-recepción por sobre estrategias de enseñanza sustentadas en modelos que abrigan objetivos orientados hacia un mayor desarrollo, autonomía y compromiso de los estudiantes por sus aprendizajes. Concuerdan estos resultados con lo señalado por Porlán y Cañal (1987) en cuanto a que el profesor de ciencias tiene un modelo didáctico implícito en donde predomina la explicación verbal y el libro de texto como principal (y a veces único) recurso.

El grupo de estudiantes que no tiene nada de interés hacia las clases de ciencias (13%), a diferencia de los dos anteriores, no expone justificaciones orientadas a criticar el desarrollo de la enseñanza. Más bien, como consta en la red semántica, justifican sus actitudes, desde los aspectos motivacionales que en síntesis forman parte del componente afectivo de la actitud. Este grupo de estudiantes señala que el aprendizaje de las ciencias es un proceso difícil, que requiere mucho esfuerzo y enfatizan que la ciencia no es un tipo de conocimiento que atraiga a los jóvenes. Creemos que esta actitud denota esencialmente una falta de entusiasmo y motivación para enfrentar los obstáculos que impone el acto de aprender. También, tienen una actitud negativa hacia las clases de ciencias y lo que creemos que lo que hacen es expresar a través de sus respuestas la necesidad de un cambio en la enseñanza hacia otra que les aporte más protagonismo y mayor confianza en sus capacidades y habilidades:

"Porque a la mayoría no les interesa ciencias ni ninguna otra cosa"

"No me atraen nada porque la ciencia es difícil de aprender".

"La ciencia no atrae a los estudiantes porque no les gusta. Prefieren los ordenadores y las nuevas tecnologías".

Respecto a la segunda pregunta, los resultados obtenidos se complementan ampliamente con los obtenidos en la primera pregunta. El análisis de la pregunta 2 muestra una actitud favorable de los estudiantes por los programas científicos de la televisión, por sobre las clases de ciencias en lo que dice relación al desarrollo de la enseñanza, aspecto sustancial al rol docente. Básicamente, perciben que la televisión aporta mejores explicaciones respecto a las obtienen en el aula. La enseñanza que aporta la televisión parece ser más práctica y cercana a la vida diaria de los estudiantes, más real, porque ven como ocurren las cosas y como consecuencia logran mayor comprensión de los fenómenos que explica este medio de comunicación de masas. Sin embargo, y al mismo tiempo que valoran positivamente el aporte de la televisión valoran favorablemente la

relación directa, personal y próxima que pueden desarrollar con el profesor durante las clases.

Consideraciones finales

El desarrollo de la enseñanza tiene un rol central en la configuración de las actitudes de los estudiantes hacia la clases de ciencias y, al parecer, la motivación y los recursos parecen girar en torno a este aspecto. Se identifican actitudes favorables en los estudiantes cuando la enseñanza se desarrolla sobre la base de estrategias que los involucra y los hace participar en la búsqueda del conocimiento. En contraste, muestran una actitud desfavorable cuando la enseñanza está centrada en el texto de clases, la transmisión de teoría sin su aplicación práctica y sin una contextualización o bien cuando este proceso se reduce fundamentalmente a copiar en la libreta y al desarrollo de problemas o ejercicios. Son los propios estudiantes que señalan la escasa representación práctica de los conceptos científicos en el aula lo que favorece el desarrollo de actitudes desfavorables, desgano, aburrimiento, baja comprensión y el desinterés de los estudiantes hacia las clases de ciencias. La positiva valoración hacia los programas científicos de la televisión por sobre las clases de ciencias, puede deberse justamente a la capacidad que tiene este medio de comunicación de masas para comunicar mejor la relación teoría-práctica y esta con los problemas reales.

Los estudiantes tienen una clara visión de las diferencias entre una buena clase de ciencia y aquella que no lo es. Se ve que los estudiantes perciben mucho más sobre la práctica de aula que lo que pensamos o creemos. Según estos resultados, más que la complejidad asociada al aprendizaje de las ciencias las estrategias que utiliza en profesor son la clave fundamental para lograr una mejor predisposición de los estudiantes hacia las clases de ciencias y la propia ciencia. En este complejo proceso entran en juego las creencias de los profesores acerca de la ciencia y de su enseñanza y aprendizaje y son estas las que les impiden por ejemplo visualizar las necesidades y exigencias que los estudiantes expresan implícitamente o explícitamente en el aula. Probablemente, los profesores creen que los estudiantes están aprendiendo al mismo tiempo que ellos desarrollan una explicación o leen textos en el aula. Por otra parte, la contextualización y aplicación práctica de los conocimientos científicos parece ser aún escaso en el aula de ciencias, no obstante, ambos elementos son, desde las perspectivas actuales de la didáctica, fundamentales para motivar a los estudiantes y desarrollar una mejor comprensión de este conocimiento.

Referencias bibliográficas

Aliberas, J. (1989). *Didáctica de les Ciències. Perspectivas actuales.* Catalunya, Eumo Editorial.

Duschl, R. (2000). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias: Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid, Narcea S.A.

Eagly, A. H.; Chaiken, S. (1998). Attitude structure and functions. En D.T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindsey (Eds). *The handbooks of social psycology.* (pp.269-322). Nueva York, Mc Graw-Hill.

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Madrid, Ed. AKAL

Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 197-212.

Hodson, D. (1999). Going beyond cultural pluralism: Science Education for sociopolitical action. *Science Education*, 83, 775-796.

Hodson, D. (2003). Time for action: science education for a alternative future. *International Journal of Science Education*, 25, 645-670.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F. Perales y P. Cañal (Ed.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp 35-64). Marfil.

Kolstoe, D. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.

Manassero, M., Vázquez, A.; Acevedo, J. (2001). *Avaluació dels temes de Ciencia, Tecnología I Societat*. Ed. Govern De Les Illes Balears. Conselleria d'Educació i Cultura.

Martín-Díaz, M. (2002). Enseñanza de las Ciencias ¿Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1-6.

Mathews, M.(1991). Introduction. En M. Mathews (Ed), *History, Philosophy and Science Teaching. Selected Readings* (pp.1-6) OISE Press. Teachers College Press. Toronto.

Porlán, R.; Cañal, P. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 5, 89-96.

Roth, W. (2002). Aprender Ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 195-208.

Solbes, J.; Vilches, A. (2002). Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1, 1-12.

Estrategia metodológica usando la simulación por computadora como recurso didáctico en el aprendizaje de la Unidad Temática de los gases

Dora del Carmen Velásquez Corrales[1], Leopoldo Castro Caballero[2], Ben-Hur Saravia Maradiaga[3], Ricardo Valdez González[4]

[1]Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Apartado Postal # 2 Siguatepeque, Honduras, dolorata_vela@yahoo.com, [2] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue., México, lcastro@siu.buap.mx, [3]Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras, bhs@upnfm.edu.hn, [4]Secretaría de Educación Pública (SEP), Distrito Federal, México, rvaldez@sep.gob.mx.

Resumen: En esta investigación se diseñó una estrategia metodológica que incorpora como recurso didáctico la simulación por computadora, para apoyar la elaboración de representaciones asociadas al tema de los estados de agregación de la materia y específicamente, al tema de propiedades, características y leyes de los gases. Los resultados estadísticos demuestran que no existe una diferencia significativa entre el grupo control y el experimental. Pero, es notoria la tendencia de responder mejor en ciertas áreas del examen; por ejemplo, de diez preguntas de selección en cinco de ellas el porcentaje de alumnos del grupo experimental que respondió correctamente es superior al grupo testigo y de cinco problemas desarrollados el porcentaje de alumnos que plantean bien los problemas es mayor en el grupo experimental que en el testigo. Estas preguntas y problemas están fuertemente relacionadas con el uso de la representación del modelo cinético molecular y de la simulación del comportamiento de los gases.

Palabras clave: Modelo cinético molecular, Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC) y aprendizaje de la química, NTIC y la enseñanza de la química

Title: A methodological strategy using computer simulation as a didactic resource in learning a thematic unit about gases.

Abstract: In this investigation, a methodological strategy was designed that incorporates computer simulation as a didactic resource, to support the elaboration of representations in the students, associated to the subject of the states of aggregation of the matter and specifically, to the subject of properties, characteristics and laws of gases. The statistical results showed a non-significant difference between the control and the experimental groups. But, the tendency to respond better in certain areas of the examination was clear; for example, of ten selection questions in five of them the percentage of students of the experimental group that responded correctly is greater than in the control group and of five developed problems the percentage of students who explain well the problems is greater in the experimental group than in the

control group. These questions and problems are strongly related to the use of the representation of the molecular kinetic model and to the simulation of the behavior of gases.

Keywords: Molecular kinetic model, Information and Communication New Technologies (ICNT) and learning of chemistry, ICNT and the education of chemistry.

Introducción

Dado el alto índice de reprobados, el bajo nivel de aprendizaje, contrapuesto con la enseñanza informativa y largas horas de trabajo de los docentes sin que ocurran cambios notorios en la motivación y aprendizaje de los estudiantes han sido los elementos decisivos que han motivado a realizar el presente estudio con estudiantes de 1ro. de Bachillerato en la asignatura de química (Velásquez Corrales, 2005).

Desde la perspectiva del uso de las NTIC se plantean nuevos retos para los profesores ya que más que un transmisor de los conocimientos se deberá de convertir en un gestor del conocimiento ya que se tendrá el reto de diseñar nuevas situaciones de instrucción, nuevos entornos del aprendizaje para estudiante, tutoriales virtuales, actividades con multimedia etc.

Los medios tecnológicos son una herramienta educativa (transmiten información, motivan y son otras formas de trabajo y de construcción del conocimiento, etc.), pero no son sustitutos del profesor, jamás podrán sustituirlo, tomando en consideración una de las cuestiones más sobresalientes en el desarrollo del ser humano el aspecto afectivo, que no lo proporcionarán los medios tecnológicos por sí mismos, función que cumple sobradadamente la figura del maestro (De la Mora Sánchez, 2002).

Objetivos.

Con este estudio se pretende mejorar la representación mental de la estructura de la materia en relación a la teoría cinético molecular, utilizando una estrategia metodológica que incorpora la simulación por computadora como recurso didáctico en la enseñanza de la unidad temática de gases para predecir el comportamiento de ellos y demostrar la relación entre las variables presión, volumen y temperatura.

Metodología

Para la realización de este estudio se desarrolló la siguiente metodología:

*1. Identificación de la población. L*a población estuvo constituida por los estudiantes del primer año Bachillerato en Ciencias y Letras del Instituto Dr. Genaro Muñoz Hernández de Siguatepeque, Comayagua, Honduras que cursan la asignatura de química, ésta población se seleccionó ya que el instituto cuenta con un laboratorio de cómputo con las facilidades básicas para realizar el estudio.

2. Selección de la muestra. La muestra la constituyen dos secciones de primer año de Bachillerato en ciencias y letras, la "A" y la "B" ambas secciones con 28 estudiantes.

3. Tiempo de duración del estudio. El estudio se realizó en el último período del año 2004 con una duración de cinco semanas desde el 27 de septiembre al 27 de octubre**.**

4. Tratamiento de la muestra. Para realizar el estudio y verificar la hipótesis, con el grupo control se desarrolló la temática de los gases de forma tradicional utilizando libro de texto, pizarra, discusiones, exposiciones y desarrollo de problemas en grupos. Con el grupo experimental se desarrolló la estrategia diseñada utilizando la computadora con la temática.

5. Diseño y planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje utilizando la simulación por computadora.

Una vez escogido el software se diseñó y planificó una estrategia metodológica que permitiera adaptar a los estudiantes al nuevo recurso didáctico: La simulación por computadora.

Con todos los criterios claros se procedió a la planificación de la unidad de los gases, cuya secuencia didáctica durante el proceso de enseñanza y aprendizaje se desarrolló de la siguiente manera:

a. Ideas previas en formato digital

b. Utilización de una presentación en Power Point

c. Uso de un software educativo en línea (Peñas, J. 2003)

El orden en que se desarrollaron los temas en la utilización del software es el siguiente:

- Conceptos de presión, volumen y temperatura
- Ley de Boyle, Charles, Gay Lussac, Gases ideales y Ley Combinada
- Uso de la sala del laboratorio
- Utilización de ecuaciones para resolución de problemas acerca de las leyes.

d. Cada hora de clase se desarrolló en 40 minutos.

e. Aplicación de un instrumento de evaluación final. Cuando se finalizaron todas las estrategias didácticas se aplicó un instrumento de

evaluación final que constaba de diez preguntas de selección y cinco problemas.

6. Procesamiento y análisis de datos. Se utilizó el programa de Microsoft Excel para crear la base de datos y para su análisis se utilizó el programa SAS (Statical Analysis System). La prueba estadística utilizada fue la prueba de independencia Chi cuadrado con el fin de ver si las respuestas a las preguntas o planteamientos de los problemas son independientes de los grupos control y experimental. Se utilizó una prueba T para dos muestras independientes para revisar si existe diferencia entre la nota promedio de ambos grupos. Para comparar los grupos se utilizó la prueba no paramétrica de Mann – Whitney.

Resultados y discusión

Para desarrollar la unidad de los gases con estudiantes de 1ro. de bachillerato en ciencias y letras, se diseñó y utilizó una estrategia metodológica con la siguiente secuencia didáctica (Velásquez Corrales, 2005):

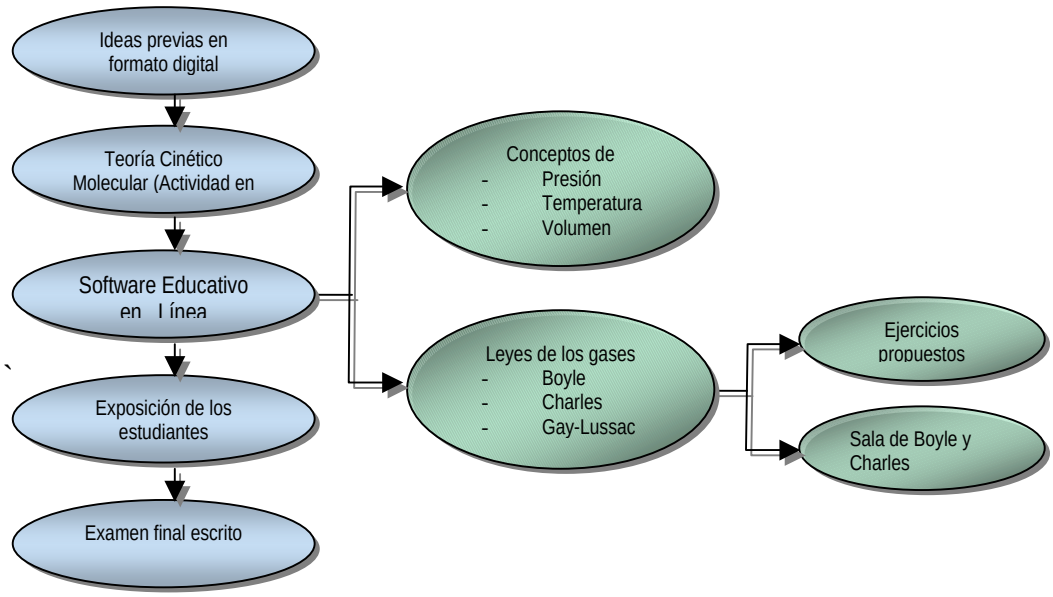


Figura 1. Secuencia de la estrategia metodológica

Porcentajes del tipo de respuestas en las preguntas de selección única.

La figura # 2 resume el tipo de respuestas que el grupo control y el experimental dio para cada una de las diez preguntas de selección, en estas preguntas de selección solamente en la número 1 y 8 se encontró una relación de dependencia entre los grupos y las respuestas, es decir, los grupos respondieron de manera diferente siendo el grupo experimental el que obtuvo el mayor número de respuestas correctas en ambas preguntas. Para el resto de las preguntas los resultados del grupo experimental fueron mejores.

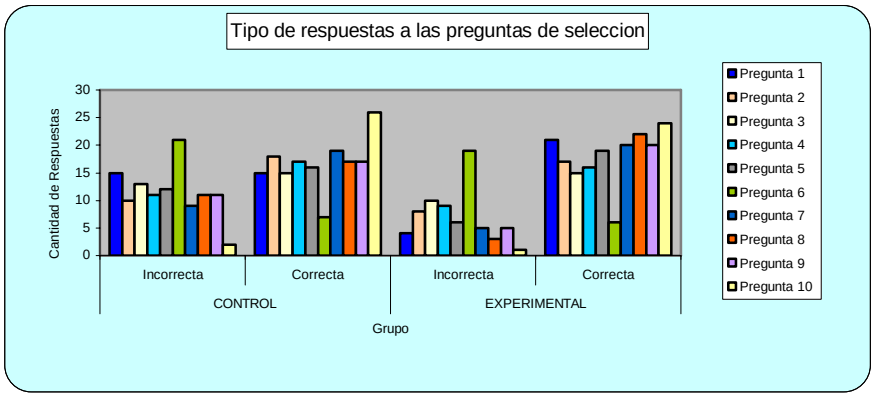


Figura 2. Resumen del tipo de respuestas en las preguntas de selección

Análisis de los porcentajes del tipo de planteamiento de los problemas

En los cinco problemas planteados se consideraron tres categorías cualitativas: no contestó, planteó bien, no planteó bien, en donde se encontró que existe una tendencia de plantear bien los problemas en porcentajes mayores los del grupo experimental, solamente en el problema 3 el porcentaje del grupo control es mayor. Aunque de acuerdo con los resultados de la prueba de Chi cuadrado no se muestra una relación de dependencia entre los grupos y el planteamiento de los problemas.

Análisis de calificaciones obtenidas por los grupos control y experimental en la resolución de problemas

En la figura 3 se observa que la media de las calificaciones en los primeros tres problemas del grupo control son similares, observándose una disminución de la media en la calificación para el problema 4 y 5. El grupo experimental en los problemas 2, 3, 4 y 5 tiene calificaciones medias más altas que el grupo control a excepción del problema 1 en donde la calificación es más baja. En general no hay diferencias significativas entre ambos grupos, ya que según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney en el problema 1 $p = 0.9454$; problema 2 $p= 0.7095$; problema 3 $p = 0.6315$; problema 4 $p = 0.1395$; problema 5 $p = 0.1370$.

Calificación promedio de las preguntas de selección sobre la teoría cinética, ley de Boyle, ley de Charles

En los resultados se puede observar que el promedio de las calificaciones para las preguntas de selección referidas a la teoría cinética molecular son muy parecidas, para la ley de Boyle hay un ligero aumento en la calificación media del grupo experimental con 1.52 respecto a 1.21 del grupo control, para la Ley de Charles una ligera diferencia de calificación promedio de 1.04 para el grupo experimental y de 0.86 para el grupo control. En general la calificación del grupo experimental tiende a ser más alta.

No existe diferencia significativa entre el grupo control y el experimental ya que para la calificación de: la Teoría cinético molecular $p = 0.1022$; la ley de

Boyle p= 0.1088; la ley de Charles p = 0.2762, según la prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

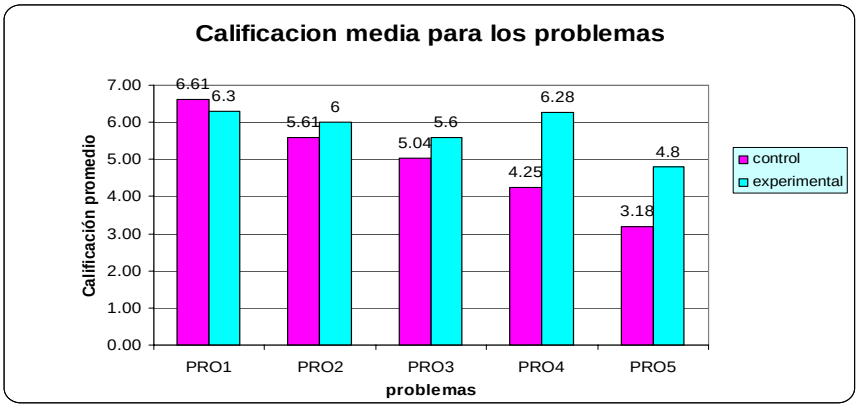


Figura 3. Calificaciones obtenidas por los grupos control y experimental en la resolución de los problemas.

Número de estudiantes aprobados y reprobados en el examen

El número de estudiantes que aprobaron en el grupo experimental fue de 15 y en el grupo control fue de 13, la cantidad de reprobados en el grupo experimental fue de 10 en el control de 15. Es notoria que la cantidad de reprobados fue mayor en el grupo control.

Frecuencia en los rangos de las calificaciones

En cuanto a los resultados de las calificaciones del examen, en el grupo experimental las frecuencias más altas de las calificaciones están en los rangos de 81-90 con cinco estudiantes, de 91-100 con tres estudiantes, de 60-70 con cuatro estudiantes, y de 71-80 con tres estudiantes haciendo un total de 15 alumnos aprobados en el examen. Para el grupo control las frecuencias más altas se dan en estos rangos, de 91-100 un estudiante, de 81-90 un estudiante, de 71-80 cinco estudiantes, de 60-70 seis estudiantes, aprobando 13 estudiantes. Es importante observar que en el grupo experimental los alumnos que aprobaron el examen lo hicieron con mejores calificaciones siendo las calificaciones más altas del grupo experimental un 100 %y 95% y en el grupo control fue de 94% y 90%.

De los reprobados las calificaciones más bajas del grupo control fue de 10% y 20%, para el grupo experimental fueron de 27% y 25%.

Calificación promedio y barras de dispersión que muestran la desviación estándar.

En la figura 4 se observa que en el grupo experimental la media de la calificación obtenida es de 65.38% con una desviación estándar de 23.2% y el grupo control tiene una media cuyo valor es de 54.5%. y una desviación estándar de 23.

Los resultados anteriores y el gráfico lo muestra en la figura 4 que existe un fuerte traslape de notas significando esto que el grupo control tiene notas tan buenas como algunas del grupo experimental, y que en el grupo experimental hay notas tan bajas como notas bajas del grupo control.

En la figura 4. también se puede observar que la media del grupo experimental es mayor que la del grupo control pero la prueba T determina que entre ambos grupos no existe diferencias significativas ya que p=0941, la prueba T no detecta diferencias significativas en los promedios de los grupos debido a la variabilidad presentada en ellos.

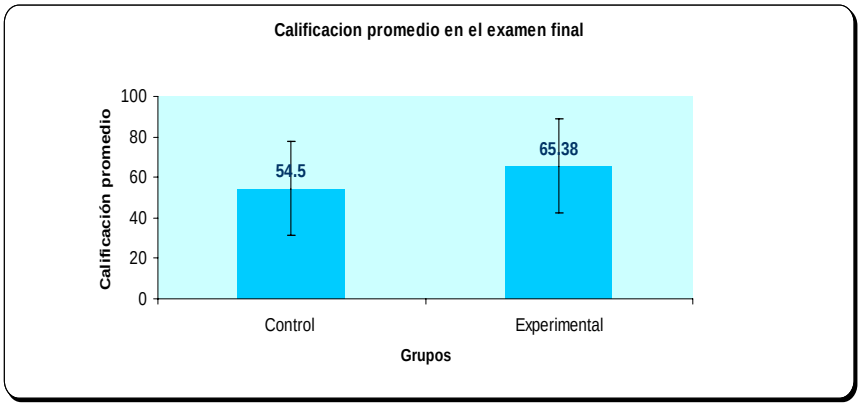


Figura 4. Calificación promedio y desviación estándar

Conclusiones

Con la estrategia metodológica diseñada usando la simulación por computadora se logró en los estudiantes mejorar la representación mental de la estructura de la materia en relación a la teoría cinético molecular de los gases.

Cuando se analiza las estimaciones y varianzas se puede determinar que la diferencia de diez puntos en la calificación del los grupos significa que un mayor número de estudiantes del grupo experimental desarrollaron habilidad para modelar y predecir situaciones específicas entre las variables presión, volumen y temperatura, ya que el examen que se diseñó contemplaba ítems en donde no predominaba la memoria sino la resolución de situaciones con las variables estudiadas.

La aplicación de una estrategia que utiliza la simulación por computadora para el aprendizaje de las leyes de los gases sí favorece las habilidades de modelación y predicción de situaciones específicas entre las variables Presión, volumen y temperatura.

Los alumnos del grupo experimental que aprobaron el examen lo hicieron con calificaciones superiores a los del grupo control y el número de reprobados en el grupo control es mayor que en el grupo experimental.

Referencias bibliográficas

De la Mora Sánchez, C. L. (2002). *El uso de tecnologías y su aplicación en el campo educativo.* Revista digital Educar. 2002. Disponible en: http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/21/Educ21.pdf y http://weblog.edu.ar/educacion/Tics/archivos/000125.

Díaz Barriga, F; Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. D.F., México, 2da Edición Mc Graw-Hill.*

Peñas, J. (2003). Software educativo en línea http://www.pntic.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2003/gases/

Velásquez Corrales, D. (2005). *Estrategia metodológica usando la simulación por computadora como recurso didáctico en el aprendizaje de los gases*. Tesis MSc. Tegucigalpa, Honduras. 111 p.

Diseño de un material didáctico sobre sostenibilidad basado en la Huella Ecológica

Marta Fonolleda Riberaygua y Rosa María Pujol Vilallonga

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona.

marta.fonolleda@uab.es, RosaMaria.Pujol@uab.es

Resumen: Se presenta la elaboración de un material didáctico sobre sostenibilidad basado en la huella ecológica, dirigido a alumnos de segundo ciclo de enseñanza secundaria obligatoria de las escuelas andorranas. Dicho material ha formado parte del proyecto "La huella ecológica de Andorra: cálculo y educación ambiental", el cual tenía un doble objetivo: obtener un indicador comparable sobre la sostenibilidad del modelo de desarrollo andorrano y proporcionar herramientas a la ciudadanía para participar en el debate existente sobre sostenibilidad. Su elaboración se ha fundamentado en los resultados de una investigación previa sobre percepciones de los escolares andorranos entorno al concepto de sostenibilidad en el caso de Andorra. En esta presentación se exponen tan sólo los resultados relativos a la percepción por parte de los estudiantes de los aspectos relacionados con el problema de la movilidad, y el fundamento del diseño de la unidad didáctica, concretándolo en el tema de la movilidad.

Palabras clave: Educación para la sostenibilidad, educación formal, complejidad, material didáctico, sostenibilidad, huella ecológica.

Title: Design of a didactic material about sustainability based on the ecologic footprint

Abstract: It is presented the development of didactic materials for sustainability based on the ecology footprint. It is addressed to students of secondary school. These didactic material have formed part of the "Andorra ecologic food print: calculation and environmental education", which one had a double objective: to obtain an indicator comparable with the Andorran development model sustainability and to provide tools to the citizens according to participate in the paradigm of complexity as a referent framework. The main objective of that is to avoid closed and dogmatic approaches to help to educate the citizens' critical capacity. The design process was based on the investigation of the student's perception around the sustainability concept. In this communication are presented only the results related with student's perceptions around the mobility, and the didactic material design, concreted in mobility.

Key words: Education for sustainability, formal education, complexity, didactic material, sustainability, ecologic footprint

Introducción

El trabajo que se expone forma parte del proyecto *La petjada ecológica d'Andorra: càlcul i educació ambiental* (La huella ecológica de Andorra, cálculo y educación ambiental), realizado por la asociación ADN (Asociación para la Defensa de la Naturaleza) de Andorra. El proyecto ha estado financiado por la Comisión Nacional Andorrana para la UNESCO (CNAU) dentro el Gran Programa I (Educación para un futuro sostenible) y II.2.2 (Ciencias ecológicas) de la UNESCO. Se ha enmarcado dentro las actividades realizadas por la Comisión Interministerial del Gobierno de Andorra creada en el marco de la Década de las Naciones Unidas para la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014). Paralelamente ha contado con la colaboración del Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y el Ministeri d'Educació i Formació Professional d'Andorra. El proyecto mencionado tenía un doble objetivo: a) obtener un indicador comparable mundialmente que posibilitara evaluar la sostenibilidad del modelo de desarrollo de Andorra; b) proporcionar herramientas a los ciudadanos que les permitieran participar en el debate social existente sobre sostenibilidad.

Una de las concreciones de dicho proyecto ha sido la elaboración de un material didáctico dirigido al segundo ciclo de enseñanza secundaria obligatoria, el cual trata la sostenibilidad a partir de la huella ecológica. Éste pretende ser un recurso educativo al servicio de todos los docentes y los centros educativos de Andorra, para que puedan introducirlo de forma voluntaria dentro la programación de educación secundaria.

En esta comunicación se presenta el fundamento de dicho material didáctico, concretándolo en un sólo apartado: el que hace referencia a la movilidad.

Marco de referencia

El *paradigma de la complejidad* (Bonil et al., 2004) ha actuado como marco de referencia global, a nivel conceptual, procedimental y actitudinal para la elaboración del material didáctico. Desde el mismo, educar para la sostenibilidad supone educar, paralelamente, una forma de pensar (que huya de una estructura de pensamiento simple y estática para fomentar una visión compleja de los fenómenos), una forma de actuar (tanto a nivel individual como colectivamente) y una ética concreta (que niegue el antropocentrismo dominante y fomente la responsabilidad). En referencia a dicho planteamiento se ha diseñado un material didáctico que intenta dar herramientas para ayudar al alumnado a situarse frente el debate social existente entorno la sostenibilidad, fomentando el desarrollo de una capacidad crítica que le permita participar en él. Siempre intentando huir de la información cerrada y los planteamientos dogmáticos y culpabilizadores.

Bajo el marco del paradigma de la complejidad, el material didáctico elaborado se sustenta en cuatro ejes que han determinado tanto su temática como su estructura. El primero, la huella ecológica de Andorra, ha permitido establecer las temáticas generales a tratar. El segundo eje ha sido la utilización de los resultados de una investigación previa sobre la percepción de los problemas ambientales de Andorra por parte de los

estudiantes, que ha posibilitado diseñar un material movilizador de ideas y actuaciones. El tercer eje ha sido el curriculum de las escuelas de Andorra, que ha determinado la adaptación del material didáctico a al enseñanza secundaria y a la organización y dinámica de los centros educativos. Finalmente, el cuarto eje se refiere a los marcos teóricos didácticos que han orientado la concreción y organización de las actividades propuestas.

La huella ecológica (Wackernagel y Rees, 1995) constituye un macro-indicador de sostenibilidad basado en la determinación de las superficies de tierra y mar productivas que se necesitan para generar los recursos que consumimos y absorber las emisiones y residuos que producimos según el modelo de desarrollo actual y con las tecnologías disponibles. Al tratarse de un indicador agregado, sintético y único, permite traducir los conceptos asociados al desarrollo sostenible en una única cifra, comparable mundialmente y fácil de comunicar. En este sentido, la huella ecológica como macro-indicador de sostenibilidad representa un recurso educativo de gran utilidad por distintos motivos:

- por tener como unidad de medida las hectáreas de terreno productivo lo convierten en un indicador muy gráfico, comprensible y fácil de comparar
- por permitir tratar la sostenibilidad desde un punto de vista integral (socialmente, ecológicamente, económicamente y éticamente), afrontándola desde múltiples disciplinas
- por posibilitar desarrollar análisis a distintas escalas, locales y globales, relacionando las propias actuaciones y el modelo de sociedad con los problemas ambientales globales.

En la elaboración del material didáctico, la huela ecológica ha aportado la definición de las grandes temáticas o fenómenos que están relacionados con la sostenibilidad (Merkel, 2005) y que estructuran el material didáctico en grandes bloques independientes. Por otra parte, el cálculo de la huella ecológica actúa como herramienta para relacionar, finalmente, todos los temas tratados de forma independiente, otorgando al material didáctico una visión de globalidad.

El material didáctico diseñado pretende ser un recurso educativo al servicio de todos los docentes y los centros educativos de Andorra. La particularidad de que en Andorra coexistan tres sistemas educativos (español, francés y andorrano), hacía imprescindible el conocimiento curricular de los tres sistemas para facilitar que el profesorado pudiera, de forma voluntaria, introducirlo dentro la programación de secundaria. El currículum de la enseñanza secundaria obligatoria de las escuelas de Andorra (Ministeri d'Educació, Joventut i Esports, 1999; Servei d'Ordenació Curricular, 1993) contempla, en forma de ejes transversales, temas socialmente relevantes, con los que se pretende contribuir a la formación de ciudadanos y ciudadanas autónomos, capaces de comprender el mundo social y natural en el que viven y de participar en su gestión desde posiciones informadas, críticas, solidarias y respetuosas con la diversidad cultural, con la voluntad de construir una comunidad más justa. Desde esta perspectiva, la sostenibilidad, en su dimensión integral y global, se integra dentro el currículum.

El marco teórico didáctico ha permitido ordenar las actividades dándoles un orden y estructuración facilitador del aprendizaje y fomentador de la reflexión, curiosidad y relación entre fenómenos. En dicho marco han tomado relevancia dos aspectos: las preguntas mediadoras y el ciclo de aprendizaje.

La importancia de las preguntas en los procesos formativos resulta clave para estimular la curiosidad del alumnado y guiar el aprendizaje. Las preguntas mediadoras (Márquez et al., 2004), han sido el punto de referencia en la organización del material didáctico. Su formulación en el desarrollo del material didáctico permite aproximar la visión simple de los fenómenos que tiene el alumnado a la visión más compleja del experto. En el material didáctico diseñado, cada uno de los bloques, así como la mayoría de actividades, se inician mediante una pregunta mediadora, a la cual el alumnado debe responde al finalizar. Dicha pregunta tiene una doble función: guiar el aprendizaje, favoreciendo un espacio de creatividad y curiosidad a partir del cual el alumnado construye nuevas respuestas, y evaluar el aprendizaje del alumnado por parte del profesorado.

La estructura y secuenciación de las actividades del material didáctico se ha hecho siguiendo el denominado ciclo de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí y Tarín, 1998) y, por tanto, considerando el aprendizaje como un proceso continuado de explicitación, de análisis de nuevas ideas, de restructuración y de aplicación. De este modo, se contemplan actividades que faciliten al alumnado expresar sus modelos iniciales, sus opiniones y valores mediante el diálogo; actividades que permiten el enriquecimiento con otras formas de pensar, actuar, valorar y sentir; actividades que faciliten el resumen, la esquematización y la relación entre contenidos; y actividades que permitan poner en práctica los contenidos en diversidad de contextos diferentes.

Metodología

Para conocer las percepciones previas del alumnado de secundaria entorno al concepto de sostenibilidad se realizó un estudio descriptivo - interpretativo mediante una encuesta utilizando cuestionarios y tomando como muestra el alumnado de tercer curso de educación secundaria obligatoria de la Escuela Andorrana de Santa Coloma (53 alumnos en total).

Los cuestionarios planteados presentaban preguntas contextualizadas a la realidad del alumnado, con una formulación lúdica para evitar la reproducción de respuestas académicas. Con intención de captar, desde distintas perspectivas, las intenciones e ideas del alumnado el cuestionario constaba de preguntas abiertas de diferentes tipos: descriptivas, de exploración de relaciones y explicativas.

Las preguntas de la primera parte del cuestionario eran de tipo descriptivo. El alumnado debía citar los problemas ambientales que consideraba que tenía Andorra y describirlos brevemente. En las preguntas de la segunda parte del cuestionario, de tipo relacional y explicativo, el alumnado, en grupo, debía analizar cuales eran, a su parecer, las causas del problema, sus consecuencias a distintas escalas geográficas, las posibles soluciones y los actores sociales, expertos o profesionales que podían hacer

aportaciones importantes en la búsqueda de soluciones. Los problemas a analizar fueron tanto los citados por el propio alumnado como otros los propuestos por la investigadora.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante distintas técnicas. Por un lado, las redes sistémicas (Bliss y Ogborn, 1983) posibilitaron representar cualitativa y cuantitativamente los tipos de respuestas y las relaciones entre ellas. Por otro, una adaptación de los mapas de Thagard (Thagard, 1984, 1992) permitió representar las respuestas relacionando diferentes aspectos del mismo fenómeno de forma cualitativa.

En la figura 1 se muestran dos de los mapas construidos. En ellos, de forma gráfica, puede identificarse: a qué escala geográfica (nivel *personas*, nivel *Andorra* o nivel *mundo*) los alumnos sitúan el fenómeno, las causas, las consecuencias y las soluciones; el tipo de causas o consecuencias (sociales o ecológicas) y las relaciones (ya sea explicitadas por el alumnado o deducidas por la investigadora, las cuales se señalan con distinta grafía) entre conceptos.

Dentro los mapas, el fenómeno se representa mediante un círculo, el cual, en función de la definición dada por el alumnado, se sitúa dentro de las causas o las consecuencias y en una de las escalas geográficas.

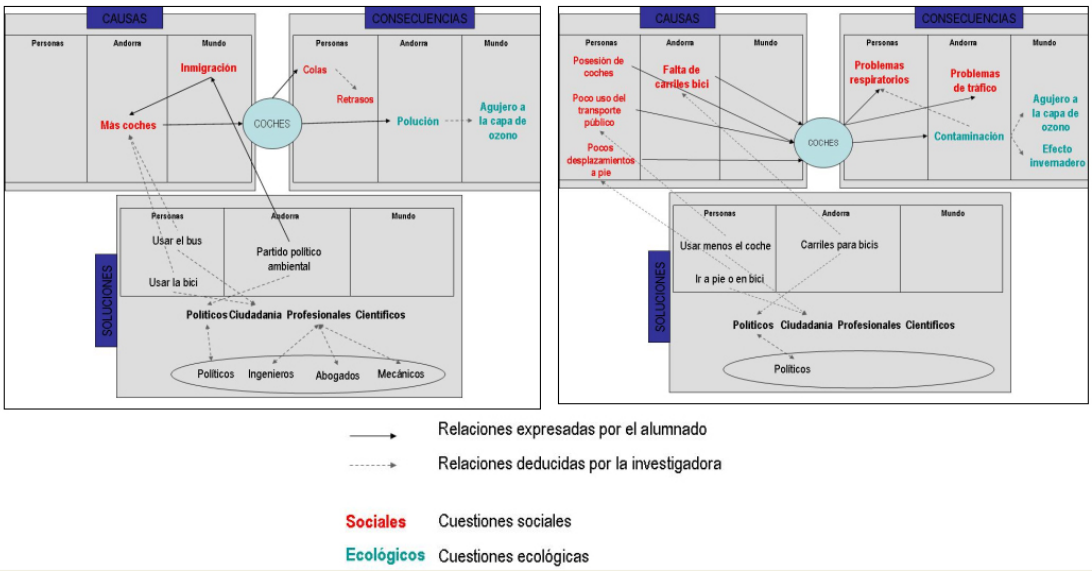


Figura 1. Análisis de las respuestas de dos alumnos mediante una adaptación de los cuadros de Thagard.

Resultados del análisis

El análisis de las percepciones previas del alumnado de secundaria entorno al concepto de sostenibilidad muestra que la movilidad es percibida como el segundo problema ambiental más importante de Andorra. Preguntando qué problemas ambientales tenía Andorra, un 24% de los alumnos citó la movilidad, frente a un 35% que citó la contaminación en general. Por esta razón, y teniendo en cuenta que la contaminación atmosférica y el consumo de recursos derivados de los automóviles son una

parte importante de la huella ecológica de Andorra, se otorgó un papel fundamental al fenómeno de la movilidad dentro del material didáctico sobre sostenibilidad.

El análisis de los mapas resultantes de la adaptación de los mapas de Thagard permitió ver como la movilidad es planteada por el alumnado como un problema definido de muchas formas distintas (*el exceso de coches, los coches, la contaminación por los coches,* etc.), con consecuencias tanto a nivel social como ecológico. Los esquemas construidos mostraron como los alumnos proponen causas y soluciones muy simples y parciales para un fenómeno que ellos mismos definían de forma muy global y compleja, la cual cosa sugiere que las respuestas obedecen más a la reproducción de soluciones preestablecidas que a la reflexión. Por otra parte, en ningún caso se detectó la implicación directa explícita de los alumnos en el problema, ya sea en las causas, consecuencias o soluciones, sino que siempre aludían a "la gente" en general.

Conclusión: Aplicación de los resultados al diseño de un material didáctico

En relación al problema de la movilidad, analizado en esta comunicación, el material didáctico plantea todo un bloque temático sobre los problemas de movilidad. El bloque parte de la pregunta: *¿qué cambia si me desplazo en coche o en bus?*, y presenta una serie de actividades que pretenden caracterizar los distintos medios de transporte posibles que existen en Andorra, sus ventajas e inconvenientes, para proporcionar a los alumnos herramientas para situarse en distintos contextos y actuar de forma responsable, huyendo de las consignas cerradas preestablecidas.

De esta forma, se plantea el fenómeno desde el dinamismo, de forma que éste se define a partir de la combinación de diversas variables, y por tanto no son válidas las soluciones unitarias. Consignas como *debemos desplazarnos en transporte público, en bici o a pie*, no son válidas ya que simplifican excesivamente el problema aportando una solución parcial, la cual, teniendo en cuenta las características geográficas de Andorra, solamente podrá ser aplicada en situaciones muy concretas.

En este sentido se otorga mucha importancia a la estrategia y la creatividad, fomentando la implicación personal al plantear diversidad de situaciones que exigen crear soluciones distintas. Se fomenta una visón del fenómeno que mantiene la relación entre diferentes escalas: se parte de la escala *persona*, en la que los ciudadanos tienen libertad para escoger el tipo de transporte que utilizan, pero sin perder de vista que el usuario se mueve en un escenario situado a la escala nacional (*Andorra*), el cual marca unas características geográficas, políticas y sociales determinadas que guían las decisiones. Por último, la escala *mundo* sitúa Andorra, y a su vez los ciudadanos y ciudadanas, en otro escenario más global donde intervienen otras zonas geográficas.

Las actividades de este bloque combinan diversas herramientas lúdico-formativas. Se parte del comentario de una noticia aparecida en un periódico que, mediante un debate, sitúa el fenómeno y los conflictos que origina. A partir de aquí, un juego de cartas en el que el alumnado

construye situaciones concretas y las resuelve decidiendo cual es el medio de transporte más apropiado en cada una de ellas, plantea la complejidad del problema y la importancia de la estrategia y la creatividad. La creación de esquemas y mapas conceptuales son utilizados para estructurar los contenidos aparecidos en el juego de cartas. Seguidamente, el alumnado aplica los contenidos mediante un debate en el que, sobre un mapa de Andorra, se sitúan los puntos más conflictivos en relación a la movilidad y se acordan conjuntamente soluciones. Finalmente, los y las alumnos/as responden a la pregunta inicial intentando jugar con todos los aspectos aparecidos durante el bloque.

Referencias bibliográficas

Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983). *Qualitative data analysis for Educational Research. A guide to uses of systema networks*. London / Canberra: Croom Helm.

Bonil, J. et al. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5 -19.

Màrquez, C. et al. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la Escuela*, 53, 71-81.

Ministeri d'Educació, Joventut i Esports. (1999). *Programació Escola Andorrana: segona ensenyança*. Andorra: Govern d'Andorra.

Merkel, J. (2005). *Simplicidad radical*. Barcelona: Fundació Francesc Ferrer i Guàrdia.

Sanmartí, N. y Tarín, RM. (1998). Tota activitat educativa forma part d'un procés d'ensenyament-aprenentatge. Franquesa, T., Alves, I., Prieta, AM. y Cervera, M. *Hàbitat. Guia d'activitats per a l'educació ambiental*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

Servei d'Ordenació Curricular. (1993). *Currículum, Educació Secundària Obligatòria*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.

Thagard, P. (1984). Frames, knowledge and interferences. *Synthese*, 61, 233-259.

Thagard, P. (1992). Analogy, explanation and education. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 537-544.

Thagard, P. (1992). Conceptual Revolutions. Princeton Univ. Press.

Wackernagel, M. y Rees, W. (1996). *Our ecological footprint*. Canadá: The New Catalyst, Bioregional Series.

Experiencia en formación permanente del profesorado en educación para el desarrollo sostenible: análisis del contraste en un contexto de trabajo multicultural

M. Mercè Guilera Paga, Mariona Espinet Blanch y Rosa Maria Pujol

Dep. Didàctica de la matemàtica i les ciències experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona merce.guilera@uab.es & mariona.espinet@uab.es & rosamaria.pujol@uab.es Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona

Resumen: School Development through Environmental Education es una red de educación ambiental de escuelas, centros de formación de maestros y administraciones públicas educativas. En este marco se llevó a cabo en Barcelona un workshop en que participaron maestros europeos y catalanes. En este workshop se desarrolló una investigación centrada en identificar el contraste entre los participantes. Entendiendo contraste como una forma de potenciar la reflexión dentro de un proceso de investigación-acción con la finalidad de innovar en EA/EDS.

Palabras clave: innovación educativa, investigación-acción, investigación evaluativa, educación para el desarrollo sostenible, contraste, formación permanente de maestros.

Title: An experience in permanent teachers' formation for a sustainable development: contrast analysis in a multicultural work context.

Abstract: School Development through Environmental Education it's a environmental education net formed by schools, teachers' formation centres and public educative administrations. In this framework, a workshop was made in Barcelona in which one have participated European and Catalan teachers. This workshop, developed an investigation focused on identify the contrast between the participants. Understanding contrast as a way to power on the reflexion in an action-investigation process with the purpose of innovates in EE/ESD.

Keywords: educative innovation, action-investigation, evaluative investigation, education for a sustainable development, contrast, permanent teachers' formation.

Contexto

Desde el 2003 la Universidad Autònoma de Barcelona participa en la red internacional de educación ambiental SEED (School Development through Environmental Education) que pertenece a la organización Environment and School Initiatives (ENSI). ENSI es una institución internacional basada en el trabajo en red y que tiene como objetivo principal la innovación e investigación educativa. Actualmente está desarrollando diferentes

proyectos relacionados con la educación ambiental, como es la red SEED. Las finalidades de la red se centran en promover la educación ambiental (EA) y la educación para el desarrollo sostenible (EDS) como eje dinamizador del desarrollo escolar y fomentar la cooperación entre los diferentes agentes educativos: las escuelas, los centros de formación de maestros y la administración, participando en proyectos COMENIUS financiados por la UE (figura 1).

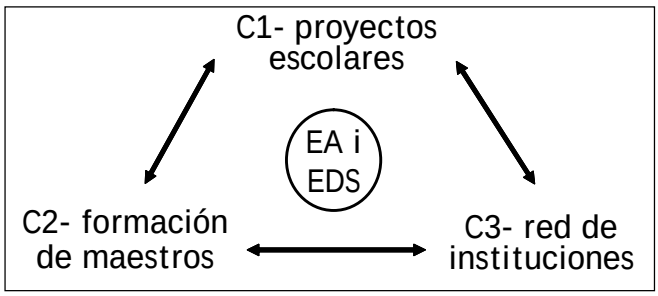


Figura 1. Estructura de la red SEED

En este contexto, se organizó en Barcelona un workshop para maestros de diferentes países que participaban en un proyecto de Comenius 1: "*School Development in the light of education for sustainable development – challenge for teacher education and school*". Uno de los objetivos principales del workshop fue desarrollar entre los participantes un marco común del significado de EDS y compartir cómo se desarrolla en cada contexto escolar concreto. También se trabajó en profundizar en la investigación-acción como un instrumento para fomentar la innovación educativa, centrándose en la reflexión. En la presente comunicación se explicará la investigación cualitativa desarrollada a partir de la información obtenida en el workshop temático.

En un encuentro internacional se tiende a que cada maestro exponga su experiencia y su punto de vista, pero esto no garantiza que éste se enriquezca con la experiencia de los otros ni haga evolucionar su manera de ver el mundo. Por este motivo se hizo un planteamiento general del workshop temático que tuviera como eje dinamizador en contraste. Entendiendo contraste como una forma de potenciar la reflexión dentro de un proceso de investigación-acción con la finalidad de innovar en EA/EDS; esta reflexión se basa en identificar las diferencias y los aspectos comunes entre los participantes y hacerlos dialogar para construir una visión más compleja de la educación.

Con el fin de fomentar al máximo el contraste entre los maestros participantes, todos los workshops se diseñaron partiendo de tres elementos claves comunes: la temática, la investigación-acción y la dinámica de las sesiones (figura 2).

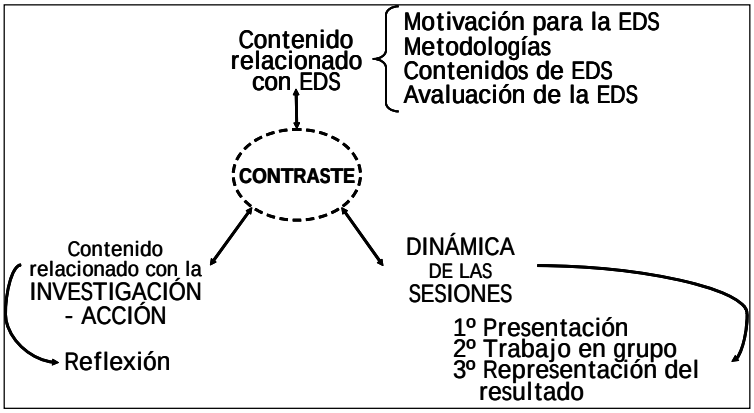


Figura 2. Planteamiento del workshop

La temática del workshop fue la EDS, más concretamente se organizaron las sesiones siguiendo los temas: ¿Por qué enseñar EDS (motivación)?, ¿Qué enseñar en EDS (temáticas y valores)? y ¿Cómo evaluar la EDS?. En los contenidos se pretendió trabajar diferentes aspectos relacionados con el paradigma de la complejidad (Bonil et al., 2004) y los criterios de calidad (Espinet et al., 2006 y Breiting et al., 2005). También tuvo un papel fundamental la investigación-acción como un proceso de innovación educativa (Espinet et al, 2004), centrándose en la fase de reflexión. Finalmente, se creyó necesario establecer una dinámica común a todas las sesiones y que facilitara el contraste. Ésta consistió en establecer unos espacios de diálogo y debate guiado y, como fruto de esta reflexión y trabajo, cada grupo debía construir una representación gráfica de los acuerdos o los aspectos más destacados.

Metodología

En este contexto, se desarrolló una investigación cualitativa con la finalidad de avaluar el contraste e identificar los elementos de EDS/EA sobre los cuales los participantes reflexionaron.

Para esta investigación se han utilizado principalmente dos instrumentos para recoger la información: la representación del trabajo en grupo y un cuestionario. La representación del trabajo y la reflexión en grupo se hizo mayoritariamente en forma de póster. A partir de analizar el contenido escrito de los pósteres, se identificó qué había trabajado cada grupo. Al final de cada sesión, cada participante contestó un breve cuestionario abierto dónde se preguntaba ¿Qué has aportado al grupo?, ¿Qué te ha aportado el grupo? y ¿Qué has aprendido?. Con la primera y la segunda pregunta, se pretendía identificar la interacción y el nivel de participación del maestro con el resto del grupo. Con la tercera, se quería identificar el contenido más significativo para el participante; esta información se ha triangulado con el resultado de los pósteres.

El análisis de toda la información recogida se ha hecho en cinco niveles. Primer nivel ha sido la trascripción, traducción e identificación de los aspectos destacados de la información escrita; en el segundo se han organizado los aspectos en una red sistémica; el tercer nivel ha consistido en codificar la red y transponer toda la información en una tabla; en el

cuarto nivel se ha tratado estadísticamente la información de la tabla y se ha hecho la representación gráfica de los diferentes ámbitos y categorías resultantes; y el último nivel, es la representación gráfica del cruce entre los diferentes ámbitos. Este tipo de gráfico es la innovación metodológica que aporta la investigación y es una representación que muestra la cantidad de respuestas que hacen referencia a dos categorías de ámbitos distintos a la vez. De este modo, es puede identificar la relación entre los ámbitos más significativos de manera general, y concretamente la vinculación entre las categorías. Por ejemplo, la relación entre los contenidos específicos de la sesión y la valoración del contraste. Tal y como se mostrará en el apartado siguiente, este tipo de gráfico permite una doble interpretación: cuantitativa y cualitativa.

Un ejemplo de análisis e interpretación del workshop: Contrasting environmental themes… Dealing with complexity when doing EDS/EE in schools.

Se presentará brevemente el desarrollo de la descripción e interpretación de la información obtenida de un workshop, como ejemplo de la investigación desarrollada en todo el workshop temático. La experiencia que se explicará pertenece al workshop: "*Contrasting environmental themes... Dealing with complexity when doing EDS/EE in schools*".

El objetivo principal del workshop fue que los maestros reflexionaran sobre las temáticas de la EA; de este modo, a partir de hacer un itinerario por la naturaleza, tenían que ver como todas las temáticas, por clásicas o tópicas que sean, son válidas siempre y cuando se trabajen des de un punto de vista complejo. Esta perspectiva compleja implicaría interpretar los fenómenos del mundo a partir de las interacciones entre los elementos que lo componen formando sistemas, contemplando la multicausalidad y el multiefecto, interiorizando el azar y la indeterminación, y reconociendo los límites de este sistema; también sería necesario poder aplicar todo este conocimiento partiendo de diferentes disciplinas y teniendo en cuenta tanto la parte racional como la emocional de la interpretación.

A partir del análisis e interpretación de la información recogida de los pósteres y del cuestionario se hizo la red sistémica representada en la figura 3. En esta red se puede identificar los aspectos destacados por los maestros participantes y como se relacionan en diferentes ámbitos. Son especialmente interesantes los ámbitos de pensamiento y de acción que corresponden al contenido específico del workshop. Del ámbito de pensamiento destaca el hecho que solamente se haga referencia a aspectos relacionados con la visión sistémica del paisaje y la multicausalidad, excluyendo los otros contenidos trabajados como el azar o los límites del sistema. La aparición del ámbito de acción es muy notable, pues fue un tipo de contenido que no se trabajó explícitamente, aunque en el diseño inicial se planteó al final no se llegó a desarrollar. Esto puede significar que en el planteamiento de la sesión estaba implícito y para los participantes fue relevante. De la acción, se destaca la cooperación para desarrollarla y la relación entre la el pensamiento y la acción.

Del resto de ámbitos es interesante profundizar en el ámbito de contraste. Las categorías se dividen en dos grupos, las que hacen referencia a la identificación del contraste y las que lo valoran. La identificación del

contraste se centra en destacar los aspectos comunes o semejanzas y los aspectos diferentes. En otros workshops analizados también se ha resaltado la diversidad, pero en este no. La valoración del contraste se centra en identificar aspectos culturales, nuevos, positivos o importantes. También hay algunas respuestas donde se valora la dificultad, la creatividad o en general los aspectos positivos. El ámbito de contraste muestra las reflexiones que explicitaron los maestros participantes sobre lo que sé trabajó durante la sesión.

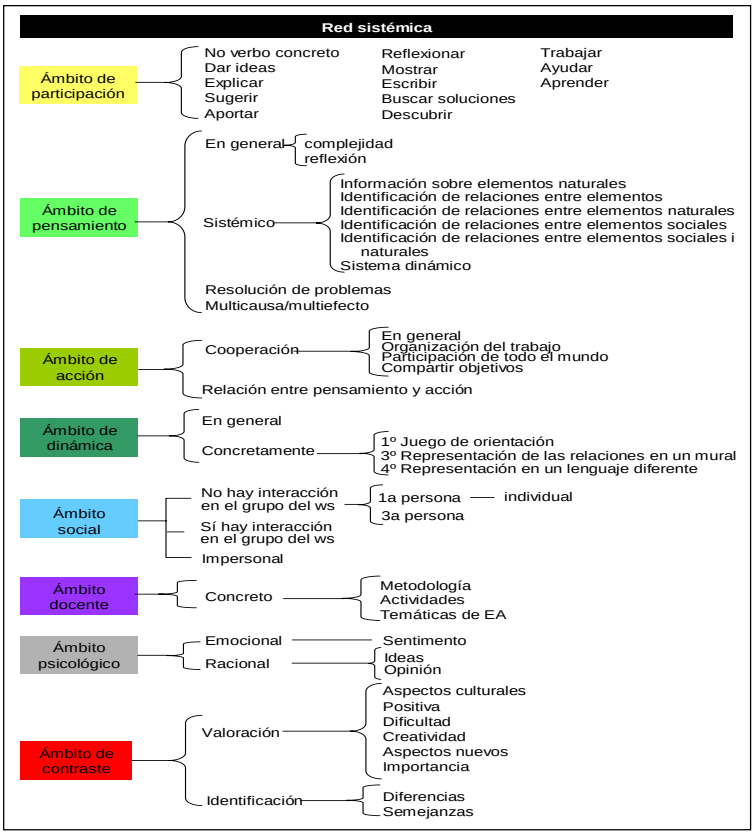


Figura 3. Red sistémica del workshop Contrasting environmental themes.

Del ámbito de contraste no es sólo interesante por la diversidad o calidad de sus categorías, sino por la relación que hay entre éstas y los ámbitos de pensamiento y acción. Esta vinculación se puede ver a través de la representación gráfica del cruce entre dichos ámbitos (referencia al gráfico 1). Este tipo de gráfico permite identificar cualitativamente y cuantitativamente la relación entre las categorías de los ámbitos de pensamiento y acción con el de contraste. Des del punto de vista cuantitativo, aporta la cantidad de respuestas donde se hace referencia a la vez a aspectos de contenidos y aspectos de contraste; en este caso sin concretar las categorías, representa un 50% de las respuestas (son los círculos representados por un gradiente rojo) en el resto de respuestas o bien se describen aspectos relacionados con el pensamiento, la acción o la dinámica general o bien con el contraste (son los círculos de un solo color). Esta interpretación cuantitativa puede ser más detallada si se centra en las categorías concretas y así identificar, por ejemplo, las dos categorías más relacionadas. En el gráfico, el cruce de categorías más frecuente sería el formado por la información sobre los elementos naturales del ámbito de

pensamiento con la identificación de diferencias del ámbito de contraste. Este cruce mostraría que los participantes han destacado la diversidad de información sobre los elementos naturales trabajados.

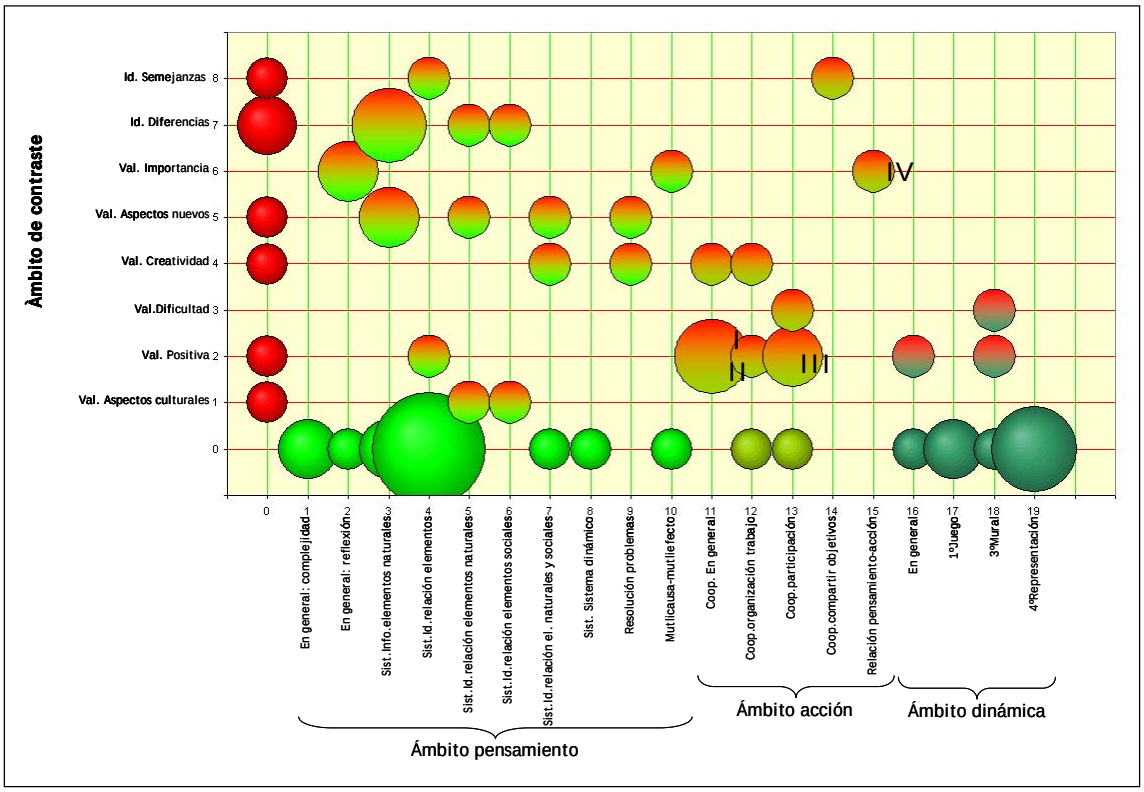


Gráfico 1. Representación gràfica del cruce entre los ámbitos de contraste con los de pensamiento, acción y dinámica concreta de la sesión.

Desde el punto de vista cualitativo, el gráfico de cruce permite ir más allá de reconocer la relación, pues facilita su descripción e interpretación. Se pueden identificar las respuestas concretas posibilitando una comprensión de la vinculación más profunda. Un ejemplo de este tipo de información pueden ser las respuestas que valoran de manera positiva algunos aspectos relacionados con la acción: *"El trabajo en equipo es bueno, en cualquier sitio y momento"* (I), *"El equipo es mejor que uno solo"* (II) y *"Mejorando las ideas que yo proponía. Todo el mundo ha participado mucho y con mucha ilusión"* (III). También es interesante la respuesta siguiente que valora como importante la relación entre el pensamiento y la acción: *"La importancia de la reflexión, el uso de algunas acciones familiares en diferentes ámbitos (ecológico, social, escala temporal...)."* (IV). A partir de analizar con profundidad estas respuestas y cruzándolas con la información cuantitativa, se puede tener una visión suficientemente precisa del contenido trabajado por los participantes y del contraste surgido durante la sesión.

A modo de conclusión general sobre el workshop descrito, se puede decir que se logró que los maestros vieran el paisaje de un modo más complejo, teniendo en cuenta la relación entre los diferentes elementos y la intervención humana. Por lo que se refiere la dinámica de la sesión, no sólo

fomentó que los participantes explicaran su forma de ver el paisaje, sino que facilitó que se dieran cuenta que había diferentes formas de verlo según la cultura, disciplina, etc. En este caso el contraste fue muy notable y significativo, tanto por la dinámica como por el contenido específico del workshop.

Algunas conclusiones referentes al contraste

Para lograr que un workshop internacional sea un evento enriquecedor para los participantes y que les ayude a comprender otras realidades y formas de ver el mundo, es necesario crear las dinámicas adecuadas y escoger contenidos significativos para fomentar el contraste entre los participantes. A partir de la investigación desarrollada, se ha identificado el idioma como un posible limitante, que se puede superar a partir de fomentar otros tipos de lenguajes no orales para la comunicación. También son necesarias dinámicas que ayuden a centrar el debate y faciliten la aportación de diferentes puntos de vista o realidades, explicitando los aspectos comunes y las discrepancias de los participantes. Finalmente, es clave hacer algún tipo de representación fruto del diálogo entre las semejanzas y las diferencias de las realidades de los maestros, fomentando una visión positiva y constructiva de las divergencias y una revalorización de los aspectos comunes.

Referencias bibliográficas

Bonil, J. et. al. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-10.

Breiting, S, Mayer, M. y Mogensen, F (2005) *Quality criteria for ESC-Schools. Guidelines to enhace the quality of education for sustainable Development*. Viena: EU-Comenius 3 network School Development through Environmental Education.

Espinet, M., Mayer, M., Rauch, F. y Tschapka, J. (2006). Tools for ESD Schools: Methods for reflective school partnership on Education for Sustainable Development. Viena: Austrian Federal Ministry of Education, Science & Culture.

Espinet, M., Rauch, F., Tschapka, J., Scheuch, M. y Mayer, M. (2004) *Promoure l'educació ambiental a l'escola a través de la recerca-acció: una experiència europea de formació permanenent de professorat*. Dentro de De la teoria… a l'aula. Barcelona: Dep. Didàctica de la Literatura i de les Ciències Socials.

La perspectiva sistémica en educación del consumo: la percepción del profesorado de secundaria

Maia Querol, Josep Bonil y Rosa Maria Pujol

Dep. de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals Universitat Autònoma de Barcelona & Agència Catalana del Consum, Generalitat de Catalunya maia.querol@uab.es, josep.bonil@uab.es, rosamaria.pujol@uab.es Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona

Resumen

En un contexto social cambiante y complejo, es necesaria una educación científica que permita a los ciudadanos comprender y actuar en el mundo de un modo crítico y reflexivo. Esta comunicación se centra en los actos cotidianos de consumo, e investiga cómo interpretarlos des la perspectiva sistémica puede ayudar a establecer relaciones entre los actos individuales y sus consecuencias a distintas escalas (como por ejemplo, establecer relaciones entre los actos cotidianos y los recursos naturales asociados). De este modo, la educación del consumo se presenta como una vía de educación para la sostenibilidad.

Palabras clave: educación del consumo, educación para la sostenibilidad, sostenibilidad, perspectiva sistémica

Title: The systemic perspective in consumption education: secondary teachers' view.

Abstract

In a changing and complex social context, it is necessary a scientific education to give to the citizens the opportunity of understanding and acting in this world in a conscious and reflexive way. This communication talks about the daily consumption acts, and how interpreting them in a systemic way can help us to establish connections between this individual acts and their consequences in different scalar levels (like for example establishing relations between the acts of consumption and the natural resources used). In this way, the consumption education becomes an educational opportunity for a sustainable development.

Key words: consumption education, education for a sustainable development, sustainability, systemic perspective

Introducción

El consumo es un acto cotidiano: cuando nos levantamos y abrimos la luz, cuando nos duchamos, desayunamos… detrás de cada acto de consumo, existe el consumo de un recurso natural: gas, petróleo, agua, alimentos... interpretar los actos de consumo desde esta perspectiva implica cuestionarse la actividad humana y su relación con el medio. Entendiendo la sociedad como un sistema complejo, en un acto de consumo

se podrían distinguir tres niveles escalares: el micro (individuo), el meso (entorno inmediato del individuo) y el macro (sociedad y ecosistema).

Es un reto de la educación del consumo estimular al alumnado a establecer nexos entre los tres niveles sistémicos y entender las implicaciones de dichas relaciones tanto en su entono próximo como a nivel global. En dicho reto un agente fundamental es el profesorado. Los estudios sobre del conocimiento didáctico del contenido (Shulman, 1986; Martin Del Pozo, 1998) muestran como la forma en que el profesorado aborda el estudio de un fenómeno es el resultado de la convergencia del conocimiento de una materia específica, el conocimiento psicopedagógico general y el conocimiento de como enseñar dicha materia.

En la presente comunicación se investiga sobre las concepciones y actuaciones del profesorado de secundaria respecto a la educación del consumo, entendidas como conocimiento de la materia, para comprobar como se establecen las relaciones entre el individuo y el resto de partes del sistema.

Metodología

La investigación aquí descrita se contextualiza en la *Escola del Consum de Catalunya*, un organismo público de la *Generalitat de Catalunya*. Se trata de un espacio donde se ofrecen talleres a los alumnos de secundaria sobre diferentes aspectos del consumo.

La finalidad de la investigación es conocer las concepciones del profesorado, con un doble objetivo, por una parte conocer qué nivel escalar es el más considerado por parte del profesorado al realizar sus actividades de educación del consumo en el aula, y por otra parte descubrir si se establecen relaciones entre estos distintos niveles escalares.

Se ha realizado una investigación descriptiva mediante encuesta. Se ha tomado una muestra de 41 profesores, escogidos aleatoriamente de entre el total del profesorado que visitó con los alumnos la *Escola del Consum de Catalunya.* El instrumento de investigación consiste en cuestionario abierto semiestructurado de 11 preguntas.

De las 11 preguntas aquí solamente se desarrollará el análisis de la pregunta 6. “Qué crees que puede aportar la *Escola del Consum de Catalunya* a tus alumnos?”. Las respuestas a esta pregunta nos dan información sobre las expectativas del profesorado y de las temáticas que esperan encontrar en los talleres. Las respuestas se han analizando mediante una categorización. Se ha considerado que las temáticas a tratar en la educación del consumo pueden enfocarse desde tres niveles distintos (ver la figura 1):

Cuando nos situamos frente a cuestiones individuales, donde el alumno es el punto de actuación y se enfoca la acción educativa en el alumno y para el alumno, nos encontramos en el nivel *micro*. Es cuando el profesor habla de gestión de dinero, de la compra, de la alimentación, etc...

Hablamos del nivel *meso* cuando se trata de los ámbitos directos donde el alumno tiene contacto directo como consumidor. Existe una vinculación directa de la acción, de modo que hay una relación directa con el medio. Se

considera el nivel meso cuando el profesor menciona la escuela, los amigos, los centros de atención al consumidor, la administración pública, las tiendas, los centros comerciales, etc...

Se distingue todavía un tercer nivel, el nivel *macro***.** Un nivel que queda más alejado del consumidor, ya que no se tiene contacto directo con él. Se trata de la sociedad, las condiciones laborales de los trabajadores, los recursos naturales, los ecosistemas, la cultura...

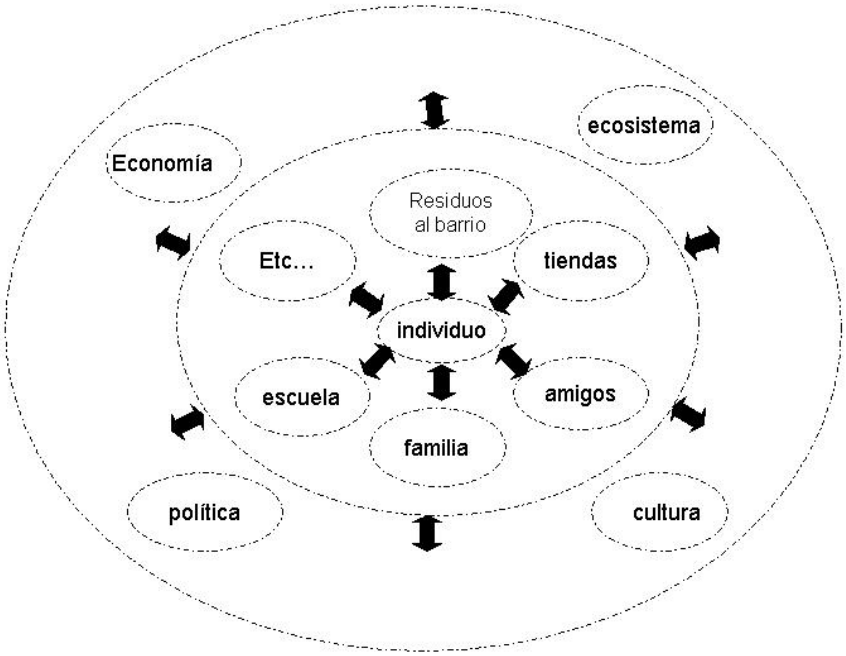


Figura 1. Representación de los tres niveles escalares en la educación del consumo

Cada nivel se ha considerado como una categoría, y se ha comprobado en cada respuesta a qué nivel se ha hecho alusión, de modo que en una sola respuesta, un profesor podía aludir a varios niveles escalares. Por ejemplo:

- Profesor 7: *Criterio en la elección de productos, mejora en la gestión del presupuesto. Concienciación social frente las condiciones de vida de los trabajadores.* La primera parte de la frase correspondería al nivel micro, y la segunda al nivel macro.

- Profesor 10: *Saber moverse dentro de una sociedad consumista, sabiendo como exigir unos derechos y sabiendo comprar*. La primera parte hace referencia al nivel meso, y la segunda sería micro.

- Profesor 17: *Tomar conciencia de que son consumidores, a menudo sin criterio.* Este comentario se centra solamente en el nivel micro.

Desarrollo

La primera parte de la investigación consiste en comprobar cuál ha sido el nivel escalar más citado. Tal y como se puede comprobar en la figura 2, la mayor parte del profesorado ha contemplado el nivel micro, aparecido en 36 respuestas, mientras que el nivel meso ha aparecido solamente en 6 respuestas y el nivel macro en 11. Ha habido tres respuestas donde no ha quedado claro el nivel especificado. (El total suma más de 41 porque un profesor podía señalar más de un nivel escalar).

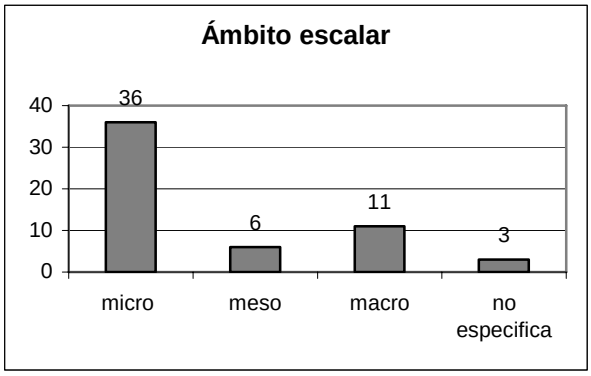


Figura 2: Percepción del ámbito escalar más nombrado.

Esto nos indica una mayor presencia de una idea de la educación del consumo más tradicional, o *liberal* (Pujol, 1996). Ya que la educación del consumo tradicionalmente se ha entendido desde la perspectiva de la protección del consumidor, sus derechos y sus deberes, con temáticas centradas totalmente en el individuo, por lo tanto, en el nivel micro. Otras concepciones de la educación del consumo, con una visión más *transformadora* (Pujol, 1996) sí contemplan la sociedad y el medio ambiente. Estas concepciones integrarían el nivel meso y el nivel macro.

El segundo nivel de análisis de los resultados consiste en comprobar si el profesorado establece relación entre los niveles. Es por lo tanto, interesante comprobar cuantos profesores han citado más de un nivel en una misma respuesta. Tal y como se puede observar en la figura 3, en las respuestas se observa que 23 profesores han nombrado solamente un nivel, 15 profesores han citado 2 niveles en la misma respuesta, pero no hay ningún profesor que haya marcado los tres. (para llegar a los 41 profesores encuestados faltan 3, que son los que en su respuesta no quedaba especificado el nivel).

Solamente 15 profesores manifestarían una visión de la sociedad como un sistema complejo, ya que, citar dos niveles implica una superación de la visión fragmentada de la sociedad. El paradigma de la complejidad (Bonil et al, 2004) nos ofrece un marco para orientar la educación. Un modelo de educación complejo, que considera los distintos niveles de la sociedad, y que contempla la interacción entre las distintas partes (Pujol, 1998).

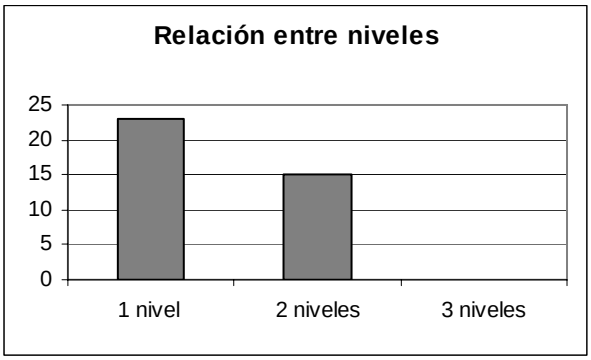


Figura 3: Relación entre los distintos niveles escalares en una misma respuesta

Consideraciones finales

Entender la educación del consumo como una vía de educación para la sostenibilidad implica plantearse el fenómeno del consumo des de la globalidad y entender la sociedad como un sistema complejo, donde una acción de nivel micro (un acto de consumo) está vinculada con un nivel macro (planeta).

Hace falta dejar atrás las concepciones más tradicionales de educación del consumo centradas en la información y centradas en el individuo, para evolucionar hacia un modelo de educación del consumo más complejo donde se haga incidencia en los tres niveles escalares y su relación. Esto supone un reto, y se nos plantean cuestiones del tipo ¿cómo superar el nivel micro y hacerse consciente del resto de niveles escalares? ¿qué entorno educativo puede favorecer que una actividad contemple los tres niveles?. La *Escola del Consum de Catalunya* se presenta como una buena oportunidad de investigar y aplicar estas nuevas concepciones de la educación del consumo.

Bibliografía

Bonil, J, Sanmartí, N; Tomás, C y Pujol, R.M.. (2004). Un nuevo marco para dar respuesta a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-19.

Martín del Pozo, R. (1998). La formación inicial de maestros sobre los contenidos escolares. El caso del cambio químico. *Investigación en la Escuela*, 35, 20-31.

Pujol, R.M. (1996) *Educación y consumo*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona. Horsori. Cuadernos de educación 19.

Pujol, R.M. (1998). *Modelos de integración de la educación del consumidor en el currículum escolar: un análisis des de del área de las ciencias.* Tesi doctoral.

Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 51 (4), 445-498.

Desarrollo de actitudes sostenibles hacia el uso del agua: propuestas de los futuros maestros

Andrés García Ruiz[1] y Mª Dolores Castro Guío[2]

[1] Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco 28049-Madrid. E-mail: andres.garcia.ruiz@uam.es

[2] Departamento de Física y Química. I.E.S. Atenea. Colombia nº 28. 28945-Fuenlabrada (Madrid). E-mail: mdcastroguio@hotmail.com

Resumen: Los escolares aprenden muchos conceptos y prácticas sobre el agua, lo mismo en su ámbito familiar que en el escolar. Ante la problemática ambiental y de sostenibilidad surgida en torno al agua, en este trabajo presentamos una propuesta de actividades para desarrollar los contenidos relacionados con el agua de acuerdo con el desarrollo sostenible, para fomentar en los alumnos una actitud de consumo adecuado de la misma.

Palabras clave: Agua, ideas futuros profesores, consumo agua, desarrollo sostenible.

Abstract: The scholars learn many concepts and practices on the water, the same thing in their family environment that in the scholar. Before the environmental problem and of sustainable arisen around the water, in this work we present a proposal of activities to develop the contents related with the agreement water with the sustainable development, to foment in the students an attitude of appropriate consumption of the same one.

Key words: Water, ideas futures professors, consumption water, sustainable development.

Introducción

Las actitudes se consideran como tendencias adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado, un objeto, una persona, un suceso o una situación y actuar en consonancia con dicha evaluación, según Sarabia (1992). Desde esta perspectiva, las actitudes tienen varios componentes: conductual, afectivo y cognitivo. De esta forma, Pozo (1996) señala que las actitudes de un sujeto son más conscientes y estables cuando lo que realiza está de acuerdo con sus gustos y creencias.

Ante el agotamiento de ciertos recursos naturales y el impacto que esto puede tener en la calidad de vida de la gran mayoría en un futuro cercano, se hace imprescindible fomentar la enseñanza de actitudes de valoración, cuidado y ahorro de estos recursos.

Hemos elegido la problemática del agua, porque este problema que se nos presenta en la actualidad es un tema que cada día ocupa más la

atención de científicos, técnicos, políticos y en general a todos los ciudadanos y por otra parte, porque ya hemos trabajado la temática del agua en otras ocasiones, Castro y García (1993 y 1995).

Su escasez obliga a reiterar una llamada a la moderación en su consumo y a lograr el equilibrio hidrológico que asegure un abastecimiento suficiente para toda la población mundial, que se logrará armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

Finalmente señalar que disponemos en la actualidad de un repertorio cada vez más amplio de modos de comunicación en el aula de ciencias, como nos muestran Kress, et al (2001) y Lemke (1998) favoreciendo una visión multimodal de la comunicación, Kress et al (1998), fomentando el uso de las NTIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Marco teórico

El agua se ha considerado generalmente como un recurso renovable, sin preocuparse en su uso de un posible agotamiento como recurso natural. Por desgracia, y en contra de lo que se pensaba, la Comisión Mundial del Agua, ha alertado del drástico descenso de los recursos hídricos y de los graves desequilibrios en el acceso a la misma, desde las diferentes zonas del planeta (Chauveau, 2004).

Tal y como señalan Vilches y Gil (2003), el problema del agua es un elemento central de la actual situación de emergencia planetaria y su solución debe concebirse mediante una reorientación global del desarrollo tecnocientífico, de la educación y de las medidas políticas para la construcción de un futuro sostenible.

Por otro lado la educación ambiental y para el desarrollo sostenible se está configurando en nuestra época como una de las necesidades más importantes de la formación de los ciudadanos y debe encaminarse hacia el fomento de actitudes positivas ante la conservación y degradación del entorno, tal como señalan varios autores, entre los que podemos destacar Hungerford y Peyton (1992), Terradas (1979) y Gasford (1989).

Respecto a los problemas de conservación y explotación de los recursos naturales, Margalef (1974) considera que deben enfocarse más desde un punto de vista educativo que formulando leyes y reglamentos.

La enseñanza de las ciencias en la educación primaria puede contribuir a que los niños desarrollen una actitud positiva respecto a los temas relacionados con ellas, lo que les podrá ayudar a una mejor inserción en la sociedad actual y futura, caracterizada por un fuerte componente científico y técnico (Harlen, 1987).

Desde hace mucho tiempo, los docentes nos hemos dedicado a indagar sobre cuestiones relacionadas con el agua, García y Castro (1990). El agua está presente en la vida cotidiana de nuestros alumnos, desde que se levantan hasta que se acuestan y también consumen productos en cuya elaboración está presente el agua.

Objetivos

- Conocer las ideas de los futuros profesores de primaria ante los problemas ambientales.
- Acercar al futuro profesorado y alumnado a la problemática ambiental buscando su motivación a través del uso metodologías activas.
- Conocer la situación actual ante el problema universal del agua.
- Fomentar actitudes positivas hacia el desarrollo sostenible.

Metodología

Esta actividad la hemos realizado con alumnado de 2º de Formación de Profesorado de Educación Primaria.

En la exploración previa a comenzar el desarrollo de actividades sobre la problemática del agua, les entregamos un dossier con artículos periodísticos referentes a esta temática, para posteriormente realizar un mapa conceptual sobre el tratamiento del agua en la educación primaria.

Posteriormente realizaron en pequeños grupos la búsqueda en Internet de contenidos referentes al uso del agua, para elaborar algunas actividades de aplicación en el aula.

Actividades

Las actividades propuestas son variadas y con ellas pretendemos que los futuros profesores puedan aplicarlas en el aula, utilizando una amplia variedad de recursos, fomentando la educación para el desarrollo sostenible. Las actividades propuestas son las siguientes:

1. *Selección de una noticia sobre la crisis del agua.*

Entregamos un dossier de noticias, publicadas en el diario El País los días 27, 28 y 29 de junio de 2005 sobre el agua. Constaba de tres noticias relacionadas con el consumo de agua. Las noticias eran: “El desierto que viene”, Pagar más, única medida para ahorrar” y “El fin del modelo de presa y trasvase”.

De las tres noticias, la elegida por la mayoría (77,78%) para comentar y trabajar fue la primera, la segunda la comentaron menos alumnos (22,22%) y la tercera no la eligió nadie.

Respecto a la elección de la primera noticia, exponen que les preocupa el tema de la sequía y los efectos que tiene sobre los seres vivos y los ecosistemas en general, considerando que es un buen tema para trabajar en los últimos cursos de primaria.

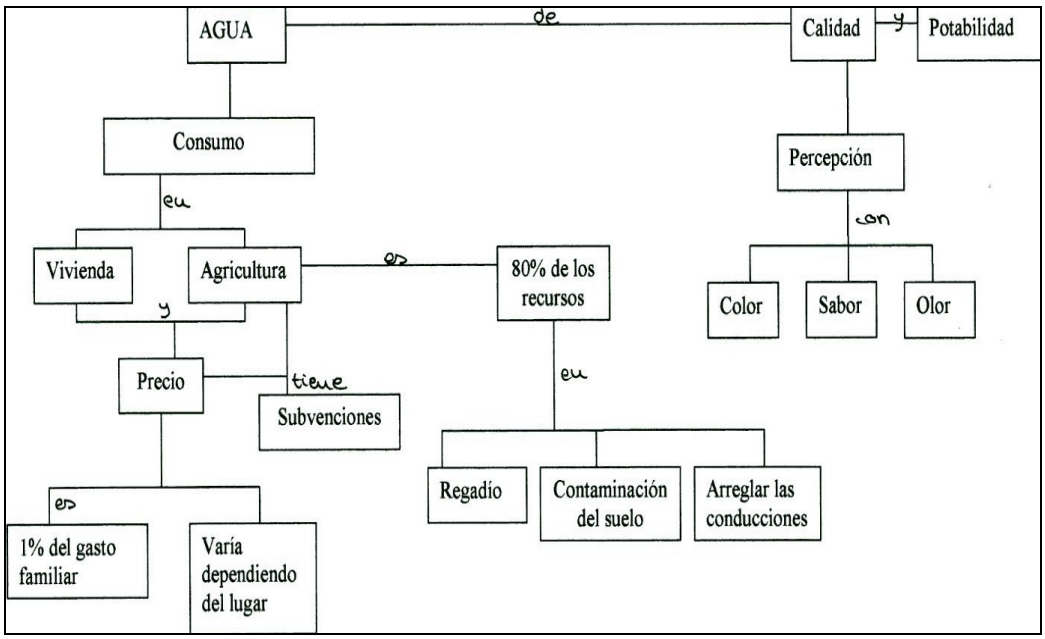
La segunda noticia la han seleccionado un grupo menor de alumnos, pensando que es un buen tema para trabajar sobre todo con los niños/as en cursos más bajos de primaria y de esta forma ir inculcando una actitud de consumo adecuado de agua.

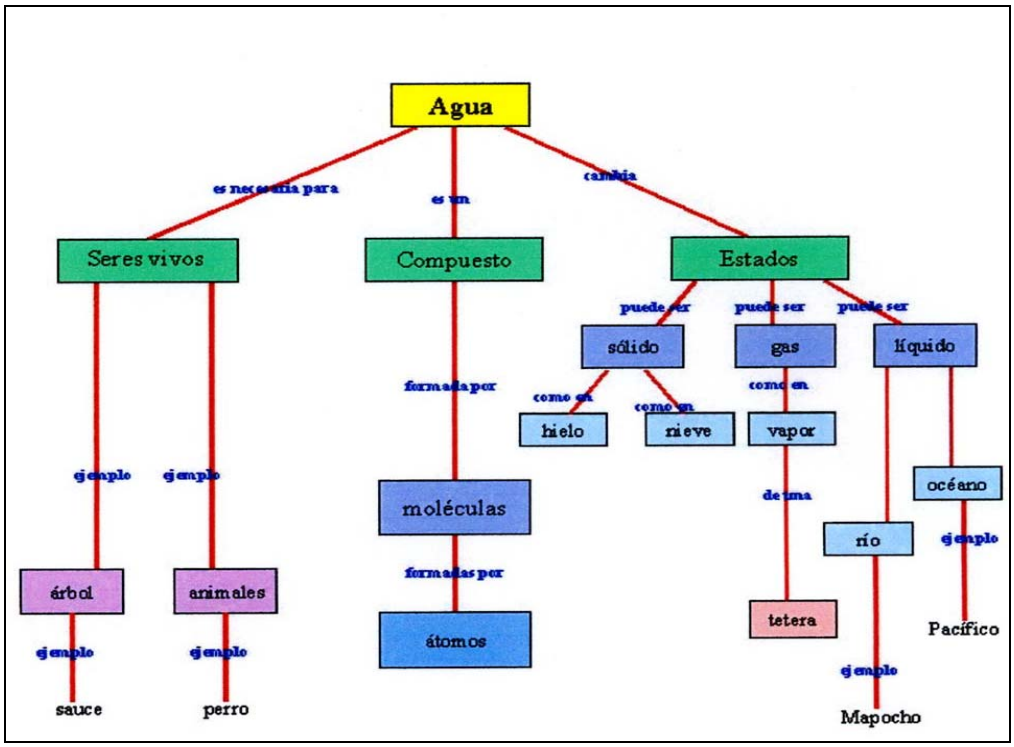
La última noticia, no ha sido seleccionada por ningún alumno, ya que se considera como menos motivadora para trabajar en primaria y en la puesta

en común del trabajo, todos la señalaron como más adecuada para secundaria.

2. *Ideas previas sobre el desarrollo del agua en la clase de primaria*.

Para detectar ideas previas, sobre la temática del agua y su desarrollo en Conocimiento del Medio Natural y Social, les pedimos que realizaran un esquema conceptual sobre el tema. Estos han sido variados y hemos seleccionado los dos más representativos sobre el tema.





3. *Búsqueda de información y actividades sobre el ciclo del agua*.

Aunque existe abundante información sobre este tema, les sugerimos que diseñaran actividades sencillas y representativas del ciclo del agua. Como ejemplo de las actividades propuestas, destacamos las siguientes direcciones de Internet, en la que aparecen gráficos, ejemplos y prácticas:

http://images.google.es/images?q=el+ciclo+del+agua&hl=es&lr=&sa=X&oi=images&ct=title
http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html
http://platea.pntic.mec.es/~iali/CN/elciclo.htm
http://www.windows.ucar.edu/cgibin/tour_def/earth/Water/water_cycle.sp.html

Utilizando estas fuentes de información, proponemos que los alumnos realicen estudios sobre el ciclo del agua.

4. *Actividad de Internet para llevar la problemática del agua al aula*: **¡Mójate!**

"Los medios de comunicación son unánimes estos días. Recogen una noticia preocupante: A la seguía que padecíamos se ha unido un problema nuevo: la contaminación de las aguas. Dicen que las condiciones higiénico-sanitarias del agua de ciertos ríos obligan a restringir su uso y consumo y que se precisan, a corto plazo, cuantiosas inversiones para la regeneración de las condiciones naturales. Unas consecuencias parecen inmediatas: él racionamiento del agua, la imposibilidad de emplearla para beber y la necesidad de elevar considerablemente su preció. Las condiciones se agravan en ciertas regiones y aguas abajo de las grandes ciudades."

Después de la lectura del texto, los alumnos realizarán un torbellino de ideas y puesta en común, sobre la problemática del agua.

Posteriormente se pueden plantear cuestiones sobre esta temática, para hacer un debate dirigido buscando información en la red.

http://water.usgs.gov/gotita/
http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html
http://icarito.latercera.cl/enc_virtual/geo_uni/geo fisica.htm
http://platea.pntic.mec.es/~iali/personal/agua/indice
http://webmin.temuco.cl/ambiente/agua.htm
www.intermonoxfam.org/page.asp?id=2141&idioma=1
www.jccm.es/edu/cp/mdecervan/WEB/CAZASDETESORO.htm

5. *Cálculo del gasto de agua utilizando Internet*.

Existe en la red numerosa información y programas para calcular el consumo de recursos naturales, respecto al agua hemos seleccionado estas direcciones:

http://www.aqualia.es/es/calculo_consumo/calculo_consumo.asp
http://tierra.rediris.es/hidrored/contenidos.html#AHORRO
http://natura.botanicalonline.com/testcastella.htm#semafor%vermell

Los alumnos utilizaran estos enlaces, para simular y/o calcular el consumo de agua en su casa, ciudad, colegio, etc.

6. *Construcción de maquetas sobre el agua en las ciudades.*

Pedimos a los alumnos que realizaran maquetas sobre la distribución del agua en las ciudades, la mayoría, elaboraron el diseño de distribución en una ciudad y destacó la que presentamos, en la que plantea la problemática del agua contaminada, en la que primeramente aparece agua contaminada por ácidos (vinagre) coloreada y al pasar por un filtro sale "depurada".

7. *Construcción de aparatos caseros relacionados con el agua*.

Proponemos el diseño de un desalinizador casero, para su construcción, como ejemplo de aprovechamiento del agua salada y un pluviómetro para el cálculo del agua de lluvia.

http://www.explora.cl/exec/cyt/experimento/ficha.e3?id=14
http://www.cientec.or.cr/ciencias/experimentos/instrumentos.html
http://www.practiciencia.com.ar/ctierrayesp/tierra/atmosfera/pluviome1/index.html

8. *Actividades y recursos de Internet para trabajar la problemática del agua en el aula:*
www.cnice.mee.es/enlaces/naturales.htm
http://www.aauasdeseviHa.com/infantil/infan/Dasat.html
http://www.mma.es/educ/ceneam/07audiovisuales/paainasweb2006/canal.htm
http://www.jmarcano.com/educa/curso/activ3.html
http://www.esmas.com/salud/home/recomendamos/430215.html
http://www.elcato.org/publicaciones/articulos/art-2005-08-30.html
http://www.ourplanet.com/imgversn/144/spanish/herfkens.htrnl
http://www.educared.net/PrimerasNoticias/uni/agua/uagua.htm
http://www.cyii.es/www/publico/index_esp.html

Estos recursos se pueden utilizar para la realización de trabajos, debates, etc. sobre el consumo de agua.

9. *Finalmente mostramos direcciones para realizar juegos on-line didácticos sobre el consumo de agua:*

   http://www.mma.es/educ/ceneam/07audiovisuales/paginasweb2006/canal.htm
   http://www.educalia.org/externs/aigua/s/gota_gota.html

Utilizando estas fuentes de la información, los alumnos pueden realizar actividades de juegos en red, para fomentar el uso de las TIC, utilizando temas de interés didáctico.

Conclusiones

Consideramos que con la realización de algunas de estas actividades, podemos conseguir de una forma amena que el alumnado de primaria tenga un buen conocimiento de la problemática del agua, considerándola como un recurso natural, necesario y al mismo tiempo resaltamos que la idea del papel que juega el agua en la vida sea reconocido, fomentando actitudes de consumo razonable de este recurso natural.

Para los futuros docentes, creemos que es beneficioso, disponer de modelos didácticos variados y puede ser útil para explicitar un posicionamiento personal que ponga de manifiesto su actitud positiva ante los problemas ambientales y en este caso, concretamente sobre el agua, como recurso no renovable.

A partir de la propuesta de enseñanza llevada a cabo, consideramos que obtuvimos un cambio de actitud positivo, en nuestros alumnos, futuros maestros, hacia el ahorro y consumo moderado del agua, ya que generamos debates interesantes en torno a este tema y se evidenció una tendencia hacia un análisis más profundo de los problemas ambientales.

Nos gustaría concluir señalando que debemos continuar con prácticas educativas de este tipo, para fomentar actitudes de respeto hacia los recursos naturales, favoreciendo el desarrollo sostenible.

Referencias bibliográficas

Castro, M.D. y García, A. (1993). El agua. *La Escuela en Acción*, Vol III, 19-21.

Castro, M.D. y García, A. (1995). El estudio limnológico de nuestra ciudad. *C.P.R.* 9: 70-71.

Chauveau, L. (2004). *Riesgos ecológicos. ¿Una amenaza evitable?*. México: Ed. Larousse.

García, A. y Castro, M.D. (1990). Didáctica para el estudio práctico del agua en las ciencias experimentales. *La Escuela en Acción*, Vol IX: 32-36.

Gayford, C.G. (1989). Science Education and the Environment. *Education in Science,* January: 22-23.

Harlen, W. (1987). *Teaching and Learning Primary Science.* England: Teachers College Press.

Hungerford, H.R., y Peyton, R.B. (1992). *Cómo construir un programa de educación ambiental*. Madrid: Los libros de la Catarata.

Krebss, G., Ogborn, J. y Martins, I. (1998). A satellite view of language: some lessons from science classrooms. *Language awareness, Special Issue: Metacomunication in Instructional settings,* 7 (2,3), pp (69-89).

Krebss, G., Jewitt, C., Ogborn, J. y Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal teaching and learning. The rhetorics of the science classroom.* Londres.

Lemke, J.L. (1998). Multiplying meaning. Visual and verbal semiotic in scientific text, en Martin, J.R. y Veel, R. (eds). *Reading Science*, pp (87-114). Londres: Routledge.

Margalef, R. (1974). *Ecología.* Barcelona: Omega.

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

Sarabia, B. (1992). El aprendizaje y a enseñanza de las actitudes, en Coll, C. et al. *Los contenidos en la reforma.* Buenos aires: Santillana.

Terradas, J. (1979). Ecología y educación ambiental. *Cuadernos de Biología.* Barcelona: Omega.

Vilches, A. y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia.*Madrid: Cambridge: University Press.

Un instrumento para evaluar propuestas puntuales de educación ambiental orientadas a la sostenibilidad

Alba Castelltort Valls (1) y Neus Sanmartí Puig (2)

(1) Educadora ambiental programa Agenda 21 Escolar
alba.castelltort@campus.uab.es
(2) Departamento de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona
neus.sanmarti@uab.es

Resumen: El instrumento que presentamos en esta comunicación es el resultado de un trabajo de investigación impulsado por el Ayuntamiento de Sabadell para mejorar la calidad de las propuestas educativas puntuales sobre sostenibilidad que se ofrecen en el marco de un programa de educación ambiental a los centros educativos de la ciudad. Aunque inicialmente el instrumento fuera diseñado para evaluar actividades de campo y visitas (de una mañana o un día) que tratan temáticas muy diversas –como la calidad del agua, los residuos sólidos urbanos, el desarrollo urbano, la biodiversidad de los espacios naturales de la zona etc- y que se dirigen a grupos de edades también muy diversos, consideramos que al mismo tiempo es un instrumento útil para orientar el diseño de nuevas propuestas didácticas puntuales vinculadas a la sostenibilidad.

Palabras clave: Sostenibilidad, educación ambiental, evaluación, instrumento, criterios

Title: An instrument to evaluate short environmental education activities towards sustainability

Abstract: The instrument that we introduce in this communication is the result of a research that was promoted by the city council of Sabadell. The main objective of this research was to increase the quality of the environmental education activities that organizations and institutions of the city offer to primary and secondary schools. This instrument was designed to evaluate short activities about different environmental issues -like quality of the water, the solid waste problem, urban development or about the biodiversity of the area etc. - but it was also useful to help organizations to design new environmental activities.

Keywords: Sustainability, environmental education, evaluation, instrument, criteria

Justificación

El concepto de educación ambiental es relativamente joven, surgido a principios de los años 70, pero su significado ha ido evolucionado en los últimos años, pasando de una visión más naturalística a unos planteamientos más actuales que hacen referencia a la capacitación para actuar desde modelos de vida sostenibles en relación al medio ambiente y a los cambios sociales y éticos (Breiting, 1999, Pujol, 2001; Meira, 2005).

Aun así, son varios los autores (Garcia, 2004) que apuntan que los cambios que se han producido en el campo de la educación ambiental han tenido lugar, sobre todo, a nivel de los marcos teóricos y en menor intensidad, sobre la práctica educativa.

Este hecho puede estar relacionado con la baja presencia de la evaluación de las propuestas didácticas vinculadas a la educación ambiental. En este sentido distintos autores como Thomson y Hoffman (2002) apuntan que los educadores ambientales, son expertos en el diseño de programas educativos pero no en realizar evaluaciones sobre las actividades que promueven.

Por este motivo, se consideró de interés elaborar un instrumento que recogiera criterios para evaluar las actividades puntuales (visitas, salidas de campo, talleres) diseñadas con la finalidad de educar ambientalmente, que posibilitaran a las instituciones y personas responsables de su diseño evaluarlas y regularlas. En especial, se buscó que estos criterios les ayudaran a iniciar una reflexión acerca de la visión de sostenibilidad (o educación ambiental) que se quiere promover a través de la propuesta didáctica y de la metodología educativa diseñada para ello, con la finalidad de facilitar la incorporación progresiva de modelos teóricos más actuales a la práctica educativa.

Marco teórico de referencia

El concepto de sostenibilidad es un concepto amplio, complejo, no bien definido, y que incluye temáticas muy diversas, desde aspectos relacionados con la movilidad hasta aspectos de carácter naturalístico. Por este motivo, el instrumento diseñado tenía que explicitar unos criterios que fueran comunes para orientar la reflexión de la diversidad de propuestas educativas existentes. Además, el instrumento tenía que reflejar y ser coherente con nuestro marco teórico de referencia pero al mismo tiempo debía ser adecuado para que personas no demasiado expertas lo pudieran utilizar para autoevaluarse.

El marco teórico de referencia, parte de un modelo de educación ambiental vinculado a la sostenibilidad y que favorece la formación de agentes activos de la sociedad dotados de capacidades para actuar a favor del ambiente (Sanmarti y Pujol, 2002). También tomamos como referencia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la perspectiva constructivista, puesto que consideramos que educar ambientalmente implica evolucionar de unos modelos iniciales hacia otros más complejos en los que la parte de actuación personal es un componente muy importante (Sanmarti, 1997). Pensamos que esta evolución de los modelos no se puede reducir sólo a la incorporación de nuevas informaciones o a la identificación de nuevas variables, sino que ha de implicar un cambio en el modelo global o, según Garcia (2004) de la cosmovisión. Y finalmente, un modelo evaluativo con una función formativa y orientado a la toma de decisiones para promover la regulación y mejora constante de las propuestas didácticas (Jorba, Sanmarti, 1996) .

El instrumento diseñado

El instrumento ADAPEA (Avaluació D'Activitats Puntuals d'Educació Ambiental[1]) se elaboró a partir de una revisión bibliográfica de estudios o trabajos similares (Tarín y Sanmarti (1997), Tourtillott y Britt (1994), Philippet y Piette (1998), Bonil et al (2002), Weissman y Llabrés (2001), Benayas et al (2000), Stokking et al (2003)) y una posterior selección y validación de los criterios. El instrumento recoge un total de 62 criterios que permiten evaluar, entre otros aspectos, los objetivos que plantean las propuestas educativas, las características de los contenidos que desarrollan, la metodología didáctica que utilizan y la evaluación que promueven (véase el instrumento). A cada criterio se le asigna un valor en función de si está presente o no en la propuesta analizada. El instrumento ADAPEA se aplicó de manera piloto en algunas propuestas educativas para ajustarlo y elaborar un instrumento definitivo. Con este instrumento definitivo, se hizo una evaluación externa de 48 propuestas didácticas vinculadas a la sostenibilidad con un carácter puntual a partir de la revisión de los materiales, las entrevistas y en una segunda fase, con las observaciones. Posteriormente, educadores de distintas instituciones y entidades de la ciudad de Sabadell utilizaron éste instrumento para evaluar sus actividades y para diseñar nuevas propuestas.

Instrumento ADAPEA

I. SOBRE LOS OBJETIVOS
I.1. En relación con los procedimientos (aprender a saber hacer)
1. ¿Ponen énfasis en el desarrollo intelectual del alumnado (capacidad de observar, identificar, recoger datos, ordenarlos, analizarlos, modelizarlos; la capacidad de relacionar diferentes fenómenos o elementos de una situación…)?
2. ¿Ponen énfasis en el aprendizaje de habilidades (capacidad para construir o utilizar un aparato, de representar las ideas principales en forma de imagen, esquema, gráfico…)?
3. ¿Ponen énfasis en el desarrollo de las capacidades sociales (capacidad para expresarse oralmente o por escrito, de comunicar ideas, de escuchar, consensuar, trabajar en grupo…)?
I.2 En relación con los conocimientos (aprender a saber)
1. ¿Facilitan la adquisición de los saberes necesarios para analizar/explicar situaciones o problemas del ambiente?
I.3 En relación con las actitudes y los valores (aprender a saber escoger y actuar)
1. ¿Se favorecen actitudes y valores como la equidad, la solidaridad (cooperación con el grupo, actitudes solidarias hacia el grupo y el entorno,...), la tolerancia (aceptación y valoración de las diferencias, comprensión de otros puntos de vista,...) o la autonomía (capacidad de escoger por uno mismo)?
2. ¿Se favorece la responsabilidad? (respetar el entorno próximo, adoptar pautas de comportamiento responsables para reducir el impacto ambiental de nuestras acciones….)
3.-¿Se favorece la toma de conciencia (sensibilizar hacia la temática estudiada y estima del entorno próximo)?

Tabla 1. Criterios vinculados con los objetivos definidos por los organizadores de la actividad

[1] Evaluación De Actividades Puntuales de Educación Ambiental

II. SOBRE LOS CONTENIDOS DE LAS ACTIVIDADES
II.1. En relación con la Educación Ambiental
1. ¿Se da una visión compleja de la temática ambiental estudiada? (visión sistémica, multicausalidad, pensamiento crítico…)
2.-¿Se ofrece oportunidades para que el alumnado analice las temáticas desde diferentes perspectivas (intereses de los actores implicados, variedad de opciones...)?
3.-¿Se promueve una visión de las relaciones de las temáticas o problemáticas estudiadas a nivel local y a nivel global? ¿Y sobre las relaciones Norte-Sur?
4.-¿Se favorece al alumnado el aprendizaje de:
4.1 ¿procesos o sistemas naturales u otros aspectos relacionados con el conocimiento de la naturaleza?
4.2 ¿factores que provocan problemas ambientales?
4.3 ¿cómo dependen las personas del ambiente?
4.4 ¿el impacto de las actividades humanas en el medio?
4.5 ¿la importancia de las acciones individuales y colectivas para proteger y gestionar el ambiente?
II.2. En relación con la adaptación del contenido al nivel de los alumnos
1. ¿Los contenidos son adecuados al nivel de los alumnos a quien van dirigidos?
2. ¿Las actividades/informaciones utilizan un lenguaje adaptado a los alumnos?
3.-¿Los contenidos tienen en cuenta la diversidad de alumnos y escuelas, culturas, etnias, género?
II.3. En relación con la calidad del contenido escrito
1. ¿Se da una visión válida desde el punto de vista científico de los hechos analizados?
2. ¿Las relaciones entre los diferentes contenidos son explicadas?
3. ¿Las informaciones son expresadas en un lenguaje que los alumnos pueden comprender?
4. ¿Los textos son correctos desde el punto de vista sintáctico y ortográfico?
5. ¿Las informaciones y los datos están actualizados?
6. ¿El documento contiene tablas, gráficos, mapas y/o fotografías, videos, TICs?
7. ¿El documento contiene un glosario que recoja las definiciones de los conceptos nuevos?

Tabla 2. Criterios vinculados a las características de los contenidos de las actividades

III. SOBRE LOS MÉTODOS PEDAGÓGICOS
III.1. En relación con el desarrollo de la actividad
1. ¿Se parte del estudio de temáticas ambientales del contexto que pueden ser relevantes para el alumnado, teniendo en cuenta su edad y conocimientos?
2. ¿Los objetivos de la actividad se hacen explícitos y se busca compartirlos con los alumnos (estimulan, plantean retos)?
3. ¿Se intenta conocer qué saben los alumnos sobre la temática?
4. ¿Se utilizan estrategias de pedagogía activa, el aprendiz es un actor de su formación (se favorece un trabajo en equipo, los debates, la toma de decisiones, la asunción de

responsabilidades...)?
5. ¿Se promueve el aprendizaje de los "porques" más que la transmisión de información?
6. ¿Se proponen al alumnado tareas motivadoras, que puedan interesar realizarlas?
7. ¿Se observa la realidad ambiental y se extraen datos o se identifican evidencias?
8. ¿Se analizan los datos y se utilizan para fundamentar la argumentación?
9. ¿Se hace un análisis sobre posibles consecuencias o incidencia en la vida cotidiana de los datos obtenidos y se proponen soluciones?
10. ¿Se proponen tareas de síntesis que ayuden a interrelacionar todo aquello que se ha trabajado?
11. ¿Se proponen tareas para aplicar lo aprendido a otros contextos o situaciones?
12. ¿Se dispone de material didáctico variado y de calidad para la realización de la actividad (diapositivas, mapas, transparencias, audiovisuales,...)?
III.2. En relación con los materiales didácticos para el alumnado
1. ¿La calidad estética de los documentos es buena?
2. ¿Los documentos presentan elementos a valorar de su presentación (originalidad, color, uso de papel reciclado...)?
3. ¿Los textos presentan un estilo vivo y dinámico (directo, personal, cuestiones, frases cortas)?
4. ¿Las informaciones y las tareas, se proponen con criterios de ordenación coherentes?
5. ¿Las distintas tareas promueven estrategias de aprendizaje variadas, como:
5.1 la lectura y la interpretación de información (textos, gráficos…)
5.2 responder preguntas del cuestionario o del guión de trabajo
5.3 realizar alguna actividad práctica (tomar datos de la vegetación, analizar la calidad del agua, observar animales o pájaros,...)
5.4 realizar ilustraciones, esquemas…
5.5 la combinación del trabajo en grupo y el trabajo individual
5.6 argumentar sobre las temáticas ambientales (expresar opiniones y puntos de vista)
6. Las ilustraciones que se incluyen ayudan a...:
6.1 ¿comprender aquello que es nuevo o concretar las informaciones?
6.2 ¿identificar/reconocer aspectos de la realidad?
6.3 ¿motivar al alumnado?

Tabla 3. Criterios vinculados con los métodos pedagógicos

IV. SOBRE LA EVALUACIÓN-REGULACIÓN
IV.1 En relación con el contexto con el que conecta la actividad
1. ¿La actividad se relaciona con el currículum escolar de los alumnos a los que está dirigida y posibilita establecer conexiones y regular aprendizajes?
2. ¿La temática tratada es relevante en relación al contexto del alumando y puede ayudar a revisar las percepciones y conocimientos previos?
3. ¿El ambiente físico donde se realiza la actividad es apropiado para el aprendizaje y favorece la reflexión?
IV.2 En relación con el trabajo previo y posterior
1. ¿Se realizan actividades previas monitorizadas por la entidad organizadora que ayuden a los alumnos a identificar sus objetivos y los conocimientos que deberían 'activar' en la

visita?
2. ¿Se plantean actividades previas o posteriores a la actividad que ofrece el programa con la finalidad de regular los conocimientos de todo tipo del alumnado?
3. ¿Se contempla la posibilidad de un trabajo o contacto previo con la escuela que realizará la actividad para compartir puntos de vista e informaciones que puedan favorecer que la actividad sea útil para aprender?
4. ¿Se facilita un dossier con informaciones complementarias para el profesorado para ayudar a identificar las finalidades de la actividad y favorecer que se prepare previamente con los alumnos y se revise posteriormente?
IV.3 En relación con la evaluación a lo largo del proceso y de los resultados
1. ¿Se prevén formas de reconocer indicadores sobre si la actividad está 'funcionando' y de actuar en función de ellos?
2. ¿Se prevén sistemas para promover que el alumnado reconozca que ha aprendido?
3. ¿La actividad incluye estrategias para conocer la valoración de los profesores con la finalidad *real* de identificar sus puntos de vista y de regular su diseño?
4. ¿La actividad incluye estrategias para conocer la valoración de los alumnos con la finalidad *real* de identificar sus percepciones y regular su diseño?
5. ¿Se prevé realizar una evaluación de la actividad por parte de los educadores?

Tabla 4. Criterios vinculados con la evaluación-regulación

Resultados y análisis

Los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento y su análisis posterior nos ha permitido identificar el conjunto de aspectos que se deben reforzar o potenciar en estas actividades puntuales de educación ambiental y también, cuáles son los aspectos que pueden ser mejorados.

Los aspectos que en conjunto se destacan positivamente de las actividades analizadas son los que hacen referencia a la integración curricular, la adaptación de los contenidos, el ambiente físico dónde se desarrolla la propuesta educativa y la calidad de los materiales didácticos u otros materiales escritos.

En cambio, el conjunto de aspectos que sería necesario revisar son los que se relacionan con la visión de educación ambiental promovida y con la planificación y el desarrollo de la sesión. Por ejemplo, detectamos cierta tendencia en vincular la Educación Ambiental a la transmisión de conocimientos-informaciones sobre temáticas de carácter ambiental o sobre el entorno próximo para promover, como consecuencia, valores y actitudes favorables al medio ambiente (sensibilización, responsabilidad, autonomía, solidaridad etc. …). Tampoco se vincula, en la mayoría de las actividades, al desarrollo de habilidades como, por ejemplo, la de saber argumentar en base a evidencias o trabajar en equipo.

También hemos detectado que a pesar de que en muchos casos se suelen utilizar estrategias de pedagogía bastante activas y realizar tareas atractivas y variadas, la secuencia de tareas a realizar no está planificada para facilitar la construcción de los conocimientos. También hemos detectado que las entidades y/o instituciones que organizan estas actividades no evalúan y regulan qué aprenden los alumnos, ni la calidad de su propuesta.

Reflexiones finales

Los resultados y las conclusiones de éste trabajo[2] nos muestran que el instrumento ADAPEA se ha mostrado útil para evaluar propuestas de educación ambiental que tienen un carácter puntual y que se ofrecen a las escuelas por parte de entidades e instituciones de su entorno. El instrumento y los resultados obtenidos fueron comunicados y compartidos con los educadores ambientales de las entidades implicadas. En una de las reuniones de la Comisión de Educación Ambiental del Ayuntamiento de Sabadell pudimos comprobar que el instrumento tuvo una buena acogida entre las entidades ya que varias de ellas lo utilizaron para revisar algunas de sus propuestas educativas y en algún caso, para orientar el diseño de nuevas. También hemos podido comprobar como el instrumento les ha sido útil para identificar criterios y estrategias generales que les han posibilitado introducir cambios orientados a la mejora de las actividades. Un indicador de ello ha sido el hecho que se solicitara una sesión de formación específica sobre algunos aspectos que en los resultados aparecían como poco desarrollados o poco contemplados en éste tipo de actividades. Fue el caso, por ejemplo, del trabajo que se hizo para profundizar en la necesidad de dedicar un espacio de tiempo para sintetizar lo trabajado en la sesión y en el conocimiento y análisis de posibles estrategias para promover este proceso.

Aun cuando somos conscientes de que no es fácil promover cambios por medio de una evaluación externa pensamos que instrumentos como el que hemos presentado favorecen que los organizadores autoevalúen y reflexionen sobre sus propuestas educativas tanto a nivel de objetivos y de contenidos como de métodos pedagógicos.

Referencias bibliográficas

Ajuntament de Sabadell (2004) *Criterios de calidad.* Disponible en:

http://www.sabadell.net/Cat/EducacioAmbiental

Benayas, J.; Blanco, R. y Gutiérrez, J. (2000). Evaluación de la calidad de las visitas guiadas a espacios naturales protegidos. Tópicos en Educación Ambiental, 2 (5), 69-78.

Bonil, J.; Casadellà, J.; Espinet, M.; Fabregat, M.; García, P.; Gómez A.; Izquierdo, M.; Marquez, C.; Martí, J.; Orellana, M.L.; Pujol, R.M.; Roca, M.; Sanmartí, N.; Tarín, R.M.; Tomàs, C. (2002). *Indicadores de evaluación, características de un estudio ambientalizado*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Grup Complex UAB. Departament de Didàctica de les Ciències. Document no publicat.

Breiting, S. (1999). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental En F. HERAS; M. GONZALEZ (ed.) *30 Reflexiones sobre educación ambiental*. (pp. 59-74) Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

Castelltort, A. y Sanmartí, N. (2003). *Avaluació de les activitats relacionades amb l'educació ambiental que es promocionen des de*

[2] Véase la cita del estudio en referencias bibliográficas (Castelltort y Sanmartí, 2003 y 2004)

l'Ajuntament de Sabadell (primera fase). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Document no publicat.

Castelltort, A. y Sanmartí, N. (2004). *Avaluació de les activitats relacionades amb l'educació ambiental que es promocionen des de l'Ajuntament de Sabadell (segona fase*). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Document no publicat.

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

Jorba, J; Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Meira, P.A. (2005). La dimensión política de la educación ambiental a la luz de la catástrofe del Prestige. En A. TORRAS (coord.) *L'educació ambiental en xarxa, VIè Fòrum 2000+4*. Barcelona: Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona i Societat Catalana d'Educació Ambiental, p. 15-29.

Philippet, C. y Piette, S.-A. (1998). *L'elaboration d'une grille d'evaluation des outils d'ErE*. Fondation Universitaire Luxembourgeoise. Document no publicat

Sanmartí, N. (1997). L'educació ambiental a l'escola: reflexions des de l'àrea de ciències experimentals. En: Franquesa, T.; Pujol, R.M.; Tarin, R.M.; Torras, A. y Sanmartí, N. (1997). *L'educació ambiental a l'escola: noves línies de reflexió i actuació.* Barcelona: Dossiers Rosa Sensat, 54.

Pujol, R.M. (2001). Sociedad de consumo y problemática ambiental. Documentos del curso del Doctorado Interuniversitario de Educación Ambiental. Universitat Autònoma de Barcelona: Documento no publicado.

Sanmartí, N. Pujol, R.M. (2002). ¿Qué comporta "capacitar para la acción" en el marco de la escuela? *Investigación en la escuela*, 46, 49-53.

Stokking, K.; Aert, L.; Meijberg, W. y Kaskens, A. (2003). *L'avaluació de l'educació ambiental*. Barcelona: Editorial Graó, Monografies d'Educació Ambiental 9, Societat Balear d'Educació Ambiental i Societat Catalana d'Educació Ambiental.

Tarín R.M.; Sanmartí, N. (1997). L'apprentissage et la régulation à traves des situations problèmes. *Environnement et Société,* 19, 59-66.

Thomson, G. y 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). Disponible en: www.sierraclub.ca/bc/programs/education/educators/resources/Measure_Success_of_EE_Final.pdf

Tourtillott, L. y Britt, P. (1994). *Evaluación de materiales de educación ambiental*. Caja de herramientas de Educación Ambiental. Manual de recursos para talleres. NAAEE (North American Association for Environmental Education).

Weissmann, H. y Llabrés, A. (2001). *Guia per a fer l'Agenda 21 Escolar*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.

El problema actitud-conducta y su relación con la educación ambiental

Luis Mª Rodríguez Barreiro[1] y Rosario Fernández Manzanal[2]

1 Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Zaragoza, luisroba@unizar.es; 2 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza, roferma@unizar.es

Resumen: En esta comunicación se presenta un estudio sobre las actitudes ambientales de los estudiantes de la Universidad de Zaragoza y su relación con las conductas favorables a la protección del medio. Mediante el modelado de ecuaciones estructurales se ha puesto a prueba un modelo causal que relaciona dos de los componentes de las actitudes, los denominados *Formación* e *Intención de conducta*, con las *acciones* de carácter sostenible.

Palabras clave: educación ambiental, actitudes ambientales, conductas, modelos de ecuaciones estructurales

Title: Moderators of Attitudes and Environmental Behaviour

Abstract: The theme of this paper is about environmental attitudes and its relation with environmental behaviour. First, we have evaluated environmental attitudes and actions with a sample of the university students. After, we have established a causal model to relation two components of the attitudes, formation and intention of behaviour, with sustainable actions.

Key words: Environmental education, attitudes, environmental behaviour, structural equation modelling

Introducción

"El concepto de actitud es probablemente la idea más distintiva e indispensable de la psicología social". Estas palabras, pronunciadas en 1935 por el célebre psicólogo de Harvard Gordon Allport, reflejan el decisivo papel que las actitudes han desempeñado en el desarrollo de dicha disciplina. Papel que sigue vigente, y no sólo en psicología, sino en el ámbito de las ciencias sociales en general. Hay varias razones para ello. Una de las principales reside en el denominado "problema actitud-conducta", el cual aborda la cuestión de en qué medida nuestras actividades mentales internas se relacionan con nuestro comportamiento manifiesto.

Hasta hace bien poco la investigación acerca de las actitudes se había desarrollado en campos como prevención de adicciones, salud, acoso sexual, racismo, publicidad, etc. Hoy en día, sin embargo, el análisis de las actitudes ambientales constituye uno de los ámbitos más fructíferos. En este campo se han aportado importantes contribuciones teóricas generales a la comprensión de la formación y funciones de las actitudes (Ajzen, 2001; Ajzen y Fishbein, 2000; Courtenay-Hall y Rogers, 2002; Stern, Dietz, Abel,

Guagnano, y Kalof, 1999; Zelezny y Schultz, 2000). Sin duda, la magnitud y extensión de los problemas ambientales nos ha puesto en situación de "alarma", sobre todo, porque de forma directa o indirecta la acción humana es, precisamente, la responsable de gran parte de los cambios ecológicos y ambientales.

Marco teórico

Las actitudes son predisposiciones a responder a alguna clase de situación u objeto con determinados comportamientos. Se trata de variables latentes –no observables- y relativamente estables. Han de inferirse de respuestas mensurables –a escalas tipo Likert, por ejemplo- y reflejan una evaluación global positiva o negativa del objeto de la actitud.

El modelo de tres componentes de las actitudes sostiene que éstas constan de tres partes diferenciadas. La primera es el componente cognitivo: consiste en las percepciones y la información que la persona posee sobre el objeto –sus cogniciones-. La segunda estriba en el componente afectivo o emocional, es decir, los sentimientos respecto al objeto. Cogniciones y sentimientos se acompañan de las intenciones para actuar de ciertos modos hacia el foco de la actitud, el tercer componente.

Azjen y Fishbein (1980) arguyen que el determinante inmediato de una acción es la intención de llevar a cabo dicha conducta. Pero para comprender por qué las personas mantienen ciertas intenciones y realizan determinadas acciones hay que examinar otros dos antecedentes: las actitudes y sus percepciones de las normas sociales. Azjen (1988) ha sugerido una posible ampliación de la TRA para incluir comportamientos no previstos inicialmente, lo que ha dado lugar a la teoría de la acción planificada.

Problema y objetivos de la investigación

El problema primordial que se ha planteado en esta investigación radica en estudiar la posible existencia de un modelo que represente las relaciones causales entre actitudes y conductas ambientales. En la búsqueda de una solución a esta pregunta, los objetivos del trabajo se han graduado en dos estadios:

a) Determinar la significación y el contenido de las relaciones de la actitud con la conducta.

b) Considerar la validez de un modelo causal que conecte las actitudes con el comportamiento.

Se trata, en esencia, de comprobar la extensión en que las variables que conforman las actitudes –cogniciones y sentimientos- influyen en las intenciones y en las acciones y conductas ambientalistas. Para ello se ha empleado una metodología de investigación novedosa, los modelos de ecuaciones estructurales. Este enfoque resulta, como veremos enseguida, muy apropiado para el estudio de las relaciones entre variables latentes.

Instrumentos

Esta investigación forma parte de un estudio más amplio sobre las actitudes ambientales de los estudiantes de la Universidad de Zaragoza. El trabajo se ha desarrollado en varias etapas. En la primera se diseñaron y validaron los dos instrumentos empleados aquí: un cuestionario de actitudes y un cuestionario de conductas. El cuestionario de actitudes es una escala tipo Likert que consta de 4 categorías o componentes y 20 enunciados que se presentan en el anexo adjunto. El cuestionario de conductas consta de 11 ítems con dos posibles opciones de respuesta: Sí y No. El proceso de validación se ha llevado a cabo por medio de una doble vía: a) binomio fiabilidad-análisis factorial exploratorio; b) análisis factorial confirmatorio. Todo ello garantiza la calidad de los instrumentos de medida, requisito fundamental para el modelado de ecuaciones estructurales.

Participantes

En la etapa de validación de la escala de actitudes participaron 329 alumnos y alumnas. El cuestionario se pasó después a 623 estudiantes con el fin de realizar distintos análisis: comparaciones entre cursos, facultades, según género, etc. Pues bien, de éstos últimos se han extraído al azar unos 100 casos, con el fin de que, una vez completados los cuestionarios de conductas, se pudiera poner a prueba la relación actitudes-comportamientos. Los estudiantes de la muestra pertenecen a los primeros y últimos cursos de 10 Facultades o Centros de la Universidad de Zaragoza, distribuidos entre sus tres *campus*: Huesca, Teruel y Zaragoza.

Metodología

El primero de los objetivos de la investigación, esto es, el análisis de la posible influencia de los factores que componen la escala de actitudes, su poder predictivo sobre el comportamiento que denominamos ambientalista, se ha estudiado por medio de un análisis de regresión lineal múltiple. Esta técnica permite dos grandes clases de aplicaciones, según se centren en la predicción o en la explicación. En la vertiente predictiva de esta técnica, la combinación lineal de las variables independientes –los factores de la escala- se dirige a maximizar la estimación de la variable dependiente –el comportamiento- y es un predictor del poder explicativo de la variable dependiente por las variables independientes (Gil Pascual, 2003).

A la hora de plantear un modelo de regresión, el método seguido para seleccionar las variables independientes es el de pasos sucesivos. En éste, las variables se examinan en cada paso para ver si entran en el modelo de acuerdo con los criterios de entrada y salen de él con los de salida. Ambas clases de criterios se especifican a priori. El proceso acaba cuando no hay más variables que entren o salgan del modelo.

Para abordar el segundo de los objetivos, centrado en la posibilidad de construir un modelo causal que refleje con mayor claridad la relación entre las actitudes y el comportamiento ambiental, se ha recurrido a los modelos de ecuaciones estructurales. Veamos en qué consiste este enfoque.

Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM: *structural equation modeling*) constituyen una poderosa herramienta de análisis multivariante

en la investigación no experimental. Se trata de una metodología estadística para el estudio de las relaciones causales entre diversas variables, siempre que tales relaciones sean de tipo lineal. El término modelos de ecuaciones estructurales expresa dos aspectos fundamentales del procedimiento: a) que las relaciones causales se representan por medio de ecuaciones estructurales (de regresión); b) que estas relaciones estructurales se pueden modelar de forma gráfica –diagrama–, lo que permite una conceptualización más clara de la teoría objeto de estudio.

Hay cuatro aspectos principales que distinguen los modelos de ecuaciones estructurales de la mayoría de los procedimientos multivariantes (Byrne, 2001). Primero, el enfoque confirmatorio (en lugar de exploratorio) que adoptan. Al obligar al investigador a formular *a priori* el patrón de relaciones, SEM permite el análisis de los datos con fines inferenciales (y no sólo descriptivos). Segundo, la posibilidad de estimar los errores de medida tanto en las variables independientes como en las dependientes, algo que no es posible en el modelo general lineal. Tercero, la incorporación no sólo de variables observables, sino también de variables no observables (constructos, latentes). Por último, la falta de métodos alternativos para modelar relaciones multivariables o para estimar los efectos indirectos entre variables, características propias de la metodología SEM.

Resultados

Veamos de forma muy breve y esquemática algunos de los principales resultados obtenidos en cada caso. Recordemos, antes de nada, las variables implicadas. Los componentes de las actitudes son cuatro: 1. Necesidad de formación sobre problemas ambientales (*Formación,* C1). 2. Importancia de las salidas al medio y las actividades de campo para la EA (*Salidas al campo,* C2). 3. Contaminación del medio y necesidad de conservación (Conservación, C3). 4. Disposición a actuar para la protección del ambiente (*Intención,* C4). La variable dependiente es la conducta manifiesta. Para una descripción detallada véase Fernández *et al.* (2005)

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
3	Regresión	11,391	3	3,797	15,206	,000(c)
	Residual	16,481	66	,250		
	Total	27,871	69			

Tabla 1. Contraste de la hipótesis R = 0 mediante ANOVA

El análisis de regresión múltiple ha generado tres modelos. El mejor de ellos incluye tres variables de acuerdo con este orden de entrada: *Intención* (C4), *Formación* (C1) y *Salidas* (C2). El valor de R cuadrado corregida, valor que suele emplearse para evitar la sobrestimación de R en la población, nos indica que estos tres predictores explican el 38,2% de la variabilidad del criterio. Además, el contraste de la hipótesis R = 0 del coeficiente de correlación múltiple –Tabla 1– nos lleva a constatar la presencia de diferencias significativas y, por tanto, a sugerir que existe relación entre los mencionados componentes de la escala, C4, C1 y C2, y el comportamiento adecuado desde un punto de vista ambiental. La contribución de la cuarta variable, *Conservación*, no es relevante.

Pero centrémonos ya en el segundo objetivo, en nuestro posible modelo causal. En su formulación hay que tener en cuenta dos consideraciones iniciales. En primer lugar, el marco teórico que ha propiciado la construcción de la escala de actitudes, esto es, la teoría de la acción razonada de Azjen (2001). Según ésta, el factor Intención de conducta juega un papel mediador entre el resto de factores y la conducta, lo que se tendrá que reflejar en el modelo de partida propuesto (modelo base). En segundo término, los resultados del análisis de regresión múltiple, que aconsejan no incluir el factor Conservación en dicho modelo, ya que su contribución a la varianza de la variable criterio es muy baja.

En consecuencia, el modelo base que se propone es el de la figura 1. El diagrama muestra dos variables exógenas, *Formación* y *Salidas*, una endógena, *Intención de conducta*, y la variable dependiente, *Conducta*. Cada uno de los factores latentes es estimado por sus respectivos indicadores o variables observables (los ítems de las escala encerrados en rectángulos), de ahí las flechas que cada constructo envía a sus indicadores. También aparecen encerrados en circunferencias los errores de medida, variables aleatorias no observables que aglutinan todos los efectos no considerados en el sistema y que pueden estar afectando a la medida de la variable a la que influyen (Ruiz, 2000).

Además, el modelo propone una serie de rutas causales que incluyen tanto efectos directos como indirectos. En efecto, el factor *Intención de conducta* se ha situado como variable moduladora, de modo que: 1) Suponemos que el factor *Formación* influye directamente sobre la conducta, pero también a través de la *Intención de conducta*, la cual potenciará o atenuará ese efecto indirecto. 2) Formulamos la hipótesis de que el factor *Salidas* actuará, en principio, directa e indirectamente –a través de la *Intención de conducta*– sobre la *Conducta*.

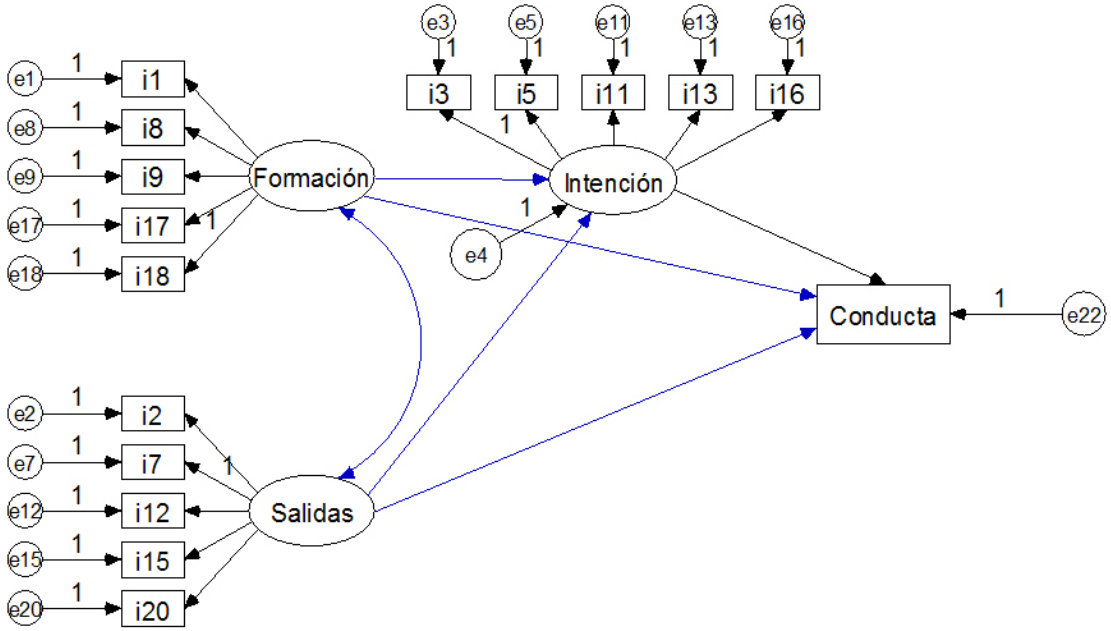


Figura 1. Modelo de partida para el análisis estructural

La estimación de parámetros y la validación del modelo se han llevado a cabo con el programa AMOS (*Analysis of Moment Structures*), versión 5. En particular, una de sus herramientas, *Specification search,* permite usar SEM como una técnica a mitad de camino entre la perspectiva exploratoria y la que persigue la pura confirmación. El interés fundamental reside sobre todo en la comparación de diversos modelos, no en la evaluación de un modelo concreto. A tal fin, AMOS proporciona varios instrumentos que permiten ajustar los modelos propuestos, así como elegir entre ellos de acuerdo con tres de sus propiedades: ajuste, parsimonia y significado teórico (Arbuckle, 2003).

Volviendo a nuestro modelo, es probable que algunas de estas flechas no sean necesarias. La aproximación Specification search permite marcarlas como opcionales, lo que nos ayudará a decidir cuáles de los efectos dibujados resultan prescindibles. Cuando hay una flecha opcional, AMOS ajusta el modelo tanto con ese efecto como sin él. Si se han dibujado varias, cinco en nuestro diagrama, el programa ajusta el modelo 25 = 32 veces, empleando todos los subconjuntos posibles de flechas opcionales.

Una vez realizada la estimación de los parámetros, AMOS proporciona una serie de índices con fines comparativos. Consideraremos sólo dos de ellos, las versiones reescaladas de BIC (criterio de información de Bayes) y BCC (criterio de Browne-Cudeck), ya que los resultados que se obtienen con el resto son similares. De acuerdo con el primero, el mejor modelo es el que sólo incluye los factores *Formación* e *Intención de conducta* y la variable observable *Conducta* –numerado con un 7 por el programa-, relacionadas por una relación causal indirecta –Tabla 2–. Según el segundo criterio, BCC0, este modelo ocuparía la segunda posición, si bien el primero presenta un problema con la varianza negativa de un error de medida.

Modelo	Parámetros	gl	C	C - gl	BCC0	BIC0	C / gl	p	Notas
7	33	103	163,328	60,328	2,777	0,000	1,586	0,000	-

Tabla 2. Características del mejor modelo

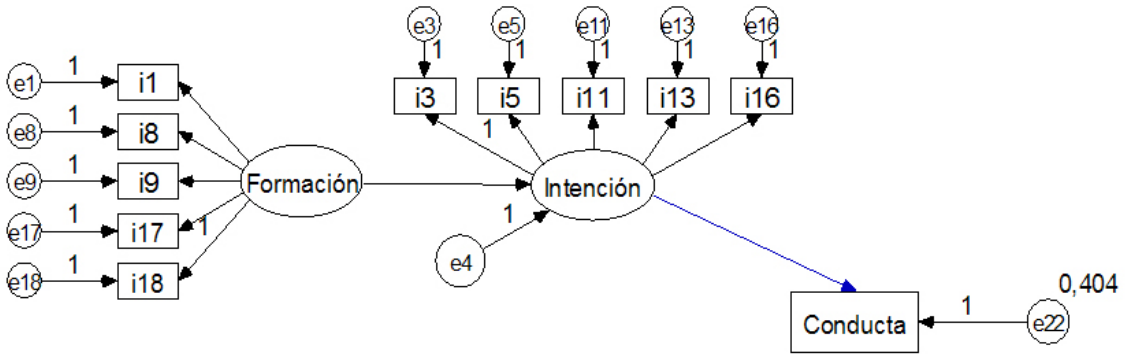


Figura 2. Modelo selecionado.

En consecuencia, el modelo más plausible es el que se recoge en la figura 2. Este modelo ha sido estimado, modificado y evaluado de nuevo. Los

resultados obtenidos se presentarán durante la celebración de los *Encuentros*.

Conclusiones

Las conclusiones se pueden resumir de acuerdo con el doble objetivo propuesto. Por una parte, existe una relación significativa entre tres de los factores o componentes de la escala, *Formación*, *Salidas* e *Intención*, y la variable criterio, *Conducta*. Los tres predictores explican el 38,2% de la variabilidad del comportamiento, un porcentaje razonable a raíz de los supuestos teóricos resumidos en los primeros epígrafes. Además, estos resultados nos han abierto una puerta para establecer un modelo causal actitud-conducta.

En efecto, se ha puesto a prueba un modelo causal de las relaciones entre actitudes y conductas ambientales. Su diagrama muestra la presencia de un efecto indirecto desde uno de los factores de la escala, *Formación*, a la variable criterio, *Conducta*. Tal influencia se ve modulada por un segundo factor, *Intención*. El modelo reúne las características adecuadas, en cuanto a significación teórica, ajuste y parsimonia. De acuerdo con los datos, la varianza de Conducta queda explicada en un 34,85% (la *Intención*, por su parte, en un 64,3%).

Asimismo, el modelo viene a reforzar el interés de los conocimientos. La mayoría de los investigadores resaltan la importancia de los aspectos cognitivos de la actitud. Nuestra investigación los ha evaluado como un componente de las actitudes (*Formación*). Su relevancia se ha puesto doblemente de manifiesto. Por un lado, los estudiantes expresan de modo directo y sin ambages la necesidad de conocer y estudiar los problemas ambientales. De otro, el modelo causal confirma la esperada relación entre dicho deseo y el despliegue de comportamientos sostenibles. Ambos datos constituyen un buen argumento para orientar la planificación de los currículos universitarios hacia la ambientalización.

Referencias

Arbuckle, J.L. (2003). *Amos 5.0 update to the Amos user's guide*. Chicago: SmallWaters.

Azjen, I. (1988). *Attitudes, personality and behaviour*. Chicago: Dorsey Press.

Ajzen, I. (2001). Nature and Operation of Attitudes. *Annual Review Psychology*, 52, 27-58.

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

Ajzen, I. y Fishbein, M. (2000). Attitudes and the attitude-behavior relation: reasoned and automatic processes. En Stroebe, W y Hewstone, M. (Eds.). *European Review of Social Psychology*. Chichester, England: Wiley.

Byrne, B. M. (2001). *Structural equation modelling with Amos. Basic concepts, applications and programming.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Courtenay-Hall, P. y Rogers, L. (2002). Gaps in Mind: problems in environmental knowledge-behaviour modelling research. *Environmental Education Research*, 8 (3), 283-297.

Fernández Manzanal, R, Carrasquer J., Rodríguez Barreiro, L. Mª., Hacar, F. y Del Valle, J. (2005). Factores que intervienen en la educación ambiental. Un modelo para la evaluación de las actitudes ambientales de los estudiantes universitarios. En Fernández Manzanal, R., Carrasquer, J. y Gil, Mª. J. (Coords.). *Un debate necesario. Universidad y medio ambiente*, R., pp. 9-74. Prensas Universitarias/ Universidad de Zaragoza.

Gil Pascual, J.A. (2003). *Métodos de investigación en educación. Vol. III. Análisis multivariante.* Madrid: UNED.

Ruiz, M. (2000). *Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales.* Madrid: UNED.

Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., y Kalof, L. (1999). A Value belief-norm teheory of support for social movements: The case of environmental concern, *Human Ecology Review*, 6, 81-97.

Zelezny, L., y Schultz, P.W. (2000). Theory and research on environmental attitudes and behavior. (Special Edition), *Journal of Social Issues*.

Anexo. Enunciados de los items de la escala de actitudes

1. La educación ambiental de los ciudadanos no puede ayudar a solucionar los problemas ambientales, sólo la tecnología puede hacerlo.

2. En la Universidad se debieran programar más actividades de campo porque contribuyen a comprender mejor la materia.

3. Estoy dispuesto a consumir menos y a prescindir de algunas comodidades si con ello ayudo a proteger el ambiente.

4. Creo que se está exagerando mucho respecto a los problemas ambientales, en la naturaleza todo se equilibra con el tiempo.

5. Cuando compro un producto, valoro el tipo de envase y escojo el que sea reciclable.

6. El progreso de una comarca no debe detenerse con la excusa de proteger a unas aves.

7. Me gusta participar en las actividades de campo porque es una buena manera de comprender el medio en que vivo.

8. Creo que cada vez es más necesaria la información para conocer la repercusión de nuestros actos sobre el ambiente.

9. Procuro elegir asignaturas que tratan temas relacionados con el ambiente porque considero que no sé suficiente.

10. Hoy en día las leyes regulan y los gobiernos controlan tanto que se contamina muy poco.

11. Si tengo que elegir entre la construcción de una autopista y la protección de una especie de planta, elijo la autopista.

12. Las actividades de campo contribuyen a estar más relacionado con la naturaleza.

13. Para tener una sociedad más desarrollada tecnológicamente, estoy dispuesto a soportar el ruido producido por los vehículos.

14. Los beneficios de los productos de consumo modernos son más importantes que la contaminación que resulta de su producción y de su uso.

15. Las actividades de campo contribuyen a aumentar el conocimiento sobre los temas ambientales.

16. Incluso si el transporte público fuera más eficiente de lo que es, yo preferiría utilizar mi propio coche.

17. En mi opinión, cuanto más se conoce del medio natural mejor actitud de defensa se tiene.

18. Las actividades de educación ambiental solamente son útiles para los niños.

19. Debemos procurar conservar las plantas y los animales de la Tierra, aunque ello suponga mucho gasto.

20. Las actividades de campo son una pérdida de tiempo, lo más importante es trabajar en clase.

Elaboración de videos digitales para la enseñanza de temas fundamentales en los primeros semestres de las carreras de química.

Kira Padilla, Adela Castillejos-Salazar, Fernando Cortés-Guzmán, Sigfrido Escalante, Héctor García-Ortega Rosa y Martha Fernández.

Facultad de Química, UNAM, México, D.F. 04510

kira@informatica.fquim.unam.mx

Resumen: En la Facultad de Química de la UNAM, México, estamos interesados en el proceso educativo de nuestros estudiantes desde que ingresan a los primeros cursos. Es por ello que hemos notado las dificultades conceptuales en algunos conceptos que consideramos son fundamentales para todo profesional de la Química. Estos conceptos son: la cantidad de sustancia, la forma de las moléculas y las propiedades periódicas. Para subsanar estas deficiencias hemos desarrollado material didáctico audiovisual (videos digitales) acompañado de su correspondiente material escrito de apoyo (folleto) relacionado a estos temas. Con este trabajo pretendemos hacer una descripción de cómo se elaboró este material y en base a qué concepciones se seleccionaron unos u otros temas.

Palabras clave: cantidad de sustancia, propiedades periódicas, estructura molecular, video digital.

Title: Making a digital video to teaching fundamental subjects on the first courses in the Chemistry Bachelor.

Abstract: At the Chemistry Faculty of UNAM (México), we are interested in the students' educational processes since the first academic courses. We detected some difficulties about basic concepts which are necessary for the professionals of Chemistry: amount of substance, molecular structure and periodic properties. In order to overcome these deficiencies, we have developed audiovisual didactic material (digital video) together with text brochures supporting these subjects. In this work, our aim is both to describe the processes related to the elaboration of this material and to show the conceptions that the subjects were based on.

Key Word: amount of substance, periodic properties, molecular structure, digital video.

Introducción

En los últimos años la facultad de Química de la UNAM, México, se ha caracterizado por el esfuerzo que han hecho algunos de sus profesores para formarse académicamente dentro de la Didáctica de las Ciencias; así como en

la elaboración de material didáctico que facilite la comprensión de aquellos conceptos que por muchos años se ha reportado son difíciles de enseñar y más aún, de aprender.

Dentro del material didáctico que se ha venido elaborando se encuentran una serie de videos digitales sobre diversos conceptos fundamentales que se abordan en la Química General de primer y segundo semestres de las carreras que se siguen en la Facultad. Dado que esta materia es de tronco común para todas las carreras (Ingeniería Química, Química, Química de Alimentos, Ingeniería Química Metalúrgica, Químico Farmacéutico Biólogo) y que estos conceptos son básicos para todos los estudiantes de todas las áreas de la química, se optó por desarrollar una metodología visual que permitiera la comprensión de estos tópicos. En los últimos años la Facultad de Química se ha esforzado por cambiar los planes y programas de estudio de las diversas carreras que se imparten, los cuales han entrado en vigor a partir del ciclo escolar 2006-1 y uno de los propósitos de esta reforma es que los alumnos dediquen más tiempo al estudio fuera del aula utilizando los medios electrónicos más modernos.

Así pues, son muchos los estudiantes de tronco común y los índices de reprobación también son muy altos en estos primeros semestres. Es por ello que fundamentalmente hemos desarrollado tres tópicos que en la literatura se han reportado de difícil comprensión para los estudiantes, éstos son: la cantidad de sustancia y su unidad el mol (Dierks ,1981; Furió *et al.*, 2002; Lybeck *et al.* 1988), las propiedades periódicas y la forma de las moléculas (MacKinnon, 1999; Coll *et al.*, 2000). Se inició el proyecto con estos tres temas dadas las dificultades conceptuales y epistemológicas que conllevan.

En la Facultad de Química, en la década de los ochenta se elaboraron varios audiovisuales con la participación de profesores en activo, y desde que se presentaron a los profesores y a los alumnos, tuvieron mucho éxito; tanto, que son los materiales didácticos más solicitados para apoyar las clases que se ofrecen en esta dependencia. Sin embargo, hay que tomar en cuenta la evolución del conocimiento, y sobretodo, la evolución de las tecnologías y de las actitudes de los estudiantes hacia éstas, lo que nos hizo pensar en dar un nuevo enfoque más didáctico y más moderno al material que deseamos utilicen nuestros alumnos.

El proceso de elaboración

La idea de hacer los videos conllevó un gran esfuerzo que aún no culmina. La idea general es presentar una perspectiva global de cada tema al estudiante, no sólo a través del video, sino también proporcionándoles un folleto complementario al mismo, de tal forma que el estudiante pueda ver el video desde su casa o en el aula y al finalizar se empape aún más del tema con éste y pueda, incluso, hacer ejercicios relacionados al tema.

Con esta idea lo primero que se elaboró fue el folleto de cada tema, y básicamente contienen una estructura muy similar. Ambos inician con un poco de historia, cómo evolucionó el concepto o cómo se desarrollaron los conceptos

que dieron origen al tema que se está estudiando para después dar entrada a la parte conceptual y finalizar con una serie de problemas.

De la cantidad de sustancia y otras magnitudes…

¿Por qué cantidad de sustancia y no número de moles?

Desde la década de los 70's muchos autores han tenido la necesidad de unificar la nomenclatura que es utilizada en estequiometría. Particularmente en Química utilizamos a la magnitud cantidad de sustancia muchas veces sin comprender cuál es su significado cualitativo, simplemente enseñando a operativizar. De igual forma, se ha demostrado que no sólo los profesores, incluso los libros de texto evitan mencionar a la magnitud fundamental química "cantidad de sustancia" sustituyendo su nombre por el de "número de moles"; que es casi lo mismo que si en lugar de decir "masa" dijéramos "número de kilogramos" o en lugar de decir "longitud" dijéramos "número de metros". Así pues, dada la importancia de la magnitud en química y los problemas de lenguaje que existen dentro de la comunidad universitaria de la Facultad se decidió empezar por este concepto, por ser uno de los fundamentales en la Química. Otra característica de éste ha sido el desconocimiento de su importancia histórica y epistemológica. La mayoría de los estudiantes piensan que fue Avogadro quién dio origen al concepto y que, además, se originó dentro del paradigma atomista. Sin embargo, es claro que haciendo un estudio de cómo se originó y cuál fue la evolución de la estequiometría, la cantidad de sustancia o mejor dicho el mol se originó dentro del paradigma equivalentista y esto es algo que queda bastante claro tanto en el video como en el folleto.

¿Relaciones entre magnitudes o reglas de tres?

Uno de los errores conceptuales más frecuentes relacionados a la magnitud cantidad de sustancia es equipararla (decir que es igual) a otras magnitudes que están relacionadas con ella, pero que no son iguales. Estas son la masa y el volumen, a nivel macroscópico; y el número de entidades elementales, a nivel microscópico. De las relaciones entre cantidad de sustancia con estas magnitudes podemos dar explicación a la obtención de las constantes proporcionales que normalmente utilizamos en el aula: la masa molar, el volumen molar y la constante de Avogadro.

Otra de las dificultades es que los estudiantes no razonan en términos de razones y proporciones, de ahí la importancia en el uso de las ecuaciones. Sin embargo, muchos estudiantes prefieren, más por costumbre que por facilidad de comprensión, el uso de las reglas de tres sin llegar a comprender por qué o para qué están haciendo ese problema específicamente. Así pues en el video se especifica claramente el uso de las ecuaciones relacionales, se aclara de dónde proceden y por qué es importante utilizarlas en términos de facilitar la comprensión del concepto para el estudiante.

De la periodicidad a las tablas periódicas: El origen de los elementos como punto de partida.

Cuando se enseña la periodicidad los profesores solemos dar por sentado que los estudiantes conocen cuál es el origen de muchos de los elementos; sin embargo el tema de la núcleo-síntesis no se aborda en la mayoría de los cursos previos y posteriores a los de periodicidad.

Resulta importante que antes de presentar la ley periódica los alumnos conozcan los mecanismos de formación de los elementos químicos, así como los fenómenos que dan cuenta de las abundancias relativas de éstos en diferentes ámbitos del universo como: las estrellas, los planetas y especialmente en La Tierra; presentar las abundancias relativas en la litósfera, la biosfera, la atmósfera, etc.

Ya en el terreno de la periodicidad, se ha detectado que para una gran mayoría de los estudiantes de primero a tercer semestres de las licenciaturas de química, la tabla periódica no es más que un reservorio de información que se presenta en forma de tabla de donde ellos pueden obtener fácilmente datos necesarios para la resolución de ejercicios y problemas de química.

Es por esto que se ha concluido que nunca serán pocos los esfuerzos orientados a difundir la ley periódica como la culminación de un proceso colectivo de observación y experimentación en química a lo largo de muchas décadas. Este proceso concluyó con una ley que pudo ser explicada en términos de modelos de primeros principios sobre la estructura electrónica de los átomos.

El proyecto didáctico diseñado para presentar la periodicidad pretende llevar de la mano al espectador en la historia de este proceso como un gran ejemplo del ejercicio del método científico. Por otra parte pretende convencerlo de que, más que una base de datos, la tabla periódica, por su estructura bidimensional, resume una gran cantidad de conocimiento químico que la convierte en una gran herramienta para entender y predecir la estabilidad y la reactividad química.

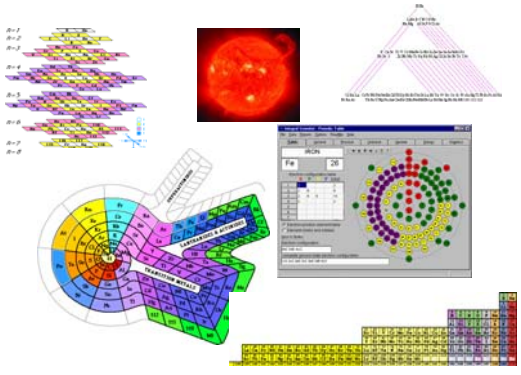


Figura 1. Las diferentes Tablas periódicas que se han hecho para tratar de que los estudiantes comprendan la periodicidad química.

Con este video se pretende mostrar en qué consiste la Ley Periódica apoyados en muchas propiedades de los elementos. Se trata de interesar al espectador acerca de las causas de la periodicidad, de forma tal que cuando termine de ver este audiovisual quede en el estudiante sembrada la curiosidad por saber más sobre la naturaleza de los átomos y reciba de una forma positiva los cursos que sobre el tema le esperan más adelante.

La forma de las moléculas

¿Por qué no usar el modelo de orbital para explicar la forma de las moléculas?

Uno de los temas que presentan mayor dificultad de comprensión, por parte tanto de profesores como de alumnos, es el de la geometría molecular y este tema es uno de los que más se imparten dentro de las asignaturas básicas en las licenciaturas de la Facultad de Química, como: Química General, Química Orgánica I, Química Inorgánica y Estructura de la Materia. Sin embargo, la mayor dificultad de este tema se centra en la discusión del modelo de orbital y el mal uso que se hace de él.

Existen muchas y muy diversas dificultades en el uso de este modelo (Gillespie, 1996; MacKinnon, 1999); en general, podemos decir que nuestros alumnos no tienen las bases matemáticas suficientes para comprender la teoría cuántica básica (ecuación de Schröedinger y su solución para el átomo de hidrógeno). Por tanto, muchas veces sólo se les presenta la ecuación y la solución sin que exista una comprensión clara y real de ella.

Otro problema que existe es el uso indiscriminado de término “orbital”; es decir se aplica este vocablo tanto para la función de onda como para la densidad electrónica, y esto genera una gran confusión en los estudiantes. Además, frecuentemente cometemos la equivocación de presentar a los orbitales obtenidos de la función de onda como resultado de un fenómeno físico debido a la redistribución electrónica en la capa de valencia.

Como ejemplo tenemos que en el primer curso de Química Orgánica se estudia el concepto de hibridación, el cual resulta ser un gran misterio para la mayoría de los estudiantes. Este concepto es el resultado de una operación matemática, bastante complicada, que convierte un conjunto de orbitales atómicos en orbitales más adecuados para la descripción del enlace covalente. Sin embargo, dada su dificultad, se tiene que aceptar sin una explicación mayor porque el proceso matemático es difícil de comprender.

¿Si los orbitales no, entonces qué hacemos?

Por lo anterior, se optó por considerar una aproximación alternativa en la enseñanza de la geometría molecular. El material didáctico que se presenta tomó como base el modelo de dominio electrónico desarrollado por Ronald J. Gillespie (1996). Este modelo es una aproximación coherente tanto para el enlace como para la geometría molecular y se basa en la idea de que cada par de electrones ocupa una región del espacio llamado “dominio”. Lo que nos dice esta teoría es que si un electrón ocupa un cierto volumen del espacio es

consecuencia de su naturaleza tipo onda y de la imposibilidad de localizar su posición en el espacio (Matta *et al.*, 2002). Es por ello que un electrón se representa comúnmente como una nube de carga, cuya densidad es proporcional a la probabilidad de encontrar a un electrón en un cierto punto.

Un dominio electrónico es simplemente una aproximación a esa nube de carga. Que haya dos electrones en el mismo dominio es consecuencia del principio de exclusión de Pauli, el cual establece que dos electrones con el mismo espín tienen una alta probabilidad de estar alejados, mientras que dos de espín opuesto no tienen esta restricción. La interacción de los dominios electrónicos con los núcleos y con otros dominios determina la geometría molecular.

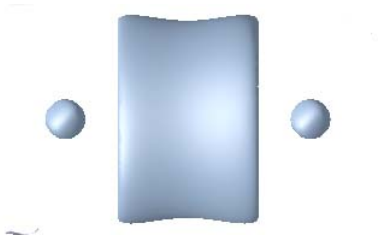


Figura 2. Dominio electrónico de enlace en la molécula de nitrógeno.

La enseñanza de este modelo tiene las siguientes ventajas:

- La geometría molecular surge directamente de las estructura de Lewis.
- Se presenta el enlace como producto de interacciones electrostáticas entre los electrones y los núcleos.
- El dominio electrónico tiene una base en una idea clara, el principio de exclusión.
- Se establecen reglas que permiten establecer la geometría molecular sin dificultad.

Este video se basa en que alumno comprenda las consecuencias del principio de exclusión y cómo usarlo para predecir la geometría molecular de moléculas modelo. Mientras que el folleto parte de una pequeña introducción histórica de la evolución del concepto de geometría molecular. Después de presentar las bases de la estructura electrónica, el enlace químico y el principio de exclusión, se presenta el modelo de dominio electrónico y se establecen sus reglas. Finalmente se predicen las geometrías de moléculas modelo.

Conclusiones

Finalmente, para concluir podemos decir que estos videos digitales serán los primeros de una secuencia que abordará aquellos conceptos fundamentales en la enseñanza de la química dentro de la Facultad. Es por ello que ya se ha empezado a distribuir, al menos el folleto, entre los estudiantes. Sin embargo, la idea es que sean aceptados también por el profesorado. En este sentido, se empezará a impartir algunos cursos sobre la importancia de los conceptos y

sobre el sentido didáctico de los videos para fomentar entre los profesores su uso y la aplicación entre los estudiantes.

Aunque todavía no se tienen resultados de su aplicación entre los estudiantes, se espera que tengan una gran aceptación, y que la estrategia didáctica que se está utilizando en ellos sirva para mejorar la comprensión de los conceptos que se están estudiando según se ha reportado en la literatura.

Referencias bibliográficas

Coll, R. K., Treagust, D.F. (2000) Learners mental model of metallic bondig: A cross age study; Paper presented at the *Annual meeting of the Australasian Science Education Research Association* (Fremantle, Australia, July 2000), taken from ERIC.

Dierks, W. (1981) Teaching the mole. *European Journal of Science Education*, 3(2), 145-158.

Furió, C., Azcona, R. y Guisasola, J. (2002) The learning and teaching of the concepts 'amount of substance' and 'mole': A review of the literature. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(3) 277-292.

Gillespie, R. J. (1996). Bonding without orbitals, *Education in Chemistry*, 103-106.

Gillespie, R.J. (2004). Teaching molecular geometry with VSEPR model, *Journal of Chemical Education*, 81, 298-304.

Lybeck, L., Ference, M., Strömdahl, H., Tullberg, A. (1988) The Phenomenography of the 'Mole concept' in Chemistry. En P. Ramsden (Ed.), *Improving Learning. New perspectives* (pp. 81-108). London: Kogan Page.

Matta, C. F., Gillespie R. J. (2002). Understanding and interpreting molecular electron density distribution, *Journal of Chemical Education,* 79, 1141-1152

MacKinnon, G. R. (1999). *Students' Understanding of orbitals*; *A Survey;* Report research taken from ERIC. 21 p.

Energía, desarrollo sostenible y género: aprender a desenmascarar mentiras

[1]Mari Álvarez-Lires; [2]J. Francisco Serrallé y [3]Uxío Pérez-Rodríguez

[1]Universidad de Vigo: lires@uvigo.es; [2]Consellería de Educación. Xunta de Galicia: jfserralle@edu.xunta.es; [3]Universidad de Vigo: uxio.perez@uvigo.es

Resumen: El análisis de la relación entre el consumo energético y el modelo de desarrollo actual permite realizar una revisión del concepto de sostenibilidad desde una perspectiva crítica de Educación Ambiental, introduciendo, además, el género como categoría de análisis. Las actividades de aula propuestas, utilizando las TIC, propician que el alumnado aprenda a desenmascarar, desde la educación científica y tecnológica, las mentiras que se "*venden*" en la propaganda de los operadores y las empresas energéticas. Se pone de manifiesto, también, cómo se incide, para el ahorro energético, en el consumo doméstico, casi siempre en manos femeninas, en detrimento de acciones sobre el consumo industrial y el desmedido gasto energético debido al incontrolado desarrollo de servicios urbanísticos.

Palabras clave: Educación Ambiental, Energía, Desarrollo sostenible, Género, Actividades aula, TIC.

Tittle: Energy, sustainable development and gender: learn to expose lies

Abstract: The analysis of the relationship between energy consumption and the pattern of current development model, allows a revision of the sustainability concept from a critic perspective of Environmental Education, introducing, also, the gender like analysis category. Using the ICT, the proposed classroom activities contribute to the pupil learns how to expose, from the scientific and technological education, the lies that are sold in the advertising of the operators and the energy companies. They can show how it is impacted for the energy saving in the domestic consumption, almost always in female hands, in detriment of actions on the industrial consumption and on the limitless expenditure on energy for the uncontrolled urban services development.

Key words: Environmental Education, Energy, Sustainable development, Gender, Classroom activities, ICT.

Introducción: Desarrollo sostenible, género y energía

Desde la celebración de la *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano* (Estocolmo, 1972), pasando por la conferencia de Río de Janeiro (1992) sobre *Medio Ambiente y Desarrollo*, en la que se aprobaron el "Programa 21" y una declaración a favor del "Desarrollo sostenible", las grandes conferencias, bajo el auspicio de las Naciones Unidas, han sido pródigas en declaraciones de intenciones. Y así se llega a la conferencia de Johannesburgo (2002), *Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible,* que aprueba una nueva Declaración y pide a la

Asamblea General de la ONU que la haga suya. El 20 de febrero de 2006, la Asamblea General aprueba una Resolución en la que "reafirma su compromiso de ejecutar el Programa 21, el Plan para su ulterior ejecución y el Plan de Aplicación de las decisiones de Johannesburgo, especialmente las metas y los objetivos sujetos a plazos, y cumplir los otros objetivos de desarrollo convenidos internacionalmente, incluidos los que figuran en la Declaración del Milenio y se reafirmaron en el Documento Final de la Cumbre Mundial 2005 y en las decisiones adoptadas por la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible".

Sin embargo, si bien es cierto que se ha alcanzado un cierto consenso sobre el término y se han producido avances en la conciencia sobre el futuro de las sociedades humanas y de la biosfera, no es menos cierto que todo el mundo, incluidas las grandes empresas energéticas, habla de "desarrollo sostenible", expresión que viene a ser como un paraguas bajo el cual se cobijan concepciones muy diferentes que conviene clarificar en aras de una educación científico-ambiental crítica. La Comisión Bruntland (1987) lo define como "la capacidad de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las futuras generaciones", pero tal definición es demasiado ambigua ya que de ella caben múltiples interpretaciones. A este respecto, Folch (1998) afirma que "tenemos instaurado un sistema peligrosamente injusto y éticamente insostenible". Ilustra tal aseveración indicando, entre otras cosas, que la proporción en el consumo de energía es de 1/200 entre poblaciones como la de la Amazonía y una persona acomodada occidental, y continúa: "si ya tenemos serios problemas cuando dos terceras partes de la humanidad están más cerca del consumo de la Amazonía que del europeo, equiparar energéticamente a los 6.000 millones de seres humanos [¿y a los previsibles 8000 millones del 2020? (George, 2001)], en un acto de equidad, supondría más que triplicar el consumo de recursos energéticos actuales. ¿Cómo hacerlo si ya no alcanza con lo que hay? ¿Qué escalofriantes impactos ambientales tendría la producción y el consumo de semejante cantidad de energía?"

Por su parte, la Agencia Internacional de Energía Atómica, nada sospechosa de ecologismo radical, en un informe sobre indicadores del desarrollo energético sostenible, elaborado con posterioridad a la Cumbre de Río, afirma:

"La Energía es esencial para el desarrollo económico y social y para la mejora de la calidad de vida. Sin embargo, gran parte de la energía mundial se produce y utiliza actualmente de modo que podría no ser sostenible a largo plazo".

Así pues, las preguntas sobre el significado del término "desarrollo sostenible", en base a la definición antes citada, pueden ser múltiples; valgan como ejemplo las que plantea Jiménez Herrero (1995):"qué planeta deseamos" o "qué mundo podemos tener", quien concluye que "sólo empezando a cambiar radicalmente las formas de producción despilfarradora y el consumo opulento de los países privilegiados y superando la lacra del subdesarrollo, con unas relaciones Norte-Sur más justas, podremos aspirar a una armonía estable entre las sociedades humanas y la naturaleza, garantizando, así, la gobernabilidad y la salud del Planeta. A más largo plazo, la transformación ecológica y estructural del

sistema socioeconómico tiene que consolidarse con una renovación de la ética occidental que siente nuevas bases para cambiar las ideas, en la cultura y los valores de la relación dialéctica entre la humanidad y la naturaleza". Desde que esto se escribió han transcurrido más de diez años y los resultados de la acción humana están a la vista. ¿Se ha traducido la preocupación ambiental en resultados prácticos?

Género y Energía

El género como categoría de análisis está ausente de gran parte de los estudios realizados a favor de un desarrollo sostenible, si bien en los últimos años comienza a hacerse visible en los organismos internacionales gracias, sobre todo, al tesón de grupos de mujeres del llamado Tercer Mundo. La concesión del Premio Nobel de la Paz a Wangari Mathai, en reconocimiento a su lucha a favor del medioambiente y de las mujeres, ha sido decisiva. Así, por ejemplo, en el III Congreso Mundial de la Naturaleza de la UICN (Bangkok, 2004) participaron más de 4.500 personas delegadas de los ámbitos científicos, gubernamentales, de negocios, ONGs, sociedad civil y juventud. En él tuvo una influencia decisiva el "Caicus de Mujeres" que se ocupó, entre otras tareas, de analizar por qué las iniciativas referentes a la energía han de tener en cuenta las diferencias de género. Se partía de datos incontestables como los que se ofrecen a continuación.

El tiempo promedio que una familia dedica al transporte de agua y energía para uso doméstico es de 1320 horas/año, es decir, 3 h/día para una mujer adulta
Las mujeres gastan tres veces más tiempo que los hombres en transportarlas y ellas cargan, en volumen al menos, cuatro veces más que los hombres
Una de cada cinco personas vive en la pobreza; de ellas, los 2/3 son mujeres
La desigualdad de los géneros tiende a frenar el crecimiento económico, contribuye a mayores niveles de pobreza, y dificulta la sustentabilidad ambiental
Casi un 80% de la población del mundo depende de la medicina tradicional para cubrir las necesidades de salud básicas, y muchas veces las mujeres son las curanderas tradicionales, con un extenso conocimiento de las plantas medicinales
Las mujeres y las criaturas sufren, en mayor medida que los hombres, enfermedades de pulmón y de los ojos debido a su mayor exposición a agentes contaminantes del aire interior, como por ejemplo el hollín liberado por la biomasa utilizada para cocinas o calefacción. El Banco Mundial afirma que éste es uno de los cuatro problemas ambientales más graves del planeta

En este Congreso se apuntaron líneas generales de solución, tales como:

La reducción del tiempo y de las labores necesarias para el trabajo doméstico son algunos de los factores más importantes para la salud y están directamente relacionados con el acceso a recursos de energía alternativos y sostenibles
La salud de las mujeres, niñas y niños mejora con el uso de energías más limpias

Por su parte, Youba Sokona (2004) -Secretario Ejecutivo del OSS, Observatorio del Sahara y del Sahel, una organización internacional a la que pertenecen diversos países de África y Europa, agencias de la ONU y ONGs, Jefe del Programa de Energía ENDA-TM, asesor del Banco Mundial y de las Convenciones de la ONU sobre Cambio Climático- en un informe titulado *Nueva energía para un ataque a la pobreza*, afirma que "las políticas energéticas no pueden continuar ciegas al género. Las necesidades de las

mujeres son, con frecuencia, diferentes a las de los hombres, y sus esfuerzos deberían ser recompensados. Poner los servicios energéticos al alcance de las mujeres rurales y urbanas contribuirá enormemente a su desarrollo socioeconómico y les permitirá una mejor calidad de vida y ello es esencial si la mitigación de la pobreza ha de retener su auténtico significado. Reducir las desigualdades de género y crear un camino viable al desarrollo sostenible en el cual la mujer pueda reclamar un rol activo y participativo son retos que es necesario satisfacer".

Por lo que respecta a los países desarrollados, los problemas son diferentes y la existencia de un número creciente de bolsas de pobreza debe constituir una preocupación importante en las agendas políticas de las instituciones. En las actividades diseñadas no nos podremos ocupar de este importante aspecto por razones de espacio.

La electricidad como un vector para la educación en valores

La "*energía*" es un tema de la más reciente actualidad por sus repercusiones en España y en Europa. La competencia de varias empresas, por hacerse con un rentable mercado y la subsiguiente actuación de sus respectivos "*lobbies sectoriales*", para facilitar la acción a través de presiones políticas, han desencadenando un considerable debate social.

Los medios de comunicación de masas, prensa escrita, radio y televisión, presentan gran cantidad de noticias, hay campañas publicitarias en marcha, debates políticos y todo un sin fin de acciones de apoyo. La población en general y el alumnado, en particular, reciben todo este aluvión de información que debemos reconocer como una "*instrucción no formal*". Este último se va formando una "*opinión propia*" que debate con sus compañeras y compañeros. Se produce así una "*educación en valores*".

El sistema educativo e incluso el profesorado han sido reticentes a formalizar la educación en valores, fundamentalmente debido a la inherente polémica de invocación de "*valores personales*" dentro de un contexto educativo supuestamente "*asentado en la objetividad*". Sin embargo, esta formación aséptica no existe; el mero hecho de asumir el papel de docente supone construirse en un ejemplo que el alumnado tenderá a imitar (*aprendizaje por modelización*). Al establecer unas reglas o procedimientos sobre cómo hacer y unas pautas acerca de cómo actuar o de comportamiento (*aprendizaje por moralización*), la actividad docente está enseñando, implícitamente, un sistema de valores.

Para impulsar el desarrollo de "valores", el sistema educativo y, más concretamente, los equipos docentes deben utilizar estrategias didácticas y metodologías que fomenten que el alumnado examine sus propias opiniones y juicios sobre temáticas actuales o problemas visibles de su entorno; así se propicia que el individuo clarifique su escala de valores y que de manera libre y consciente, dentro de lo posible, elija entre distintas alternativas y conductas.

Una propuesta de acción

Las actividades propuestas se llevarán a cabo en grupos de tercer y cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria. Tomando como elemento

motivador el "blog", herramienta asincrónica de las TIC en el ciberespacio de Internet, la estrategia busca desencadenar un análisis desde una perspectiva global fundamentada con un enfoque de género, tratando de propiciar que el alumnado progrese en competencia social y ciudadana, competencia para aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal.

Las actividades comprenderán debates en el aula, individuales y en pequeños grupos simulando diversos roles, y en la página weblog. El objetivo es que el alumnado sea capaz de responder a preguntas tan sencillas y tan complejas como: ¿Qué está ocurriendo? ¿Qué hay de cierto en la información que obtengo? ¿Cuál es mi responsabilidad en el supuesto despilfarro energético? ¿Qué debería hacer?, etc. Así, se visitarán y analizarán las diversas situaciones que se muestran en los "sitios Web" de operadores y empresas energéticas–eléctricas, desvelando los estereotipos de género y de estatus social presentes en los textos e imágenes que allí se muestran (casitas tipo y habitaciones, cocinitas y electrodomésticos, quién maneja que cosas, la sobre importancia atribuida al consumo particular...) Asimismo, se pretende que el alumnado adquiera conocimientos sobre la energía eléctrica y sus aplicaciones, interpretación de datos y gráficas, y otros aspectos tal como se detalla seguidamente.

La responsabilidad del consumo

Sobre el tema "consumo eléctrico" hay una amplia oferta de actividades que van desde el análisis del recibo de la luz hasta la utilización correcta de instalaciones y aparatos; ejemplos de ellas se pueden encontrar en A. Lires, Serrallé y Soneira (2002).

La constante mención de los problemas de crecimiento de la población, del súper consumismo de nuestra sociedad por la disponibilidad de aparatos tecnológicos cada vez más avanzados que, si bien aumentan la calidad de vida, suponen un creciente incremento en el gasto de recursos, hace muy difícil que el alumnado pueda trazarse un rumbo moral ideal. Las respuestas por parte de éste deben propiciarse mediante la búsqueda, el análisis y la síntesis de información encaminada a realizar un debate comprensivo y un acuerdo fundamentado de conducta.

Además, de acuerdo con los datos del Instituto de la Mujer (2005), el uso del tiempo sigue siendo muy diferente para mujeres que para hombres. El ámbito doméstico todavía es "cosa de mujeres", por lo cual la propaganda de las compañías energéticas y de las instituciones hace que la responsabilidad del consumo doméstico, en la práctica, se transfiera a las mujeres, casi en exclusiva. Estos aspectos se pueden debatir a partir de la tabla siguiente:

Tiempo dedicado al trabajo doméstico según tipo de actividad				
		1993	**1996**	**2001**
Mujeres	TOTAL	7 h 58'	7 h 35'	7 h 22'
	Trabajo de la casa	4 h 46'	4 h 24'	3 h 58'
	Mantenimiento	0 h 29'	0 h 28'	0 h 27'
	Cuidado de la familia	1 h 42'	1 h 40'	1 h 51'
	Compras	0 h 47'	0 h 50'	0 h 53'
	Servicios	0 h 17'	0 h 14'	0 h 13'
Hombres	TOTAL	2 h 30'	3 h 05'	3 h 10'

	Trabajo de la casa	0 h 28'	0 h 37'	0 h 44'
	Mantenimiento	0 h 43'	0 h 49'	0 h 55'
	Cuidado de la familia	0 h 43'	0 h 53'	0 h 51'
	Compras	0 h 21'	0 h 26'	0 h 26'
	Servicios	0 h 16'	0 h 20'	0 h 14'

El consumo de energía eléctrica

En la sección «El Sistema Eléctrico Español» del último «Boletín estadístico de energía eléctrica», nº 89 de octubre de 2005, anexo página 19, podemos encontrar la demanda final de energía por sectores. Tomando los datos más recientes, año 2003, en correlación con el número de abonados obtenemos la tabla.

Sectores año 2003	Consumo (GWh)	Porcentaje (%)	Nº. Abonados x 1.000	Índice de ponderación
Doméstico	61.882	26%	21.385,3	1
Agricultura	5.536	2%	247,2	8
Industria	96.256	41%	433,9	77
Transportes	3.955	2%	15,4	89
Comercio y Servicios	66.498	28%	3.062,1	8
TOTAL	234.127	100%	25.143,9	

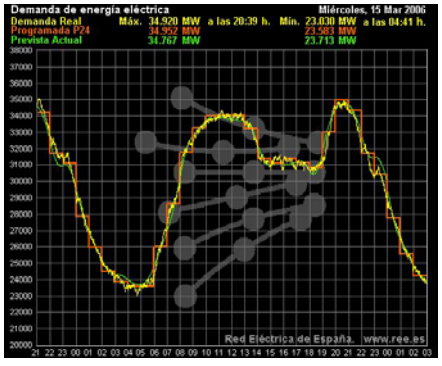
Cabe resaltar que el sector doméstico supone sólo un 26% del total de la demanda de consumo energético para el año referido, lo cual se clarifica mejor elaborando un índice de ponderación como:

$$Índice\ de\ ponderación = \frac{Consumo \Big/ nº\ abonados}{Consumo\ doméstico \Big/ nº\ abonados\ domésticos}$$

Así, a la vista de la posible significatividad de actuación se propiciaría el debate sobre qué sectores son los de mayor consumo y en donde serían más factibles las actuaciones y medidas que propiciarán la eficiencia y la disminución en la demanda energética.

La demanda de energía

La web de Red Eléctrica de España (www.ree.es/index_de.html) señala y sigue la demanda en tiempo real con lo podemos tener una imagen gráfica y datos. La gráfica ejemplo nos muestra la demanda de potencia eléctrica, mínimo de 23.000 MW ente las cuatro y las cinco de la madrugada (04:00 – 05:00 horas) y un segundo valle de 31.000 MW entre las tres y las seis de la tarde (15:00 – 18:00 horas); así como dos máximos de 34.000 MW de las once a las doce de la mañana (11:00 – 12:00 horas) y de 35.000 MW de las ocho a las nueve de la noche (20:00 – 21:00 horas). A la vista de este perfil, similar a cualquier otro día de semana tal como podemos corroborar en la siguiente tabla de datos, podemos formular una serie de preguntas que propicien el debate para justificar los consumos.



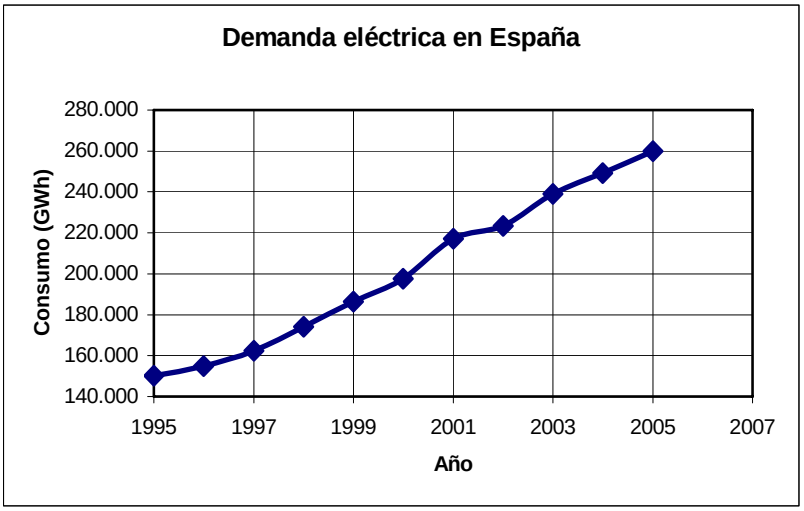
La tabla nos señala que entre la demanda mínima y la máxima hay un intervalo de 11.724 MW. El debate se centraría sobre si el sector doméstico es el responsable de ese incremento; para ello se analizará, también, conjuntamente la correlación con el otro máximo y mínimo referidos en la gráfica.

Día	D. Máxima (MW)	Hora	D. Mínima (MW)	Hora	Diferencia (MW)
12/03/2006	29.950	21:13	18.910	7:45	11.040
13/03/2006	34.950	20:39	21.310	3:58	13.640
14/03/2006	35.180	20:36	23.160	4:41	12.020
15/03/2006	34.920	20:39	23.030	4:41	11.890
16/03/2006	35.030	19:57	22.910	4:44	12.120
17/03/2006	34.560	20:20	22.740	4:45	11.820
18/03/2006	31.020	20:49	21.480	6:04	9.540
Promedios	33.659		21.934		11.724

Del pasado al futuro

Tomando como referencia la evolución del consumo neto de energía eléctrica en España desde 1990, tabla y gráfica, el alumnado debatirá las perspectivas y posibilidades de actuación a efectos de ahorro.

Año	Demanda (GWh)
1995	150.289
1996	154.928
1997	162.338
1998	174.247
1999	186.448
2000	197.525
2001	217.224
2002	223.485
2003	238.972
2004	249.236
2005	259.950



Lo que nos dicen

Un aspecto muy importante es la información difundida por empresas y operadores eléctricos, ya que ésta tiene efectos formativos. Sus Web

contienen asistentes de simulación y cálculo de consumos con recomendaciones para la clientela potencial. Por ejemplo, las de Unión-FENOSA, Gas Natural y Endesa. Al margen de su intencionalidad, todas ellas presentan situaciones tipo que pueden inducir a errores conceptuales y de valoración por parte del alumnado. Incluso muestran algunos estereotipos tradicionales de género, por ejemplo en el tratamiento gráfico, o presentan una información claramente tendenciosa. Se trabajará con las tres páginas, utilizando el género como categoría de análisis, desvelando los errores conceptuales y realizando cálculos de consumo eléctrico.

Conclusiones

Se trata de una propuesta que se llevará a la práctica el próximo curso, por lo que es aventurado avanzar conclusiones, si bien nuestra experiencia anterior parece indicar que el trabajo con las TIC, debidamente pautado con objetivos claros de aprendizaje y con un adecuado seguimiento, puede motivar al alumnado, ayudarle a adquirir conocimientos que le resultan áridos o poco significativos cuando se utiliza una metodología más tradicional y contribuir a la educación en valores, sobre todo en lo referente a la asunción de responsabilidades en la sostenibilidad de nuestro planeta y a la percepción de las desigualdades de género.

Referencias bibliográficas

Álvarez-Lires, M.; Serrallé, F. y Soneira, G. (2002). *Guía de Boas Prácticas en Ciencia e Tecnoloxía*. Santiago: Servicio Galego de Igualdade. Xunta de Galicia. www.xunta.es/auto/sgi/document/GUIABPCT.pdf

Bruntland, G. (1987). *Our common future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press.

Cheikh Hamidou Kane (1972). *Enda Tercer Mundo: equipos y programas*. www.enda.sn/equipesp.htm

Folch, R. (1998). *Cambiar para vivir.* Barcelona:Integral.

George, S. (2001). *Informe Lugano.* Barcelona: Icaria-Intermón.

Jiménez-Herrero, L. M. (1995). "Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible". En: Nuño T., y Martínez de Lagos, K. (Eds.). *Educar a favor del medio Ambiente.* Bilbao: UPV/EHU.

Instituto de la Mujer (2005). *Estadísticas*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Sec. Gral. de Políticas de Igualdad.
www.igualdad.mtas.es/mujer/mujeres/cifras/index.htm

International Atomic. Energy Agency (2002). Indicators for Sustainable Energy Developement. Viena:IAEA
www.iaea.org/worldatom/Programmes/Energy/pess/ISED.shtml

Naciones Unidas (2002). *Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo*. Nueva York: ONU. www.johannesburgsummit.org/index.html

Radio Internacional Feminista (2004). Informes del III Congreso Mundial de la Naturaleza de UICN. Bangkok: UICN
www.radiofeminista.net/nov04/notas/energia.htm

Red Eléctrica de España (2006). Boletín Estadístico de Energía Eléctrica, octubre 2005, nº 89. Madrid: REE. www.ree.es/index_de.html

Youba Sokona (2004). *Nueva energía para un ataque a la pobreza.* www.ourplanet.com/imgversn/143/spanish/sokona.html

Evaluación de la actitud que presenta la población juvenil frente al problema de la contaminación acústica en una ciudad de tipo medio

Carlos Rodríguez Casals [1] y Rosario Fernández Manzanal [2].

[1] Fundación San Valero, c/ Violeta Parra 9, 50015-Zaragoza (Spain). crodri@svalero.es. [2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

Resumen: Este estudio pretende evaluar la actitud que presentan alumnos de bachillerato respecto al problema de la contaminación acústica. Para ello, se elaboró un "cuestionario de actitud" de 73 ítems, empleando una escala de tipo Likert. 515 estudiantes de bachillerato, pertenecientes a diferentes institutos de Zaragoza, cumplimentaron el cuestionario. Los resultados fueron analizados y tratados estadísticamente, permitiendo validar la escala y reducir el número de ítems a 24. Posteriormente, se pasó la escala definitiva a otra muestra de 215 estudiantes. Del análisis de la información recopilada cabe destacar: El 90% de los estudiantes considera que el ruido afecta a su calidad de vida. Al 64% le preocupa que pueda afectarle a su salud. Sin embargo, sólo un 35% muestra inquietud por recibir más información. El 63% considera necesario una ley que les proteja frente al ruido, pero rechazan cualquier medida que implique una prohibición. Un 72% anteponen "su derecho a la diversión" frente al derecho al descanso de los demás.

Palabras clave: Evaluación, actitud, cuestionario de actitud, Escala Likert, Contaminación acústica.

Title: Measurement of young people attitudes towards the problem of acoustic pollution in an average city.

Abstract: This research work intends to assess the attitude of *Bachillerato* (upper secondary) students towards the problem of acoustic pollution. In order to do this, a 73 item attitude test was prepared using a Likert-Type Scale. 515 *Bachillerato* students belonging to different Zaragoza schools completed the test and the results were analysed statistically, allowing a validation of the scale and a reduction of the number of items to 24. The defintive scale was then transferred to another sample of 215 students. An analysis of the information compiled showed the following: 90% of the students consider that noise affects their quality of life. 64% are concerned that it could affect their health, however only 35% are worried enough to request further information. 63% believe that the Law should protect them against noise but they reject any measure that would imply prohibition. 72% put their "right to enjoy themselves" before the right of others to rest.

Keywords: Attitude Measurement, Likert-Type Scale, Acoustic Pollution.

Introducción

La contaminación acústica es uno los problemas ambientales que ha gozado de menor interés o preocupación por parte de los investigadores y proyectos de educación ambiental. De ello dan pruebas las escasas referencias en la bibliografía especializada (Comisión Europea, 1996; García y Garrido, 2003). Sin embargo, el ruido ambiental, causado por el tráfico y las actividades industriales y recreativas, constituye uno de los principales problemas medioambientales en Europa, origen de un número creciente de quejas por parte de la ciudadanía.

Vivimos en un país "ruidoso", en el que el ruido forma parte de nuestras expresiones culturales y, por ello, son innumerables sus manifestaciones. Sin embargo, hay situaciones en las que una actitud adecuada podría minimizar este problema. Unas veces por desconocimiento, otras debido al entorno social en el que nos encontramos, o a la situación concreta que estamos viviendo, nos convertimos en "fuentes de ruido" extremadamente molestas.

El carácter altamente subjetivo del ruido dificulta el conocimiento de la respuesta y de las reacciones de una comunidad frente a este fenómeno. No obstante, se ha podido establecer que dicha respuesta depende de las características físicas de la fuente y de la propia comunidad (*e.g.*, nivel social, educativo y económico de sus componentes, experiencias previas con algún problema de ruido análogo, tiempo de exposición, facilidad de identificación de la fuente). La suma de todos los factores considerados darán como resultado que una comunidad adopte una actitud, que va desde la posición de indiferencia, pasando por la aceptación, hasta la más enérgica repulsa. De ahí nuestro interés por evaluar la actitud que presentan los jóvenes zaragozanos, como colectivo representativo de una ciudad de tamaño medio.

Objetivos concretos de la investigación

Los objetivos que nos planteamos en este trabajo son los siguientes:

- Elaborar una escala de actitudes
- Buscar la validez y fiabilidad del instrumento utilizado.
- Evaluar la actitud ante la contaminación acústica que presentan los estudiantes de Bachillerato.

Participantes en el estudio

Los 73 ítems que constituían la escala inicial se pasaron a una muestra de 515 estudiantes, 308 de bachillerato pertenecientes a institutos de Zaragoza[1] y 207 universitarios de primer ciclo[2].

Una vez validada la escala y reducido el número de ítems del cuestionario a 24, se seleccionó otra muestra de 215 estudiantes de bachillerato de diferentes Institutos de Zaragoza[3] (117 alumnas y 98 alumnos).

[1] Fundación San Valero, I.E.S. Tiempos Modernos, Sagrada Familia, I.E.S. Pablo Gargallo.

[2] Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza.

Búsqueda de fiabilidad de la escala

De los procedimientos que en la bibliografía se proponen para determinar si todos los ítems expresan el mismo rasgo (Morales *et al.*, 2003), hemos elegido el de la correlación ítem-total. La elección ha estado en función del programa estadístico SPSS que nos ha permitido resolver simultáneamente este análisis y la medida de la fiabilidad de la escala.

Lo que se mide con este programa no es propiamente la correlación de cada ítem con el total (o suma de todos los ítems), sino la correlación de cada ítem con el total menos el ítem; lo que se denomina correlación ítem-total corregida.

El análisis estadístico, realizado con el programa SPSS, versión 11.5, presenta los resultados siguientes.

Tabla 1. Análisis de los ítems y fiabilidad de la escala. Nº de casos: 515; Nº de ítems: 24; Valor de alfa: 0,8863

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Statistics for	Mean	Variance	Std Dev	N of Variables
SCALE	77,3553	204,3696	14,2958	24

Item-total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Alpha if Item Deleted
V2	74,5981	187,9529	,4783	,8815
V3	73,0757	193,7238	,4472	,8828
V13	73,5515	190,0105	,4441	,8824
V14	73,4039	194,8871	,3340	,8849
V16	74,6233	183,4376	,5485	,8795
V18	74,1767	187,2508	,4846	,8814
V22	74,3495	185,5235	,5407	,8798
V23	73,6893	192,8566	,2970	,8866
V26	73,7806	189,4907	,4505	,8823
V32	74,2194	183,4868	,5619	,8791
V33	74,6816	181,8089	,6082	,8778
V34	74,3476	194,2194	,2802	,8866
V41	74,7165	185,4759	,5458	,8797
V43	74,1107	188,1220	,4502	,8823
V44	74,4971	184,5540	,5539	,8794
V45	74,9282	186,7983	,5286	,8802
V48	74,0427	192,3133	,3394	,8852
V49	74,8252	187,1717	,5549	,8797
V54	73,4252	194,3655	,3844	,8838
V59	73,6893	192,3663	,4636	,8823
V55	74,0194	191,9101	,3970	,8835
V62	74,6505	187,9360	,4651	,8819
V68	73,8427	188,6737	,4729	,8817
V73	73,9282	182,5882	,5359	,8799

Reliability Coefficients

Nº de casos = 515,0 Nº de ítems = 24

Valor de alfa = 0,8863

[3] I.E.S. Andalán, I.E.S. Goya, I.E.S. Grande Covian, I.E.S. Mediana Alvaida, I.E.S. Pablo Gargallo, I.E.S. Pablo Serrano, I.E.S. Pedro de Luna, I.E.S. Portillo, I.E.S. Ramón y Caja

Como se observa en la Tabla 1, la medida de la *fiabilidad* de esta escala se presenta con el valor del coeficiente *alpha* de Cronbach, para el que se obtuvo una medida de 0,8863

Resultados de la aplicación de la escala de actitudes

Los datos que presentamos a continuación corresponden a la valoración de la escala de la segunda muestra de estudiantes seleccionada. A continuación, comentamos los resultados más relevantes.

1º. Todos los ítems, menos el número 19 (que no ha sido elegido en esta posición en ningún caso), han presentado alguna notación en la opción que valoramos con la menor puntuación (1). El ítem 2 ha sido seleccionado por un 35,7% de los alumnos y un 28,2% de las alumnas (un 31,6% del total de la muestra)

2º. La opción con el valor 2 ha sido elegida en todos los ítems por algún estudiante. Más de un tercio la ha seleccionado en el ítem 10 (35,8%), ítem 17 (38,6%), ítem 2 (41,9%) e ítem 13 (48,4%). Hay que destacar la diferencia que aparece en el ítem 2 en la respuesta dada por las alumnas frente a la de los alumnos (51,0% vs. 30,6%) .

3º. En la puntuación 3 hemos encontrado tres ítems elegidos por los estudiantes en un porcentaje superior al 30%: el ítem 8 (31,2%), el ítem 18 (36,3%) y el ítem 24 (47,4%). Como en el caso anterior, hay diferencia en las respuestas elegidas en el ítem 8 por las alumnas 35,0% frente a la de los alumnos 26,5%. Es conveniente reseñar que en el cuestionario se señala expresamente que no se elija esta opción salvo que se trate de mostrar que lo que se plantea en el enunciado resulte indiferente.

4º. Si consideramos el porcentaje acumulado en los valores inferiores de la escala, es decir en las puntuaciones 1, 2 y 3, los ítems anteriores (8, 18 y 24) muestran los peores resultados en la valoración de las actitud, siendo el porcentaje de elecciones del 62,3 % para el ítem 18, del 64,7 % para el ítem 24 y del 73,0 % para el ítem 8.

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de cada ítem que pasamos a comentar.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
I1	215	1	5	3,64	1,073
I2	215	1	5	2,13	1,092
I3	215	1	5	4,33	0,757
I4	215	1	5	3,73	1,057
I5	215	1	5	2,78	1,229
I6	215	1	5	3,72	0,924
I7	215	1	5	3,40	1,116
I8	215	1	5	2,78	1,187
I9	215	1	5	2,87	1,257
I10	215	1	5	2,67	1,094
I11	215	1	5	3,77	0,949
I12	215	1	5	3,21	1,205
I13	215	1	5	2,22	1,013

I14	215	1	5	3,82	1,180
I15	215	1	5	2,75	1,174
I16	215	1	5	2,77	1,319
I17	215	1	5	2,35	1,114
I18	215	1	5	3,16	1,119
I19	215	2	5	4,01	0,759
I20	215	1	5	3,27	1,396
I21	215	1	5	3,42	1,243
I22	215	1	5	3,03	1,177
I23	215	1	5	3,07	1,110
I24	215	1	5	3,09	1,128
Nº válido (según lista)	215				

Tabla 2 . Medias de la valoración de los ítems por todos los estudiantes de la muestra.

5º. Las medias más altas, con valores de superiores a 3,75, corresponden a los ítems con los enunciados siguientes:

I3. *Considero que el ruido afecta a la calidad de vida de las personas.*

I11. *Me preocupa que el ruido pueda afectar a mi salud.*

I14. *Cuando estoy estudiando, el ruido ambiente me impide concentrarme.*

I19. *En mi opinión a la gente joven también le perjudica el ruido.*

Pertenecen a dos de los factores o categorías de la escala: la que se refiere a los riesgos para la salud producidos por la contaminación acústica (categoría 3: ítem 3, ítem 11 y ítem 19) y a los ruidos que, no habiendo sido generados por los propios estudiantes, conforman el ambiente acústico en el que realizan su actividad (categoría 2: ítem 14)

Estos ítems comparten además la característica de haber sido respondidos en la posición valorada con 5 por un mayor número de estudiantes, con las frecuencias que se recogen en la tabla 3 y con un porcentaje acumulado en los valores superiores (4 y 5) de la escala superior al 60% (Tabla 3).

Ítem	***Frecuencias***	***Porcentaje en la posición 5***	***Porcentaje acumulado 4+5***
I3	99	46,0 %	90,2 %
I11	51	23,7 %	64,2 %
I14	75	34,9 %	69,3 %
I19	53	24,7 %	80,9 %

Tabla 3. Resultados de los ítems mejor valorados.

6º. Las medias más bajas, con valor inferior a 2,75, corresponden a los ítems con los enunciados siguientes[4]:

[4] Hacemos notar que algunos de los enunciados están en posición negativa o desfavorable.

I2. *La gente que vive en las zonas de bares debe considerar que los jóvenes tienen derecho a divertirse.*

I10. *Creo que las personas mayores exageran con el ruido que produce la gente joven por la noche.*

I13. *Cuando la gente joven "sale de marcha" es normal que haga ruido, aunque moleste.*

I17. *La gente que sale por noche de juerga no debería gritar ni hacer ruido en la calle.*

Pertenecen a dos de los factores o categorías de la escala: la que se refiere a la emisión o generación de ruidos por el propio sujeto susceptibles de producir molestias (categoría 1: ítem 13, ítem 17) y a los ruidos que, no habiendo sido generados por los propios estudiantes, conforman el ambiente acústico en el que realizan su actividad (categoría 2: ítem 2, ítem 10).

Estos ítems han sido respondidos en la posición valorada con 5 por un porcentaje de alumnos inferior al 5%, con las frecuencias que se recogen en la tabla 4 y con un porcentaje acumulado en los valores superiores (4 y 5) de la escala inferior al 30%.

Ítem	***Frecuencias***	***Porcentaje en la posición 5***	***Porcentaje acumulado 4+5***
I2	9	4,2 %	14,0 %
I10	9	4,2 %	26,5%
I13	6	2,8 %	14,0 %
I17	7	3,3 %	19,5 %

Tabla 4. Resultados de los ítems peor valorados.

7º. El resto de los ítems presentan una valoración media inferior a 3,75.

Discusión de los resultados y conclusiones

Al igual que en el Libro Verde de la Comisión sobre la política futura de lucha contra el ruido (1996), se reconoce la contaminación acústica como un problema ambiental que afecta a la calidad de vida de las personas y así lo considera el 90% de los estudiantes. Paradójicamente los agentes que lo originan son siempre externos (*e.g.*, tráfico rodado, actividades industriales). No creen que sus actividades sean fuente de contaminación. Prueba de ello son los elevados niveles de ruido que se producen durante los intercambios de aula (superan los 80 dBA, llegándose a alcanzar valores máximos de 88 dBA). Además, el 72% de los encuestados valora el ruido generado durante sus actividades de ocio nocturno como algo inevitable; anteponen su "derecho a la diversión" frente al derecho al descanso de los demás.

Los jóvenes son conscientes de la molestia que ocasiona el ruido cuando interfiere en sus actividades. Como muestra de ello, el 69% de los estudiantes reconoce tener dificultad de concentración a la hora del estudio. Por otra parte, el 63% considera necesaria una ley que les proteja frente al

ruido. No obstante, son poco condescendientes con cualquier medida que suponga una prohibición, limitación o sanción. Este hecho se pone de manifiesto con la desfavorable valoración obtenida en la mayoría de los ítems que hacen referencia al control del ruido.

Les preocupa que la exposición al ruido pueda afectarles a su salud, como indica el 64% de los estudiantes, pero no entienden que sus efectos puedan ser acumulativos. Sólo un 35% muestra inquietud por recibir más información. A estas edades no conciben efectos a medio y largo plazo, parece que pierdan el interés por aquello que no suponga un efecto inmediato.

Del total de la escala, sólo cuatro ítems presentan un porcentaje acumulado en respuestas favorables superior al 60%, y un valor medio superior a 3,75, lo que denota una actitud desfavorable frente a la contaminación acústica.

Se puede concluir que la escala se ha mostrado como una herramienta válida para definir la sensibilidad acústica de alumnos de bachillerato, de edades comprendidas entre 16 y 18 años. Ésta se puede hacer extensible a universitarios de primer ciclo, ya que en el estudio preliminar para su validación, en el que intervinieron 308 estudiantes de bachillerato y 207 universitarios, no se encontraron en las respuestas de ambas muestras diferencias significativas (*cf.*, Rodríguez y Fernández, 2004).

El elevado porcentaje de respuestas desfavorables tiene implicaciones didácticas, pues resulta imprescindible el diseño de estrategias de cambios de actitud hacia la contaminación acústica. Habrá que tener muy presente la intransigencia mostrada respecto a los ruidos generados durante las actividades de ocio nocturno. Para poder modificar convicciones tan arraigadas se deberá intervenir en edades más tempranas.

Referencias bibliográficas

Comisión Europea (1996). Libro Verde de la Comisión, de 4 de noviembre de 1996, sobre la política futura de lucha contra el ruido, on line http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/l21224.htm

Fernández, R, Carrasquer J., Rodríguez, L. Mª., Hacar, F. y Del Valle, J. (2005). Factores que intervienen en la educación ambiental. Un modelo para la evaluación de las actitudes ambientales de los estudiantes universitarios. (En: *Un debate necesario. Universidad y medio ambiente*, Fernández, R. Carrasquer, J. y Gil, Mª J. coord.). Prensas Universitarias/ Universidad de Zaragoza. pp. 9-69

García Sanz, B. y Garrido F. J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*. Colección de Estudios Sociales de la Fundación “la Caixa” (nº 12), 254 pp. on line http://www.estudios.lacaixa.comunicacions.com/webes/estudis.nsf/wurl/pfes012cos_esp

Morales, P., Urosa, B. y Blanco, A. (2003). *Construcción de escalas de actitudes tipo Likert*. *Cuadernos de Estadística*. La Muralla-Hespérides: Madrid. 175 pp.

Rodríguez, C y Fernández, R. (2004): El problema de la contaminación acústica en nuestras ciudades: Evaluación de la actitud que presenta la población juvenil de grandes núcleos urbanos. *Actas VII Congreso Nacional de medio Ambiente*, 30 pp.

Aspectos críticos de la línea de investigación sobre concepciones alternativas

Marín, N.[(1)] y Benarroch, A.[(2)]

[1]Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Universidad de Almería. E-mail: nmarin@ual.es [2]Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación y Humanidades de Melilla. Universidad de Granada. E-mail: aliciabb@ugr.es.

Resumen: En este trabajo se pretende mostrar que la línea de investigación sobre concepciones alternativas aún tiene mucho que aportar a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, pero que su aparente agotamiento se debe a un enfoque teórico y metodológico poco adecuado para indagar en el conocimiento del alumno. Basándonos en los trabajos publicados de nuestro grupo de investigación con este objetivo, se extraen los principales aspectos críticos sobre la forma usual de proceder y se finaliza con unas reflexiones acerca de la dirección que se debería adoptar en los nuevos enfoques.

Palabras clave: Concepciones alternativas, línea de investigación, revisión.

Title: Main critical aspects of the line of investigation in alternative conceptions

Abstract: In this work, we defend that the research in alternative conceptions is a necessary line for the science education. Their slope is owing to a theoretical and methodologic approach unsuitable to the student knowledge. Specifically, of some of our researches, we extract the main critical aspects and we mark the direction that should be adopted in the new approaches.

Keywords: alternative conceptions, line of investigation, critical revision.

1. Introducción

En una revisión reciente de las publicaciones del ámbito se pone de manifiesto que la línea de trabajo de las concepciones, bastante prolífera en la década de los ochenta, aun cuando sigue siendo una de las más fértiles, está experimentando cierto declive (Tsai y Wen, 2005).

Durante las décadas de los ochenta y noventa, cientos y cientos de trabajos se han publicado con una estructura muy similar: delimitar las concepciones del alumno sobre el contenido de ciencias que es objeto de enseñanza y a partir de la información extraída proponer algunas implicaciones para su enseñanza. A este modo de proceder es el que se denominó *movimiento de las concepciones alternativas* (brevemente McA) por autores integrados en el seno de este movimiento (Gilbert y Swift, 1985) y, aunque posteriormente la denominación sufrió varios cambios (Marín, Solano y Jiménez Gómez, 1999), nos parece que la denominación

original es la que mejor recoge la esencia de este modo didáctico de proceder.

Presentamos en este trabajo una síntesis de los principales aspectos débiles encontrados en la línea de las concepciones que nuestro grupo de investigación ha ido justificando y argumentando en los últimos años. Esto es, consideramos que es una línea de investigación que aun tiene mucho que aportar a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, pero que su aparente agotamiento se debe a un enfoque teórico y metodológico poco adecuado para indagar en el conocimiento del alumno. En consecuencia, no estamos de acuerdo con la necesidad de "*cambiar de línea de trabajo pues ya tenemos un catálogo saturado de concepciones*" (Duschl, 1994; Gilbert, 1995; Gil, 1996) y sí con seguir trabajando con nuevas perspectivas teóricas y metodológicas que permitan nuevos hallazgos.

2. Referencias de trabajos más relevantes

Nuestro grupo de investigación ha dedicado los últimos 15 años a evaluar la línea de investigación del McA. Ello ha exigido una revisión de un número superior al centenar de trabajos sobre concepciones alternativas en distintos tópicos científicos, aunque, ciertamente, es tan solo en estática, dinámica y en naturaleza corpuscular de la materia, donde podemos afirmar con rigor que la muestra es especialmente significativa.

A continuación, se han sintetizado algunos de los trabajos más significativos a los que puede acudir el lector para encontrar justificaciones y argumentaciones a las críticas defendidas. Los trabajos escogidos muestran, además, cuál ha sido el progreso de nuestra investigación.

• Marín, y Jiménez-Gómez (1992). En este trabajo se mostraba que el uso exclusivo de la filosofía e historia del conocimiento de ciencias para buscar e interpretar las manifestaciones cognitivas del alumno falsea, sesga o tergiversa la recogida de información. Surge este trabajo primerizo por la simple comparación de la información obtenida en el marco del McA a lo largo de la década de los ochenta con aquella otra que obtuvo Piaget en las décadas de los cincuenta, sesenta y setenta. Para nosotros, el retroceso era evidente y así lo hicimos ver en trabajos posteriores. Pocos años después, en Marín y Benarroch (1994), usando una muestra de 40 trabajos se hizo un estudio comparativo sobre las concepciones encontradas en los alumnos en dos tópicos muy recurridos en la literatura: mecánica y naturaleza corpuscular de la materia. El resultado fue que pocas novedades aportaba el McA respecto al trabajo piagetiano, mientras que éste aportaba más información de interés didáctico.

• Jiménez-Gómez, Solano y Marín (1997). En esta publicación se analizó si había existido progresión en los resultados obtenidos por los diferentes trabajos que habían abordado las "ideas" de los alumnos sobre Dinámica en dos períodos de tiempo sucesivos: 1979-85 y 1985-95.

Se usó para ello una selección de 29 artículos, 11 correspondientes al período 1979-85 y 18 correspondientes al segundo período. Todos ellos eran relativos al tópico de fuerza. Se establecieron ciertos criterios para poder comparar los diferentes trabajos seleccionados. Los resultados

mostraron que prácticamente no había existido progresión significativa en las aportaciones del segundo período respecto al anterior.

• Marín, Solano y Jiménez-Gómez (2001). Se trató de encontrar respuestas a la falta de progresión de la línea de investigación del McA. Sobre una selección de 29 artículos sobre el tópico de la Dinámica, se realizó un análisis detallado de los fundamentos teóricos y correspondiente metodología. Se muestra que la ausencia de un contexto teórico adecuado para buscar e interpretar las concepciones del alumno y el uso de una metodología poco cuidadosa para revisar la fiabilidad y validez de los datos son las posibles causas de la falta de progresión.

• Marín, Jiménez-Gómez y Benarroch (2004). En este trabajo se propone un contexto teórico y una metodología que presume de minimizar los sesgos al buscar e interpretar las concepciones del alumno. La propuesta se aleja del estilo "liviano" del McA pero tiene como punto fuerte su capacidad para seleccionar eficazmente aquella información del alumno que mejor refleja sus concepciones.

3. Puntos débiles de la línea de investigación del McA

Como se percibirá, las aportaciones comentadas se complementan para trazar una revisión de la línea de investigación del McA que en síntesis, incide concretamente sobre los siguientes aspectos críticos:

3.1. El contenido académico, cuyas concepciones del alumno se pretende conocer, es el principal referente para buscar e interpretar los datos.

Esta es la principal característica del McA y es la que determina en buena medida el resto de comentarios críticos. Consideramos que, en ausencia de marco teórico, el único referente del que dispone el investigador para indagar las concepciones de los alumnos es el contenido académico (Marín, 2003b). No es de extrañar que al comparar el conocimiento académico con el del aprendiz, sus concepciones se vean a los ojos del investigador como segmentadas o confusas cuando en realidad para el sujeto son útiles y eficaces (por ejemplo, Pozo y Gómez-Crespo, 1998). Esta carencia teórica trae consigo dos consecuencias:

3.1a. En la mayoría de los casos, en ausencia de teorías más adecuadas para interpretar el fenómeno cognitivo que se analiza, la búsqueda es eminentemente inductiva.

Se constata en la revisión de los trabajos analizados que la estructura de búsqueda es inductiva (Marín, Solano y Jiménez-Gómez, 2001). Y es que la ausencia de contextos teóricos adecuados al fenómeno que se trata de estudiar, como podrían ser cuestiones sobre la organización y actividad cognitiva del alumno, impiden al investigador anticipar o realizar previsiones, adelantar hipótesis sobre la presencia de estas ideas, establecer relaciones con otros constructos mentales o usar un método para sondear y tomar la información del alumno que minimice los sesgos y distorsiones.

3.1b. La progresión de la línea del McA ha sido prácticamente escasa o nula.

Como hemos visto en alguno de los trabajos anteriores, no hay progresión en el área de las concepciones alternativas, al menos, en ciertos tópicos concretos. A esta conclusión han llegado otros autores desde otras perspectivas, lo que les ha llevado a apostar por el abandono de la línea. Sin embargo, para nosotros, lo que muestra es la necesidad de un nuevo marco teórico que permita acometer la identificación e interpretación del conocimiento del alumno desde nuevas perspectivas cognitivas (Marín, Jiménez-Gómez y Benarroch, 2004).

3.2. Existe un importante desfase entre los apoyos que realmente se utilizan y las referencias bibliográficas que se citan.

En el análisis de citas bibliográficas, son escasos los trabajos (10%) cuyos apoyos permiten formular expectativas que de algún modo modulen el curso posterior de la investigación en sus diferentes fases (Marín, Solano y Jiménez-Gómez, 2001). Lo usual es que las citas para fundamentar el trabajo signifiquen poco o nada para el desarrollo posterior de éste (diseño de cuestionario, clasificación de datos, interpretación de resultados, etc.).

Suele ser frecuente en la literatura del ámbito declarar como fundamento determinadas propuestas didácticas que carecen de contexto teórico, por lo que cabe cuestionarse cuál es el apoyo real (Sanmartí y Azcárate, 1997). Además, las citas que parecen fundamentar un determinado trabajo no tienen después incidencia en el desarrollo del mismo, lo que hace pensar que las referencias a ciertos autores y etiquetas se hace más bien para alinearse en un marco de investigación con cierta entidad (Duschl, 1994; Jiménez-Aleixander y García-Rodeja, 1997).

3.3. No es usual analizar la validez y fiabilidad de la información obtenida de los estudiantes

Solo un tercio de la muestra analizada utilizan técnicas para analizar parcialmente el grado de validez y fiabilidad de los datos (Marín, Solano y Jiménez-Gómez, 2001). Los controles, cuando se trata de sondear e interpretar un fenómeno tan complejo como es el cognitivo, deberían extremarse. Nosotros hemos sugerido la conveniencia de:

- Diferenciar las respuestas del alumno que provienen de algunos de sus esquemas de conocimiento de aquellas otras que son dadas al azar, repiten más o menos la pregunta o simplemente son inventadas.

- Analizar el grado de coherencia de los datos categorizados. Por ejemplo, creando una matriz de casos (sujetos) y variables (categorías) se podría hacer varios tratamientos estadísticos como correlaciones, análisis de las componentes principales, análisis cluster, análisis de correspondencias, etc. Con todo se debería comprobar si el orden empírico establecido en las categorías es confirmado por el orden estadístico al tratar la matriz de datos como un todo (validación interna).

- Comparar y establecer relaciones entre la información sobre concepciones del alumno con otras variables cognitivas como son su nivel cognitivo, su dependencia o independencia de campo o su nivel de respuestas a test externos de probada validez y fiabilidad.

3.4. Los sesgos y limitaciones pueden minimizarse si se usa un contexto teórico adecuado.

Los científicos sabemos que toda medida lleva aparejada un error, y también que éste es mayor cuando lo que se trata de medir es algo inaccesible a nuestros sentidos. Esto es aplicable al conocimiento del alumno, haciendo que nuestros hallazgos siempre sean sesgados y limitados. Sin embargo, basándonos en algunas de las investigaciones citadas anteriormente, y en otras no citadas (Marín, 1994b; Benarroch, 1998), creemos que si se usa un contexto teórico cognitivo adecuado, los sesgos y limitaciones se hacen menores.

Por otro lado, la información tomada por el McA está limitada desde el punto de vista de su utilidad didáctica. A esta conclusión se puede llegar analizando la información obtenida por los trabajos de investigación del McA desde un contexto o referente teórico que muestre con cierta amplitud los constructos y capacidades mentales del estudiante, pero es muy posible que no se vea restricción en la información tomada del alumno desde el punto de vista que ofrece el contenido académico (Marín, Solano y Jiménez-Gómez, 2001). Veamos qué otras opciones son posibles:

Lo importante de los sesgos y limitaciones que arrastran las investigaciones sobre concepciones alternativas es que impiden adoptar medidas didácticas útiles para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así:

A. *En relación al conocimiento conceptual del alumno*, sólo se detectan ideas directamente relacionadas con el contenido objeto de enseñanza. Sin embargo, hay dos tipos de concepciones que, procediendo de este modo, no es fácil que se llegue a detectar:

a1) Ideas tomadas usualmente de las interacciones cotidianas no ligadas al contenido académico. Estas ideas se pueden detectar, evitando enfrentar al alumno a preguntas directas sobre el contenido académico y sí colocándolo ante objetos, situaciones y fenomenología relacionadas con éste y realizando preguntas más indirectas donde se solicita al entrevistado previsiones, explicaciones y establecimiento de relaciones y significados en los datos percibidos.

a2) Ideas que se encuentran en un nivel de desarrollo bajo (intuitivo o preoperacional) y que en el curso de su evolución cognitiva su distancia al contenido académico irá disminuyendo (Piaget y García, 1973). Estas ideas suelen pasar desapercibidas con cuestionarios diseñados desde el contenido académico pero podrían detectarse con técnicas descritas en el párrafo anterior.

El hecho de que las ideas comentadas en a1 y a2 sean diferentes o no estén relacionadas con los contenidos académicos no significa que sean menos importantes que las concepciones del alumno relacionadas por la lógica de la disciplina. En efecto, las ideas de alumno, tanto las que están más relacionadas con el contenido de enseñanza como las que están menos, forman parte de su bagaje de conocimientos, por lo que desde la lógica del aprendiz sí que están relacionadas (Piaget, 1977). Este tipo de ideas son extremadamente difícil de detectar si para tomar información del alumno se tiene como referente sólo el contenido académico.

B. *En relación al conocimiento procedimental del alumno*, existen capacidades relacionadas con la clasificación de datos empíricos, la inferencia inductiva, el razonamiento proporcional, el control de variables, la

formulación de hipótesis, las destrezas motoras, etc., que no son consideradas en los trabajos analizados, a pesar de que tales capacidades han mostrado ser determinantes para aprender ciencias (Shayer y Adey 1984; Niaz 1991; Lawson 1983; Marín, 1994a). Conocer estas capacidades resulta imprescindible si se pretende una enseñanza de ciencias que sea algo más que transmitir la versión declarativa del contenido académico y que el aprendizaje se limite a simple memorización o débil comprensión de los conceptos. Y si se procura aprendizajes conceptuales ricos en significados, con posibilidades de transferir lo aprendido y habilidades y destrezas propias de la actividad de los científicos, entonces conocer las capacidades procedimentales por parte del docente resulta necesario.

4. Reflexiones

En síntesis, los puntos débiles más acusados de la línea de las concepciones son:

1. El contenido académico, cuyas concepciones del alumno se desea conocer, es el principal referente para buscar e interpretar los datos.

1a. En ausencia de teorías más adecuadas al fenómeno cognitivo que se estudia, la búsqueda es eminentemente inductiva.

1b. El progreso del McA ha sido escaso o nulo.

2. Existen desfases entre los apoyos reales de la investigación y los citados en la bibliografía.

3. No es usual analizar la validez y fiabilidad de la información obtenida de los estudiantes.

4. La información que se toma del alumno del contenido objeto de enseñanza está sesgada y limitada.

Con las carencias y la ausencia de una metodología que contraste mejor la calidad de los datos obtenidos, no resulta difícil explicar la falta de progresión de la línea de investigación del McA. Por el contrario, creemos que sería fructífero considerar algunas de las sugerencias dadas más arriba para indagar en el conocimiento del alumno; se pueden ver algunos ejemplos prácticos en investigaciones de otros autores (por ejemplo, Stavy, 1990; Vosniadou y Brewer, 1994) y nuestras (Marín, 1994a; Benarroch, 1998). Con lo visto, no debería servir al ámbito afirmaciones como “se dispone de un catálogo completo de concepciones”, “habría que cambiar de línea de trabajo” o “ya se trabaja en otros asuntos o con otro enfoque”. Habría que ser más crítico con lo realizado hasta ahora pues existe un problema de fondo que no está resuelto con algunos de los “nuevos enfoques”: éstos siguen usando como único referente para indagar en el conocimiento del alumno la historia, filosofía y los contenidos científicos; parecen olvidar que, al menos a ciertos niveles de enseñanza, la mente del niño no es como la del científico y que la enseñanza de las ciencias requiere de un conocimiento diversificado de criterios que, a estos niveles al menos, difieren de los que pueden obtenerse del contenido científico.

5. Referencias bibliográficas

Benarroch, A. (1998). *Las explicaciones de los estudiantes sobre las manifestaciones corpusculares de la materia*. (tesis inédita), Facultad de Educación (Universidad de Granada).

Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in Science Education. 263-282. En W. Schnotz, S. Vosniadou y M. Carretero. (eds). *New perspectives on conceptual change*. Londres: Elsevier.

Duschl, R.A. (1994). Editorial Policy Statement and Introduction. *Science Education*, 78(3), 203-208.

Gil, D. (1996). New Trends in Science Education. *International Journal of Science Education*, 18(8), 889-901.

Gilbert, J.K. (1995). Studies and fields: directions of Research in Science Education. *Studies in Science Education*, 25, 173-197.

Gilbert, J.K. y Swift, D.J. (1985). Towards a lakatosian analysis of the piagetian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), 681-696.

Jiménez Aleixandre, M.P. y García-Rodeja, I. (1997). Hipótesis, citas, resultados: reflexiones sobre la comunicación científica en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 11-19.

Jiménez Gómez, E., Solano, I. y Marín, N. (1997). Evolución de la progresión de la delimitación de las "ideas" de alumno sobre fuerza. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(3), 309-328.

Marín, N. (1994a). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 20, 195-208.

Marín, N. (1994b). *Evolución de los esquemas explicativo en situaciones de equilibrio mecánico*. (tesis inédita), Facultad de Educación (Universidad de Granada).

Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Número Extra, 43-55.

Marín, N. y Jiménez Gómez, E. (1992). Problemas metodológicos en el tratamiento de las concepciones de los alumno en el contexto de la filosofía e historia de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 335-339.

Marín, N. y Benarroch, A. (1994). A comparative study of Piagetian and constructivist work on conceptions in science. *International Journal of Science Education*, 16(1), 1-15.

Marín, N., Solano, I. y Jiménez Gómez, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 479-492.

Marín, N., Solano, I. y Jiménez Gómez, E. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students' conceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 663-690.

Marín, N., Jiménez Gómez, E. y Benarroch, A. (2004). How to identify replies that accurately reflect students' knowledge? A methodological proposal. *International Journal of Science Education*, 26 (4), 425–445.

Jiménez Gómez, E., Benarroch, A. y Marín, N. (2006). The coherence of conceptions: a study concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Education*, 26 (4), Aceptado para su publicación.

Niaz, M. (1991). Correlates of formal operational reasoning: a neo-piagetian analysis. *Journal of Rechearch in Science Teaching*, 28(1), 19-40.

Piaget, J. (1977). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin. (Ver.orig. 1970. L'epistemologie génetique. París: Presses Universitaires de France).

Piaget, J. y García, R. (1973a). *Las explicaciones causales*. Barcelona: Barral.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Sanmartí, N. y Azcárate, C. (1997). Reflexiones en torno a la línea editorial de la revista Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 3-9.

Shayer, M. y Adey, P.S. (1984). *La ciencia de enseñar Ciencia, "Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum"*. Madrid: Narcea.

Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *Internacional Journal of Science Education*, 12(3), 501-512.

Tsai, C. y Wen, M.L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *Int. J. Sci. Educ.*, 27 (1), 3–14.

Vosniadou, S. y Brewer, W.F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.

Evaluación de un guión experimental

Lucila Cecilia Méndez Chávez,[1] Susana Alicia Flores Almazán[1] y Neus Sanmarti Puig[2] (Asesora)

[1]Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería química, Laboratorio de Ingeniería Química. Edificio A, Circuito Escolar, Campus C.U. México, D.F. 04510, México. Dirección electrónica: lume@yahoo.com.mx; [2] Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, Edificio G. Campus de la UAB 08193 Bellaterrra, España.

Resumen: El trabajo que aquí se presenta es el resultado de la evaluación de un guión experimental de la carrera de Ingeniería Química. La evaluación se realizó en dos fases: la primera, a través de un trabajo académico que estamos realizando profesores del Laboratorio y del Departamento de Ingeniería Química, de la UNAM, dando como resultado guiones mejorados. La segunda fase, es la evaluación de dicho guión con alumnos del cuarto semestre que cursan el Laboratorio de Flujo de Fluidos. El principal objetivo es constatar en qué grado se logran los objetivos de aprendizaje propuestos en el guión, esto, a través de análisis de los resultados obtenidos al aplicar diferentes instrumentos de evaluación – regulación.

Palabras clave: Enseñanza Experimental, Evaluación, Modelo, Derivada.

Title: Evaluation of an explanatory text for practical work

Abstract: In this investigation are giving the evaluation of a practical work of the Chemical Engineering career. The evaluation was made in two parts: the first was trough the college work with professors of the laboratory and department of Chemical Engineering, giving the results of this part is the improvement of the explanatory text. The second part, is the application of this explanatory text by students of fourth semester that carry of Flow of Fluids laboratory. The aim object is verifier if the objectives learning are accomplished. Is made trough of the results analysis of evaluation – regulation instruments

Keywords: Experimental work, Evaluation, Model, Derived

Introducción

Desde 1993 se inició un programa de diagnóstico sobre la situación en que se encontraba la enseñanza experimental en la Facultad de Química dando lugar a la necesidad de definir principios didácticos bajo los cuales debía reformarse el método tradicional de la enseñanza experimental, (Hernández-Luna, 1994) y por ende la elaboración de guiones experimentales. A partir de julio de 2003 se han establecido reuniones académicas en las que participan los profesores que imparten los diferentes programas del laboratorio de I. Q., y algunos profesores de teoría con el fin de evaluar, nuevamente los guiones

implementados de manera rigurosa y sistemática. Esta evaluación se realiza con una revisión exhaustiva del contenido del guión: Problema; Desarrollo Experimental y Cuestionario.

El guión evaluado que aquí se presenta, “Descarga de tanque”, tiene como Objetivo Académico: “Que el alumno tenga la oportunidad de establecer el modelo matemático que describe, un simple fenómeno, como es la descarga en un tanque. Plantea como problema: *“Establecer el modelo que describe la velocidad de descarga del tanque”*.

Se evaluó a través de los siguientes pasos: Los profesores participantes realizaron los dos experimentos marcados en el guión, se puntualizaron aspectos metodológicos, uno de ellos y de importancia para el establecimiento del modelo es el continuar solicitando al alumno la elaboración de gráficas en papel milimétrico, para que el estudiante “lea” correctamente la gráfica de altura/tiempo y observe que no es una función lineal; el uso de la computadora puede distorsionar la primera aproximación a la realidad y esto no ayuda a la interpretación y autogeneración de conceptos e ideas. La lectura de gráficas es el punto de inicio comprensión del fenómeno y de la deducción del modelo.

Al presentar y analizar sus resultados, el grupo de profesores constató que se logra el objetivo académico; sin embargo se recomendó hacer más énfasis en dos aspectos importantes:

1) Causa – Efecto, es decir, asegurar que el alumno identifique correctamente la variable que causa el cambio de velocidad y

2) Comprenda la diferencia entre una función discreta y una función continua así como la aplicación del concepto de límite.

En el primer aspecto, se discutió que no todos los alumnos perciben que la velocidad de descarga varía porque decrece la altura. Algunos alumnos consideran que es el tiempo la variable que ocasiona dicho cambio. Para el segundo aspecto, la modificación es el realizar tres experimentos, con el objeto de hacer mas notoria la diferencia entre establecer un modelo con 4 intervalos de altura, otro con 12 intervalos y el otro con 24.

La inducción que se hace al estudiante a la solución del problema, a través del cuestionario; en este caso, las preguntas se hacen cuidadosamente pensadas y redactadas. Una parte importante para iniciar la deducción del modelo es que el estudiante observe y “lea” las gráficas de velocidad de descarga, para cada experimento, como ésta es la primera aproximación al modelo, se modificaron las preguntas en el guión inicial, por ejemplo:

8. *Observe cuidadosamente las gráficas anteriores, ¿puede deducir una ecuación que relacione a esas variables? Y analice la ecuación que dedujo en el paso anterior, la cual utiliza incrementos. Indique, ¿cómo la modifica matemáticamente para obtener valores instantáneos? Escriba su nueva función.*

9. Si existen constantes en el modelo, ¿cómo las evalúa? Y del modelo anterior deduzca la ecuación que permite calcular el tiempo de descarga a cualquier altura

En el nuevo son las siguientes:

5. Analice cuidadosamente las gráficas anteriores. Escriba con sus propias palabras y matemáticamente ¿cómo es la proporcionalidad entre las variables?. Proponga la función que relaciona dichas variables. Escríbalas y observe que estas ecuaciones están expresadas en intervalos.

6. Con el uso de la computadora determine el valor de la o las constantes de la función y compruebe que el coeficiente de regresión sea cercano a 1. Si no es así, no es la función, vuelva a revisarlas.

7. Compare los tiempos calculados con los tiempos medidos y determine el error por ciento y analice.

8. ¿Qué sucede con el error por ciento conforme disminuye el intervalo de distancia? ¿Con cual de las ecuaciones el tiempo calculado se acerca mas al valor del tiempo medido experimentalmente?

9. ¿Qué modificación matemática se tiene que hacer a la ecuación identificada para que el error tienda cero? , ¿Puede definir esta nueva ecuación?

10. Calcule el tiempo de descarga para cada altura, dentro de los límites del sistema. Calcule también el nuevo error por ciento. ¿El error tiende a cero?

Con estas modificaciones se pretende que el alumno se percate de que al aumentar el número de intervalos de la altura, el error porcentual va disminuyendo, que comprenda la diferencia entre usar una ecuación expresada con intervalos y esa misma expresada como diferencial; es decir, pasar de valores discretos a diferenciales. Es importante puntualizar que no se está calculando el error experimental sino, por decirlo de alguna manera, el alejamiento de la realidad al no definir correctamente el modelo. Finalmente con la pregunta: *¿Qué modificación se requiere hacerle a la función estimada para que el error tienda a cero?***,** se le aproxima al alumno a la aplicación del concepto de límite y al uso de valores diferenciales, Méndez y col. (2005).

El objetivo académico se replanteó al cuidar que el alumno comprenda los conceptos de límite y diferencial, y que comprenda que los procesos continuos, como la descarga de un tanque, deben expresarse mediante una diferencial. El problema es el mismo.

El quehacer docente del profesor universitario no solo tiene que ver con el aprendizaje de los conocimientos de una determinada disciplina o con que el alumno comprenda y aplique adecuadamente los conocimientos adquiridos, o con el facilitar y promover en el alumno el interés por profundizar en el conocimiento; tiene que ver con el qué, para qué se aprende y con el cómo se aprende. Pero todo trabajo experimental diseñado estará incompleto si no se somete a una evaluación que permita identificar los procesos que intervienen en el aprendizaje y la efectividad de los objetivos planteados. Este trabajo tiene como propósito evaluar la eficacia del guión ya modificado, en cuanto a: ¿en qué grado se logran los objetivos y estrategias de enseñanza planteados? a través de la aplicación de diferentes instrumentos.

Marco teórico

Robin y col.(1999) proponen, que para mejorar el trabajo experimental, se consideren dos niveles de efectividad:

1) la efectividad entre los *objetivos de enseñanza* y lo que *realmente hacen* los estudiantes y

2) la efectividad entre *los objetivos de aprendizaje* y lo que *realmente aprenden* estudiantes.

Investigadores como: Lunetta y col., (1981), Tamir y col., (1992) y otros encontraron que los laboratorios tiene un fuerte potencial porque el estudiante elabora y comprueba hipótesis; porque facilitan la comprensión de conceptos que en ocasiones son muy abstractos; porque ofrecen a los estudiantes la

oportunidad de desarrollar habilidades importantes como son la manipulación de instrumentos y equipos, la organización del trabajo en equipo, así como la comunicación y toma de los datos, el análisis y discusión de resultados así como a las conclusiones a las que llegan.

El trabajo experimental también favorece la adquisición de habilidades para la solución de problemas desde la acción; es decir, desde el *aprender a hacer,* y es ahí en donde se establecen puentes entre: *los objetos reales y observables y el dominio de las ideas;* entre el manipular, controlar y el pensar, para la toma de decisiones. También guía al alumno a generar su propia información estimulando las habilidades de atención y percepción en la memoria de trabajo, identificando y activando los conocimientos previos para organizar las ideas y conceptos centrales y así facilitar el procesamiento y auto-generación de conceptos e ideas del almacenamiento y recuperación en la memoria de largo plazo (Talanquer, 2004) para que de ahí se haga una recuperación de la información y se transfiera en otras situaciones, promoviendo el desarrollo de la metacognición.

Mediante el desarrollo de las actividades experimentales que realizan los estudiantes de Ingeniería Química se fomenta el desarrollo de puentes cognitivos entre *el hacer y pensar,* las habilidades de razonamiento y la aplicación de los conocimientos previos, con el fin de generar un cambio conceptual del aprendizaje, hacia un aprendizaje mas significativo.

Pero, cómo constatar la eficacia de la enseñanza, que no sea mediante la asignación de la calificación final de un examen, de un informe, del promedio de una serie de tareas encomendadas, etc. ¿qué tan representativo es hacer lo anterior para constatar el verdadero aprendizaje que logran los estudiantes? Cómo evaluar el aprendizaje de manera compartida; es decir, que el profesor evalúe y el alumno se autoevalúe. En esto es importante reconocer que los estudiantes progresan de diferente manera, que superan los obstáculos con diferente ritmo y con diferente estilo; también hay que reconocer la complejidad de la evaluación, lo cual hace imposible que sea el profesor el único responsable de controlar y evaluar dicho proceso, el alumno puede intervenir de manera mas autónoma para constatar, por un lado, su propio aprendizaje y por otro ir desarrollando su autoevaluación.

La evaluación conjunta entre profesor y alumno-clase se conoce como la evaluación-regulación del proceso de enseñanza – aprendizaje. Si no se evalúa-regula durante todo el proceso no se detectarán las dificultades en el momento en que aparecen. (Sanmarti, 2003)

La evaluación- regulación continua de los aprendizajes se sustenta en tres pilares:

1) La evaluación considerada como autorregulación que realiza cada estudiante en su proceso de aprendizaje.

2) La coevaluación-regulación que se da por las interacciones entre los propios alumnos.

3) La evaluación que realiza el profesor con la finalidad primordial de detectar y regular aquellos aspectos que los estudiantes no pueden regular de manera autónoma.

Entonces, si se entiende la evaluación como un proceso continuo y regulado, ésta debe hacerse desde el inicio del proceso de enseñanza (diagnóstica), a lo largo del proceso de enseñanza (formativa) y al final del proceso de aprendizaje, (sumativa). (Sanmartí y Alimenti, 2004).

Metodología

Para evaluar la eficacia del guión se aplicaron, diferentes instrumentos a tres grupos del laboratorio de Flujo de Fluidos (4° semestre de la Carrera de I.Q.). Estos tres grupos representan el 24% del total de alumnos. Dos grupos determinaron el modelo con el guión modificado: Grupo A con 18 alumnos y el otro grupo B con 6 alumnos utilizando el guión sin modificar.

Se pretende identificar qué tipo de obstáculos se presentan en los alumnos al establecer relaciones cognitivas entre: *el hacer y el pensar.* Que los alumnos pongan de manifiesto los conocimientos anteriores y sus ideas previas. Constatar si los estudiantes pueden aplicar e integrar sus conocimientos previos con los nuevos conocimientos y si se logra avanzar hacia sistemas conceptuales que tengan la potencialidad de satisfacer las necesidades de la situación en estudio, en este caso, con la realización del experimento. La evaluación del guión comprende varias etapas y por lo tanto se aplicaron diferentes instrumentos:

Etapa I. Evaluación Diagnóstica:
1. Utilizando el Inventario del conocimiento previo de los alumnos. El KPSI (Knowledge and Priory Study Inventory). Con el fin de conocer el grado de conocimiento que consideran tener sobre algunos conceptos de matemáticas necesarios para resolver el problema, y para que tomen conciencia sobre lo que recuerda o no, así como el grado de claridad y dominio que tiene sobre dichos conceptos. 2. Aplicación de un cuestionario con el fin de constatar si los alumnos identifican la relación: causa-efecto y en qué grado se puede dar el establecimiento de puentes entre lo observable y el pensar.
Etapa II. Desarrollo experimental.
Guía de observación sobre la toma y registro de datos. En qué grado se establecen puentes entre los objetos reales, el manipular, controlar, pensar y la toma de decisiones.
Etapa III Autoevaluación y Regulación
Discusión de conceptos (con. previos), en qué grado se da una modificación de conceptos. Discusión de las respuestas del cuestionario, a partir de la información experimental.

Análisis de Resultados

Etapa I. Evaluación Diagnóstica

1) Inventario KPSI (Anexo 1)

a) “Estudio anterior del concepto”, en el Grupo A el 80% responde si haberlos estudiado con anterioridad, mientras que el Grupo B el 88%. b) “Grado de conocimiento”, el 50% de los alumnos del Grupo A, responden que los conoce

un poco y el 37% que bastante bien. El Grupo B contesta casi lo mismo. Al hacer la comparación sobre un mismo concepto, en este caso el concepto Función; el 37% del Grupo A responde conocerlo bastante bien, mientras que del Grupo B, el 50% lo responde.

El concepto Función discreta en donde ninguno de los alumnos de ambos grupos responde conocerlo bastante bien. Sobre concepto Función continua el 37% del Grupo A responde conocerlo bastante bien, mientras que en el Grupo B es el 66%.

c) "Puedo explicarlo por escrito a otro compañero", de manera sobresaliente, el concepto Función, en el Grupo A, ningún alumno se siente capaz de explicarlo y en el Grupo B, el 17%. En el caso de Función discreta y Función continua, en ambos casos ningún alumno se siente capaz de responder.

2) Al tratar de establecer una relación a priori entre lo observable y el pensar; (al observar como es la descarga en el tanque).

- El 25% del total de los alumnos responde, la velocidad de descarga depende de la altura; de manera indirecta el 29% al considerar que depende del volumen contenido en el tanque o de la presión hidrostática; el 4% considera que la velocidad depende del tiempo; el 8% considera que depende del diámetro del tanque o del orificio y el 4% que depende de la densidad.
- Sobre la identificación de variables, el 8% responde que la variable dependiente es la velocidad y la independiente la altura, el 17% considera a la presión como variable independiente y el 75% responde más de 2 variables dependientes.
- El establecimiento de la proporcionalidad entre variables, sólo el 4% lo hace de manera cercana a lo esperado, el 92% no lo logra y el 4% responde que la proporcionalidad es lineal.
- La expresión matemática a priori de la relación de variables (aproximación al modelo), no se logra. Finalmente el 50% asigna un valor negativo a la velocidad, el 42% un valor positivo y el 8% no responde.

Etapa II. Desarrollo experimental. (Observación de grupos)

- La mayoría de los alumnos ponen cuidado en sus mediciones y se familiarizan con el funcionamiento del cronómetro de 30 memorias.
- Identifican las tuberías y válvulas para la operación correcta del equipo; así como la formación del pequeño vórtice que se forma en la base del tanque.
- Inicialmente tienen cierta dificultad en registrar los datos de manera clara y completa (con sus unidades). Es muy común que se confundan y hasta equivocan, al trasladar la información del cronómetro a datos; la interpretación de gráficas sigue siendo un obstáculo
- Se da dos tipos de comunicación sobre el registro de datos, en general, una casi nula o desordenada y la otra un poco mas ordenada. En este caso es la primera actividad experimental del programa del laboratorio de flujo de fluidos y algunos alumnos no se conocen.
- Empiezan a identificarse como grupo de trabajo, en el desarrollo experimental y la solución del problema. Se inicia cierta integración de pequeños equipos. También se identifican cualidades de liderazgo en ciertos alumnos así como lo opuesto a esto.

Etapa III Autoevaluación y Regulación

Discusión de conceptos (conocimientos previos), en qué grado se da una modificación de conceptos.

El análisis inicial comparativo entre este inciso c) y el d) del KPSI, sobre como fue la modificación de los conceptos antes y después de la realización del experimento, permite mencionar que de manera global el 37% del Grupo A no respondió, no hizo ninguna modificación a la definición inicial y en el Grupo B no respondió en un 30%.

Al hacer la comparación de algunos conceptos sobre su modificación, la mayoría de los alumnos del Grupo A definen al concepto Función de manera semejante a la definición de lo que es un modelo y un 70% de este grupo, escribe una definición más cercana a la definición clásica y discutida en el grupo. En el Grupo B, las respuestas son diferentes ya que el 50% de los

alumnos escriben inicialmente una definición muy cercana a la definición clásica y no la modifican considerando que su respuesta inicial es buena.

Uno de los conceptos importantes que se tratan en este guión, es el de Función discreta. En el Grupo A, el 40% no responde, el 20% da una definición cercana a la clásica y el otro 20% da una respuesta errónea. El 50% modifica su definición inicial y el otro 50% no contesta nada. En el Grupo B para el mismo concepto el 90% no contestó nada y en cuanto a la modificación, el 65% no contesta, el 15% da una definición más cercana a lo aceptado, el 20% da una respuesta errónea. Este punto sigue en proceso de análisis por ser amplio su contenido.

Algunas conclusiones

Dentro del quehacer educativo, como profesores, nos enfrentamos a la necesidad de introducir actividades que pretendemos sean innovadoras o que promuevan el rompimiento de un trabajo monótono. La preparación de este tipo de actividades requiere de una serie de lecturas, consultas y asesorías, del diseño del plan de acción, de la aplicación y análisis y reflexión sobre este proceso innovador. Aun así estamos dispuestos a pagar el alto costo de tiempo; sin embargo es mas costoso no lograr mejorar el aprendizaje o el no constatar que tanto se da la reflexión metacognitiva, o un mejor razonamiento y comprensión, el no lograr que la regulación no solo se limite a la toma de conciencia sobre la necesidad de profundizar en ciertos conceptos sino que trascienda a una acción motivante y gustosa por aprender a aprender. Aunque esto está condicionado, en parte por las respuestas y actitudes de lo alumnos, el profesor puede dudar o no de los cambios, pero existe la expectativa de lograr que los cambios se conviertan en un avance que no cese, sino que guíe hacia la mejora continua.

Referencias bibliográficas

Hernández-Luna, M. (1994). Propuesta de Reforma de la Enseñanza Experimental, *Revista Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos,* julio, 5-7

Lunetta, V. y Tamir, P. (1981). Inquiry related tasks in science laboratory handbook. *Science Education*, 65, 477-484

Méndez L., Galicia M.L. y Gutiérrez R. (2005), Validación de un modelo teórico, Facultad de Química, UNAM. *La evaluación como instrumento de mejora en el proceso de enseñanza aprendizaje***".** En prensa,

Millar, R., Le Maréchal, J. y Tiberghiem, A. (1999). Mapeo del dominio de variables en el trabajo práctico. J. Leach y A. Paulsen, *Practical work in Science Education.* Roskilde Univ. Press.

Sanmarti, N. y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: Análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. Educación Química, 15, 120-128

Sanmarti N. (2002). *Didáctica de las Ciencia en la educación secundaria obligatoria.* Madrid: Síntesis Educación, S. A.

Talanquer V., (2004), El Aprendizaje desde la perspectiva cognitiva, doc. impreso.

Tamir, P. y García Rovira, M. (1992). Características de los ejercicios prácticos de Laboratorios, incluidos en los libros de Texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10, 3-12

ANEXO 1. KSPI

CONCEPTOS Y CONOCIMIENTOS									
GRUPO (N° ALUMNOS)	**3 (8)**			**4 (10)**			**5 (6)**		
ATRIBUTO (%)	1	2	S/R	1	2	S/R	1	2	S/R
Función		100			100			100	
Variación de una función	13	87			100		17	83	
Diferencia entre intervalo e incremento	25	75		10	90			100	
Variable dependiente	13	87			100			100	
Variable independiente	13	87			100			100	
Derivada	13	87			100			100	
Límite	13	87			100			100	
Función discreta	13	50	37	50	50		17	83	
Función continua	13	87			100			100	
Diferencia entre Función discreta y continua	50	50		40	60		68	16	16

CONCEPTO	**b) CONSIDERO QUE MI GRADO DE CONOCIMIENTO ES:**										
GRUPO (N° ALUMNOS)	**3 (8)**			**4 (10)**				**5 (6)**			
ATRIBUTO (%)	No lo conozco	Lo conozco un poco	Lo conozco bastante bien	No lo conozco	Lo conozco un poco	Lo conozco bastante bien	LO PUEDO EXPL.	No lo conozco	Lo conozco un poco	Lo conozco bastante bien	LO PUEDO EXPL.
Función		62.5	37.5		10	90			33	50	17
Variación de una función		62.5	37.5		60	40		67	33		
Diferencia entre intervalo e incremento	12.5	50	37.5	S/R 10	60	30		16.5	16.5	67	
Variable dependiente		25	75			90	10		67	16.5	16.5
Variable independiente		25	75			90	10		83		17
Derivada		62.5	37.5		40	60		S/R 16.5	50	16.5	17.0
Límite	S/R 12.5	25	37.5	10	40	50		16.5	50	16.5	17.0
Función discreta	37.5	62.5		50	30		S/R 20	100			
Función continua	12.5	62.5	37.5	20	50	30		17	17	66	
Diferencia entre Función discreta y continua	37.5	62.5		50	30		S/R 20	83			S/R 17

a. Estudio del concepto: No=1, Si=2
b. Grado de conocimiento sobre cada concepto: No lo conozco = 1, Lo conozco un poco = 2, Lo conozco bastante bien = 3, Lo puedo explicar a algún compañero/a = 4
c. Puedo explicarlo por escrito
d. Una vez realizado el experimento puedes revisar tus primeras apreciaciones y volver a escribir la explicación de cada concepto.

La inteligencia naturalista en la Teoría de las Inteligencias Múltiples. Unidad Didáctica "El Agua"

Corina Varela Calvo

Grupo de Investigación sobre el Desarrollo de las Inteligencias Múltiples (G.I.D.I.M.).Universidad de La Laguna, cvarela@ull.es

"Había una vez una nube gandula, cogía agua y siempre se quedaba recostada.
Nunca se le ocurrió alzar con fuerza su panza grande y redonda y volar,
derramando bendiciones a la Tierra.....

¡Anda nube, deja el sueño, lleva el agua a los tilos, al paloblanco, al fayal, al barbuzano…!
y la nube dejó el sueño y contenta fue a regarlos".

"La nube y el sol" (I. Medina)

Resumen: El trabajo presenta la aportación que se hace, desde la perspectiva de la Inteligencia Naturalista, según la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner, a la Unidad Didáctica *El agua*. Esta teoría se basa en que, en el sujeto existen varios tipos de inteligencia, relativamente independientes. Aprovechando las más desarrolladas, es posible mejorar aquellas en las que se presentan más dificultades. La Unidad Didáctica, en conjunto, ha de entenderse como una propuesta abierta y flexible: puede desarrollarse en otro orden, si se considerase más adecuado e invertirse más tiempo, si fuera necesario, enriqueciéndola con imaginación y creatividad; no obstante, se presenta una secuencia para desarrollar las capacidades que abarca cada inteligencia señalando, a su vez, una temporalización de las actividades, en el desarrollo de las cuales, bajo el prisma de Gardner, se ha seguido idéntico esquema de presentación (como modelo se aporta una actividad –Anexo-).

Palabras clave: Teoría de las Inteligencias Múltiples, Inteligencia Naturalista, Unidad Didáctica, Agua.

Title: Naturalist Intelligence in the Multiples Intelligences (MI) Theory and the Didactic Unit "Water"

Abstract: Briefly, the theory MI, mainly pretends to enlarge the area of mental operation which is called "intelligence". Gardner, through his theory, states that exits a broad scope of at least seven different kinds of intelligence and not just one and unique type of intelligence that proves to be essential for success in live. According to his theory all individuals possess at least, in different degrees, these areas of intelligence, which work in a relatively independent way. They are the following: verbal capacities, logical-mathematical capacities, spatial capacities, kinaesthetic talent, musical aptitudes, interpersonal intelligence and intrapersonal intelligence. In this article, we will explain what The Theory of Multiple

Intelligences (MI) means from the naturalist intelligence, using some activities belongs to D.U. about Water that can help to develop this kind of intelligence.

Keywords: Multiples Intelligences Theory, MI, Naturalist Intelligence, Didactic Unit, Water.

La Teoría de las Inteligencias Múltiples

Para la mayoría de los profesionales de la Educación la teoría de las inteligencias múltiples (MI) de Gardner (1987, 1995, 2001) no necesita presentación: en estos últimos años hay pocas áreas educativas en las que, de alguna manera, no se haya mencionado.

Esta teoría pretende, sobretodo, ampliar el ámbito de funcionamiento mental que se recoge bajo la denominación de *inteligencia*. Se fundamenta en que no existe un único y monolítico tipo de inteligencia que resulte esencial para el éxito en la vida sino que, en realidad, hay un abanico de variedades de inteligencia que funcionan de un modo relativamente independiente, como son las capacidades verbales, lógico-matemáticas, naturalistas, viso-espacial, el talento kinestésico, las aptitudes musicales, la inteligencia interpersonal y la inteligencia intrapersonal.

Tomándola como marco de referencia puede decirse que cada niño[1] presenta un perfil característico de capacidades diferentes, un espectro, que pueden reforzarse gracias a las oportunidades que ofrezca la educación y a un medio rico en materiales y actividades atractivas (Guilford, 1967).

Se proporciona, por tanto, un marco diferente del proceso de aprendizaje en el que los alumnos pueden aprender a manejar sus dificultades. Partiendo de sus puntos fuertes, de sus estilos preferidos de aprendizaje, se seleccionan los recursos y estrategias didácticas que les puedan ayudar a estimular sus inteligencias, desarrollando las más eficientes a niveles más altos y trazando “puentes cognitivos” que, aprovechando las más desarrolladas, les ayuden a mejorar en las que presentan más dificultades (Gardner, Feldman y Krechevsky, 1998).

En síntesis, los aspectos fundamentales de los que parte la teoría MI son:

- Cada persona posee al menos siete inteligencias.
- La mayoría puede desarrollar cada inteligencia hasta un nivel adecuado de competencia.
- Existe una compleja interacción entre las distintas inteligencias.
- Existen distintas maneras de ser inteligentes dentro de cada categoría.

La teoría de las MI establece que se han de utilizar varias inteligencias para realizar una tarea. Desde esta perspectiva, la actuación en cualquier dominio, también el naturalista, debe exigir el funcionamiento de otras inteligencias, por consiguiente, en las actividades diseñadas desde el área

[1] Debe entenderse que cuando se habla de profesorado o de alumnado en este trabajo, nos referimos a ambos géneros y que el uso del término masculino obedece, meramente a cuestiones de tipo formal y no de perjuicios u olvidos sexistas (Barquín, 1995).

natural se evocan además de las propias, las capacidades lingüística, social, imaginativa...

Objetivos

Las actividades de la Unidad Didáctica elaborada están pensadas para niños de Educación Infantil; se trata de tareas y juegos que permitan por un lado, desarrollar y fomentar cada una de las inteligencias múltiples y, por otro, llamar la atención sobre la necesidad de realizar un uso adecuado del agua. En este sentido se pretende:

- Identificar el recurso natural, sus características y su disponibilidad en el Medio.
- Definir las situaciones ponen en peligro la disponibilidad del agua.
- Conocer y desarrollar alternativas de uso creativas: el reciclaje y la reutilización.
- Explorar usos tradicionales del agua más consecuentes con su conservación.
- Adquirir hábitos de consumo y ahorro consecuentes con la conservación del recurso.
- Valorar la importancia del agua.

Metodología

En este trabajo se toma como eje central una Unidad Didáctica elaborada por el Grupo de Investigación sobre el Desarrollo de las Inteligencias Múltiples (GIDIM) de la Universidad de La Laguna, bajo la perspectiva de esta teoría, sobre la temática *"El Agua",* por la importancia que tiene en nuestro entorno. Durante siglos se consideró un recurso ilimitado pero las actuales demandas de agua dulce son las mayores que ha registrado la Historia y continúan en aumento progresivo.

Canarias es una de las comunidades autonómicas españolas donde más atención debe otorgarse a la explotación del agua, pues su situación geográfica, los niveles pluviométricos, la influencia de fenómenos atmosféricos estables, las notables diferencias ecológicas y orográficas hacen que en las islas se tenga una cultura del agua especial, de hecho, por término medio, un residente isleño dispone de cuatro veces menos agua que otro peninsular.

El desarrollo de la Unidad tiene lugar tras haberse diagnosticado el desarrollo de las diferentes inteligencias de los niños de Educación Infantil de un Centro Escolar del norte de Tenerife durante el curso 2004/2005.

Tras evaluarse cada una de las inteligencias se elaboró un material específico, un planteamiento concreto para esta etapa educativa, desde la perspectiva de esta teoría. Este material aún no se ha experimentado.

La característica fundamental de las distintas actividades que se proponen en "*El Agua*", para el desarrollo de cada una de las inteligencias, estriba en que, siendo atractivas, evocan el uso de una amplia gama de inteligencias. No se pretenden estimularlas usando materiales con la

etiqueta “natural”, “social” o “musical”, por ejemplo; por el contrario, se ha procurado utilizar materiales que recurren a combinaciones relevantes de inteligencias (Gardner, Feldman y Krechevsky, 2000).

Para el desarrollo de las actividades correspondientes a cada inteligencia, se ha seguido el siguiente esquema de presentación (según puede comprobarse en la actividad que, a modo de ejemplo, se presenta en el Anexo I):

- INTRODUCCIÓN
- CAPACIDADES CLAVE
- ACTIVIDADES
- OBJETIVO
- COMPONENTES FUNDAMENTALES
- PROCEDIMIENTO
- MATERIAL
- ESPACIO
- TEMPORALIZACIÓN
- AGRUPAMIENTO

Si bien se presenta una secuencia para desarrollar las capacidades que abarca cada inteligencia y se señala, a su vez, una temporalización de las actividades, la propuesta es abierta y flexible: el profesor puede desarrollarla en otro orden, si lo considera más adecuado, e invertir más tiempo si fuera necesario, enriqueciéndola con su imaginación y creatividad.

Para la evaluación se han seleccionado algunas de las posibles competencias, que pretenden descubrir las capacidades intelectuales destacadas de los niños (Krechevsky, 2001) (Anexo II).

La Inteligencia Naturalista

La inteligencia naturalista se caracteriza por la fascinación ante el mundo natural, permite comprenderlo y trabajar con él con eficacia. Se da en los niños que aman los animales y las plantas, que reconocen y les gusta investigar características del mundo natural y del fabricado por el hombre.

La mayoría de los niños no necesitan una introducción formal a este dominio, porque espontáneamente se interesan por muchos aspectos de su entorno y descubren relaciones causales simples, como lo que ocurre al golpear un tambor o soplar por un silbato. Muestran un incipiente sentido de la *causa efecto* cuando, por ejemplo, le dan al interruptor de la luz. Pero determinar qué parte de una interacción es *causa* y cuál *efecto*, les llevará algún tiempo más.

Capacidades- clave

En Ciencias, más que en dominios como las Matemáticas o la Música, la capacidad se basa más en la experiencia del mundo real y no se manifiesta tan pronto.

Las capacidades clave hacen referencia a la capacidad de distinguir, clasificar y utilizar elementos del medio ambiente, objetos, animales o plantas, tanto del ambiente urbano como rural. Incluye las habilidades de observación, experimentación, reflexión y planteamiento y comprobación de hipótesis.

Los descriptores del nivel de esta capacidad son:

Destrezas de observación

- Observa minuciosamente
- Se percata de los cambios producidos
- Se interesa por registrar sus observaciones mediante dibujos

Identificación de semejanzas y diferencias

- Compara y contrasta
- Clasifica y se percata de las semejanzas y diferencias

Formación de hipótesis y experimentación

- Hace predicciones basadas en observaciones
- Hace preguntas del tipo: *...¿y si...?*
- Realiza sencillas experiencias o da ideas para probar sus hipótesis o las de los demás

Interés por los fenómenos científicos

- Muestra conocimiento por el tema, aportando información o hablando de su experiencia o de la de otros...
- Manifiesta interés por los fenómenos naturales o por materiales relacionados con el tema
- Hace preguntas sobre lo observado

Las actividades diseñadas para la Unidad Didáctica desde la perspectiva de la inteligencia naturalista son las siguientes:

- *Para espías*, en la que se comprueban distintos aspectos de la disolución.
- *Gotas misteriosas*, donde se analiza la conducta de las gotas de agua en distintos materiales.
- *Disolviendo en el agua*, en la que se observa el comportamiento de diferentes materiales en el agua.
- *El juego del agua*, basado en un material elaborado por el Centro Canario del Agua, se hace un recorrido didáctico por las islas del archipiélago.
- *La presión del agua,* en la que se trabaja la relación entre presión y altura para luego poder comprender, en cierta medida, usos sociales del agua.
- *A trasladar agua*, con el objetivo de que se familiaricen con determinados recipientes y estimen el volumen de distintos envases.

- *Flota o se hunde*, cuya ficha se incluye en el Anexo.

- *El ciclo del agua*, aplicando contenidos como lluvia, vapor de agua y atmósfera.

Conclusiones

Desde la perspectiva de esta teoría, cualquier material elaborado *tiende puentes* entre los puntos fuertes de los niños. Utilizar las experiencias en las áreas en las que destacan los niños para llevarles a un conjunto más amplio de áreas de aprendizaje requiere tiempo y esfuerzo por parte de los maestros, pero se compensa con la sensación de logro que producen.

Referencias bibliográficas

Gardner, H. (1987): *Estructuras de la mente. La teoría de las múltiples inteligencias*. México: Fondo de la Cultura Económica.

Gardner, H. (1995): *Inteligencias Múltiples*. Barcelona: Paidós.

Gardner, H. (2001): *La inteligencia reformulada. Las inteligencias múltiples en el S. XXI*. Barcelona: Paidós, pág 45.

Gardner, H.; Feldman, D.H Y Krechevsky, M. (1998): *Project Zero Frameworks for Early Childfood Education*, Nueva York: Teachers College Press.

Gardner, H.; Feldman, D.H Y Krechevsky, M. (2000): *Projecto Spectrum Actividades de aprendizaje en la Educación Infantil*, Madrid: Morata.

Guilford, J.P. (1967): *The Structures of Intelligence*, Nueva York: McGraw-Hill.

Krechevsky, M. (2001): *Proyecto Spectrum III. Manual de Evaluación para la Educación Infantil*. Madrid: Morata.

Medina, I. (1987). La Nube y el Sol, en el disco de Taburiente *A la Quinta Verde*. Manzana (La Laguna, Tenerife).

VV.AA. (2005). *El agua desde la Teoría de las inteligencias múltiples.* La Laguna (Tenerife): Campus.

Anexo I

EJEMPLIFICACIÓN

FLOTA O SE HUNDE

Objetivo: Comprobar el comportamiento de diferentes tipos de materiales en el agua con relación a la flotabilidad

Componentes fundamentales:

- Comparar
- Experimentar

Material:

- Cubeta con bastante agua
- Negativos de fotos
- Corchos
- Clips o otros objetos metálicos
- Papel de aluminio
- Monedas
- Virutas de madera
- Trozos de maderas
- Esponjas
- Papel de periódico

Procedimiento:

En la cubeta llena de agua se va comprobando la flotabilidad de cada uno de los materiales. Los niños deben emitir sus hipótesis sobre el comportamiento de cada elemento antes de la experiencia.

Conviene sacar cada uno de los elementos antes de introducir en el agua el siguiente, para evitar distracciones.

Posteriormente se le pide al alumnado que compruebe lo que ocurre al asociar dos o más materiales.

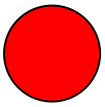
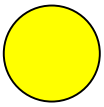
Espacio: Rincón de los experimentos.

Temporalización: 30 minutos.

*Agrupamiento***:** Pequeños grupos de 5 alumnos.

Anexo II

EVALUACIÓN DE LA INTELIGENCIA NATURALISTA

Capacidades a observar	 *ROJO* **A reforzar**	 *AMARILLO* **Avanza**	*VERDE* **Va muy bien**
* Observa cambios en los elementos.			
* Compara y contrasta situaciones.			
* Formula hipótesis.			
* Hace experimentos, se divierte con ellos y comprueba lo que pasa.			
* Ofrece respuestas que manifiestan un cierto conocimiento del mundo natural.			

Potencialidades do uso das TIC no trabalho prático percepcionadas por futuros professores de ciências

Sónia Balau[1] e Fátima Paixão[2]

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal

[1]sonia_balau@mail.ese.ipcb.pt
[2]fatimapaixao@mail.ese.ipcb.pt

Resumo: O estudo apresenta as concepções de alunos futuros professores de Ciências da Natureza relativamente às potencialidades das TIC no Trabalho Prático, antes e depois do confronto com uma proposta de ensino com intenção formativa.

Palavras-chave: Educação em Ciência, Trabalho Prático, Tecnologias da Informação e Comunicação, Concepções.

Title: Potentialities of the use of ICT in Practical Work conceived by pre service science teachers

Abstract: This study presents the conceptions of pre service science teachers related to the potentialities of Information and Communication Technologies in Practical Work, before and after their confrontation whit a teaching strategy in a formative workshop.

Keywords: Science Education, Practical Work, Information and Communication Technologies, Conceptions.

Objectivos

São objectivos deste estudo analisar as concepções acerca das potencialidades (vantagens) que alunos futuros professores de Ciências da Natureza têm da utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como um recurso no Trabalho Prático (TP). Pretende-se ainda analisar o impacto, nessas concepções, de uma proposta de planificação envolvendo TP com recurso a TIC.

Quadro teórico

A tecnologia está cada vez mais presente no universo educativo, assumindo "...uma relevância transversal no processo de ensino-aprendizagem", como referem Ponte e Serrazina (1998, p.10). Para estes autores, recai sobre as instituições formadoras de professores uma forte responsabilidade nesta área, devendo formar profissionais "... com uma visão ampla do que irão ser as futuras funções docentes", e com "(...) espírito de abertura à mudança permanente, gosto pela aprendizagem permanente e receptividade à inovação pedagógica". Isto é, formar profissionais para o futuro.

Não se trata de querer tornar cada professor um especialista em novas tecnologias, mas sim, na medida certa, tirar partido deste tipo de recursos, integrando-os nos processos normais de trabalho e, portanto, também no TP, no ensino das ciências.

Depois da revisão curricular do Ensino Básico em Portugal, em 2001, foi reforçada a ênfase dada ao trabalho prático (TP), que passou a ter cariz de "obrigatório".

De acordo com vários autores, o TP é uma actividade com diversas potencialidades. Segundo Santos (2003, p.68) desenvolve nos alunos competências transversais "importantes para a aprendizagem em geral e para o desenvolvimento pessoal do aluno".

Pensar o TP como uma investigação, é pensar uma actividade que confere aos alunos grande autonomia (Santos, 2003). Encarado sob esta perspectiva, é uma tarefa em que os alunos reconhecem o problema em estudo, como um problema real, mas não só. O TP constitui um instrumento privilegiado, em que, como referem Cachapuz, Praia e Jorge (2000), através de actividades mais abertas e que surgem a partir de problemas com que os alunos se debatem, se tentam encontrar (re)soluções para esses problemas "reais". Tal como referem Hofstein e Lunetta (2004, p.32), "os estudantes constróem as suas ideias e compreensão do real tendo por base experiências pessoais, de tal forma que é cada vez mais um lugar comum que a aprendizagem é contextualizada e que os estudantes constróem o conhecimento resolvendo problemas autênticos e com sentido".

Numa perspectiva de Ensino Por Pesquisa (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000), o TP surge como uma estratégia, um instrumento, através do qual se abordam situações-problema do quotidiano dos alunos e que comporta um elevado valor formativo.

São vários os autores que defendem que a utilização de TIC no ensino das Ciências pode representar um contributo apreciável (Kirschner e Huisman, 1998; Acevedo, 2001; Brown e Harper, 2003; Pontes, 2005…), contudo, na prática, a sua utilização é ainda muito difusa.

Segundo Wellington (1999), o valor acrescentado da integração de multimédia no ensino das Ciências assenta em aspectos visuais como sejam o permitir demonstrações difíceis de pôr em prática em Laboratório, possibilitar a visualização de fenómenos microscópicos, o dinamismo de imagens/animação e o impacto visual. As TIC podem também desempenhar um importante contributo, no que diz respeito a uma economia de tempo. São ainda referidos no estudo de Wellington (1999), efeitos nas atitudes e na motivação, quer por parte dos estudantes, quer dos professores. Contudo, o autor refere que, para além dos benefícios obtidos com a utilização de ferramentas multimédia na aula de Ciências, desvantagens tais como a informação excessiva e/ou irrelevante, a distracção que estas ferramentas podem suscitar e a perda de habilidades práticas, são questões sobre as quais importa reflectir, bem como o excesso de tecnicismo, que pode fazer regressar perspectivas de TP no ensino das Ciências demasiado centradas no processo. É, por isso, indispensável dar atenção às concepções

dos professores e futuros professores acerca das potencialidades do TP e criar oportunidades formativas para as melhorar.

Metodologia

Para a consecução dos objectivos deste estudo, integrado numa investigação mais ampla, procedemos à realização de entrevistas, a partir das quais fizemos a análise das concepções acerca das potencialidades das TIC no TP, de um grupo de seis alunos futuros professores, no final da sua Prática Pedagógica. Pretendia-se conhecer as vantagens percepcionadas pelos alunos futuros professores de Ciências da Natureza.

Posteriormente, os alunos-professores foram confrontados com uma proposta de planificação didáctica envolvendo TP com recurso às TIC, numa *workshop* formativa.

A planificação foi validada por um grupo de cinco professores especialistas, tendo sido por eles considerado que esta se insere nas orientações do Currículo Nacional do Ensino Básico e nos objectivos do Programa, que é adequada ao nível de escolaridade (6º ano do 2º Ciclo do Ensino Básico) e que as actividades de TP propostas têm interesse, bem como os recursos didácticos. Consideraram também que a planificação apresenta aspectos de inovação didáctica, no uso das TIC no TP.

Com vista a analisar o impacto da situação formativa da *workshop* na alteração das concepções dos alunos-professores acerca das vantagens do TP com recurso às TIC, elaborámos um questionário que foi respondido pelos futuros professores, no final da *workshop*.

As concepções iniciais

Da análise da primeira entrevista recolhemos as principais concepções dos sujeitos acerca das vantagens da utilização de TIC no TP em educação em Ciências, apresentadas no quadro 1.

A análise dos dados permite-nos verificar que os alunos futuros professores intervenientes neste estudo se referem a diversificados aspectos. Assim, apontam, principalmente, vantagens relacionadas com o acompanhamento da aula. Não requerer material nem preparação prévia é também apontado como vantagem, sendo que esta dimensão é, na opinião de muito autores, um dos problemas frequentes do entendimento e do uso das TIC.

Referem também os sujeitos que, na realização de actividades interactivas na Internet, os alunos só avançam se tiverem percebido o passo em que se encontram. É ainda apontado o facto de a *flexcam* permitir ampliar imagens e mostrá-las na televisão, podendo toda a turma acompanhar.

Os sujeitos indicam ainda outras vantagens possíveis na realização de TP com recurso a TIC, nomeadamente, referem como benefícios criar motivação, organização de dados e alargamento de conhecimentos. A economia de tempo é apontada apenas por um dos sujeitos.

Como Tecnologia mais referida surge o computador, sendo que encontrámos predominância da utilização da *Internet*, associada à maioria das vantagens identificadas.

DIMENSÕES	*INDICADORES*	*TIC REFERIDA (n.º de referências)*
ACOMPANHAMENTO DA AULA	Nas apresentações, em *Power Point*, todos os alunos vêm	Computador: - Programas – 2 - *Internet* – 6 - Sensores – 1 • Televisão: - Vídeo – 1 - Flexcam – 1 • Slides – 1
	Na realização de actividades interactivas na *Internet* os alunos só avançam se perceberem	
	A *flexcam* permite ampliar imagens e mostrá-las na televisão, para toda a turma	
	Numa apresentação *Power Point* podemos voltar a ver os diapositivos e a analisar/confirmar	
CRIAR MOTIVAÇÃO	Na *Internet* as imagens são animadas	
	As imagens de um vídeo podem ser motivadoras	
ORGANIZAÇÃO DE DADOS	*A utilização de sensores ligados ao computador permite mais rigor no registo dos dados*	
	A organização de dados, no computador, em gráficos torna a sua análise mais fácil	
NÃO REQUER MATERIAL NEM PREPARAÇÃO	*A realização de actividades interactivas na Internet não requer material nem preparação prévia*	
	A realização de actividades interactivas na Internet permite ver o que na realidade é difícil	
ECONOMIA DE TEMPO	*As actividades interactivas na Internet apresentam os resultados de determinada actividade em pouco tempo*	
ALARGAR CONHECIMENTOS	*Uma pesquisa na Internet permite alargar conhecimentos*	
	Um projector de slides permite, por exemplo, mostrar pormenores	

Quadro 1 – Vantagens na realização de TP com recurso às TIC, antes da formação.

A planificação

De um modo muito breve, referiremos aspectos gerais da planificação apresentada aos futuros professores, na *workshop* de formação.

A unidade de ensino planificada emergiu do Programa de Ciências da Natureza do 6º Ano de Escolaridade. Escolhemos o tema "Processos vitais comuns aos seres vivos: Trocas nutricionais entre o organismo e o meio, nas plantas", com os seguintes Conteúdos Programáticos: "Como se alimentam as plantas? As plantas elaboram o seu alimento – Fotossíntese. Factores intervenientes na actividade fotossintética. Produtos resultantes" (ME – DGEBS, 1991, p.21).

De acordo com o Programa, o objectivo destes conteúdos é "Reconhecer a importância das plantas na manutenção da vida" (ME – DGEBS, 1991, p.21) e, para a consecução deste objectivo, a sugestão metodológica apresentada é a "realização de experiências relativas à fotossíntese, por exemplo, testar a presença de amido em folhas de plantas colocadas, respectivamente, à luz e na obscuridade" (ME – DGEBS, 1991, p.21).

A escolha do tema prendeu-se com o facto de este se prestar à realização de diversas actividades práticas, podendo estas ser realizadas recorrendo a diferentes recursos. Pensámos que algumas das actividades experimentais tradicionalmente associadas ao tema, poderiam ser enriquecidas com recurso a algumas tecnologias da informação e comunicação, nomeadamente o projector de vídeo e o computador, o microscópio digital e o sensor de oxigénio, como mais valias facilmente identificadas (quadro 2).

A proposta de planificação inicia-se com a questão do reconhecimento da importância das plantas na manutenção da vida, numa perspectiva ecológica, em que o respeito pela vida na Terra impõe a consideração da dependência relativa dos seres vivos e não vivos. É neste quadro que tem significado a questão "Como é que as plantas elaboram o seu alimento?" e que se tornou o início de uma investigação que tem como aspecto constante o registo de informação numa apresentação em *Power Point*, iniciada pelo professor, com a breve introdução à situação problemática contextualizada, e que vai sendo completada no decurso da investigação.

A primeira actividade prática permite investigar a constituição do interior da folha, com o auxílio do microscópio óptico composto e do microscópio digital. As actividades seguintes permitem investigar quais as substâncias que são produzidas na fotossíntese: a segunda actividade, com o auxílio de um sensor de oxigénio, permite medir a percentagem de oxigénio libertado e a terceira permite determinar a presença ou ausência de substâncias orgânicas, nomeadamente o amido nas folhas de uma planta colocada à luz e na obscuridade, respectivamente.

ACTIVIDADE PRÁTICA	TIC	MAIS VALIA
• Investigação acerca do problema: "Como é que as plantas elaboram o seu alimento?"	• Computador; • Programa *Power Point;* • Projector de vídeo.	• Organização/ sistematização da informação. • Fácil acesso à informação.
• Observação de estruturas comuns às folhas das plantas – cloroplastos e estomas.	• Microscópio digital; • Computador; • Projector de vídeo.	• Permite esclarecer possíveis dúvidas surgidas na observação individual; • Enriquece a exploração/discussão de resultados com toda a turma, permitindo que todos os alunos observem a(s) estrutura(s) pretendidas (ao mesmo tempo).
• Investigar os factores que intervêm na função alimentar de uma planta, através de um sensor de oxigénio: averiguar como varia a quantidade de oxigénio libertado por uma planta, na presença de água e dióxido de carbono e na presença/ausência de luz.	• Sensor de oxigénio; • Computador; • Programa de exploração dos sensores.	• Quantificar os valores da concentração de oxigénio dissolvido na água; • Quantificar as variações nos valores da concentração de oxigénio dissolvido na água, com a variação da intensidade luminosa.

Quadro 2 – Actividades de trabalho prático realizadas, recursos TIC e mais valias.

No quadro 2, além da identificação das mais valias, apresentam-se as actividades de TP realizadas e os recursos TIC utilizados em cada uma delas.

A partir dos dados recolhidos com o questionário, após a realização da *workshop*, fizemos a análise das vantagens do uso das TIC no TP percepcionadas pelos alunos-professores após a situação formativa (quadro 3).

DIMENSÕES		**INDICADORES**	**TIC REFERIDA** (n.º de referências)
	ACOMPANHAMENTO DA AULA	Os alunos podem acompanhar o ponto da aula	• Diversos Instrumentos (TIC) – 4 • Computador: - Programas – 2 - Sensores – 1 - Projector – 1 • Microsc. Digital – 3
		O projector facilita a exposição da informação à turma	
		O microscópio digital simplifica a projecção de imagens	
		O microscópio digital melhora as imagens	
		O microscópio digital permite que toda a turma veja ao mesmo tempo a mesma imagem	
	CRIAR MOTIVAÇÃO	Completar a apresentação em *Power Point* é um estímulo para a aprendizagem dos conteúdos	
		O uso das TIC motiva os alunos	
		O uso das TIC permite captar a atenção dos alunos	
	ORGANIZAÇÃO DE DADOS	O sensor de oxigénio permite observar o nível de oxigénio libertado	
		O computador permite a organização de dados	
	CONTACTO COM AS TIC	Os alunos conhecem e contactam directamente com diversos instrumentos	
	APRENDIZAGEM ACTIVA	Participação activa na aprendizagem	
	DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS PSICO-MOTORAS	Os alunos desenvolvem competências psico-motoras ao manusear diversos instrumentos	

Quadro 3 – Vantagens no uso das TIC no TP, após a formação.

Os alunos-professores reconhecem vantagens no uso das TIC no TP, após a *workshop,* referindo-se a três aspectos que já antes tínhamos identificado nas suas concepções: permitir um acompanhamento mais eficaz da aula, criar motivação e organização de dados. Surgem agora, após a participação na *workshop* formativa, novas dimensões respeitantes a vantagens de utilização de TIC no TP. Consideram os futuros professores, nesta fase, que o recurso às TIC no TP permite aos alunos conhecerem as ferramentas de TIC, ter uma participação activa na aprendizagem e que proporcionam o

desenvolvimento de competências psico-motoras. Como TIC mais referida surge ainda o computador, mas deixando de estar centrado na utilização da Internet. Predominam as referências à utilização do microscópio digital, que permite uma observação directa e melhorada de situações práticas, desenvolvidas pelos alunos, ou na sua presença. Além disso é de relevar a referência de alguns futuros professores ao uso de diversas TIC.

Conclusões

De acordo com a análise, constatámos que, em maior ou menor escala, todos os futuros professores foram utilizando as TIC no TP, na sua Prática Pedagógica. Apesar de se referirem a desvantagens, principalmente relacionadas com o número de computadores existentes nas escolas ou com a desadequação dos equipamentos às necessidades das tarefas planificadas, os futuros professores ganharam consciência das vantagens que a combinação TIC-TP pode proporcionar.

Na primeira fase da análise, os futuros professores centram-se em aspectos de natureza mais técnica, referindo também algumas potencialidades como o acompanhamento da aula, o criar motivação e a organização de dados, que permanecem na segunda fase. Contudo, são agora apontadas novas vantagens identificadas com o domínio pedagógico e didáctico, evidenciando preocupação com a qualidade da aprendizagem dos alunos. Surgem aspectos como aprendizagem activa, desenvolvimento de competências psico-motoras e contacto com as TIC.

Assim sendo, a partir da planificação apresentada na situação formativa, os alunos futuros professores compreenderam melhor que a utilização das TIC permite enriquecer o TP e ampliar o potencial educativo na sala de aula.

O estudo chama a atenção para a importância da necessidade de situações formativas inovadoras e a planificação apresentada mostrou-se adequada como contributo para um impacto positivo nas concepções dos futuros professores, relativamente às vantagens da utilização de TIC no TP.

Referências

Acevedo, J.A. (2001). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Boletín del Programa Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación.* Junho. Organización de Estados Iberoamericanos. *In* http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm (Consultado em 2 de Setembro de 2005).

Brown, D. e Harper, E. (2003). A twenty-first century science laboratory. *School Science Review, 84*, 87-91.

Cachapuz, A. F.; Praia, J. F. e Jorge, M. P. (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência (CEEC)

Hofstein, A. e Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education, 88* (1), 28-54.

Kirschner, P. e Huisman, W. (1998). “Dry laboratories” in science education; computer-based practical work. *International Journal of Science Education, 20 (6)*, 665-682.

Ponte, J. P. e Serrazina, L. (1998). *As Novas Tecnologias na Formação Inicial de Professores*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, N.º1, 2-18.

Santos, M. C. e Oliveira, M. T. (2003). Trabalho Experimental de Investigação no Ensino Secundário – Potencialidades. *Educare-Educere*, *2003 (2), 4*, 53-73.

Wellington J. (1999). Integrating multimedia into science teaching: barriers and benefits. *School Science Review, 81* (295), 49-54.

Integrar la complejidad en la formación científica de la ciudadanía como vía de acceso a la sostenibilidad.

Bonil Gargallo, Josep y Pujol Villalonga, Rosa Maria

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciècnies de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona, josep.bonil@uab.es, rosamaria.pujol@uab.es

Resumen: Afrontar el reto de la formación de una ciudadanía con capacidad de pensar, sentir y actuar desde la sostenibilidad exige a la educación científica la búsqueda de un marco teórico que oriente el diseño de los procesos de enseñanza aprendizaje. Las aportaciones del paradigma de la complejidad pueden ayudar a cubrir este reto ya que considera como elementos significativos el pensamiento estratégico y un modelo de ciudadanía compleja. La integración del paradigma de la complejidad en la educación científica comporta abordar cuestiones como la definición del concepto de complejidad y realizar algunas reflexiones sobre los cambios que supone la introducción de los principios de dicho paradigma en la forma de abordar la educación científica. Ambas cuestiones se abordan a lo largo de la comunicación en la que se proponen algunas orientaciones para el diseño de procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias experimentales desde la complejidad.

Palabras clave: Paradigma de la complejidad, Sostenibilidad, formación científica

Title: Integrating complexity in citizenship science education as a way towards sustainability.

Abstract: To confront the citizenship formation challenge with capability to think, feel and act from sustainability demands to the scientific education the search of a framework to guide the design of teaching learning processes. The complexity paradigm contributions can help to cover this challenge because of it considers as significant elements strategic thought and a complex citizenship model. The complexity paradigm investigation in scientific education entails to think about several questions such as the complexity concept definition and to realize some reflexions about the changes which means the introduction of the principles of the named paradigm on the way to work with the scientific education. Both questions are worked during all the communication where is proposed some orientations to design teaching learning process from the complexity of the experimental science.

Keywords: Complexity paradigm, sustainability, scientific formation.

Plantear la educación científica en el contexto de la década de la sostenibilidad declarada por la Naciones Unidas conlleva la búsqueda de marcos teóricos de referencia que permitan orientar el diseño de contextos educativos. Entendiendo la complejidad como una vía de acceso a dicho proceso la presente aportación pretende abordar los siguientes objetivos:

- Avanzar en la comprensión de las aportaciones vinculadas a la complejidad que se han realizado desde diferentes disciplinas de conocimiento vinculadas a las ciencias experimentales y sociales.
- Establecer vínculos significativos entre la complejidad y la educación científica como forma de favorecer el diseño de una formación científica de la ciudadanía orientada hacía la sostenibilidad.
- Elaborar orientaciones claras que favorezcan el diseño de contextos de formación científica que ayuden al alumnado a elaborar modelos explicativos de los fenómenos del mundo en clave compleja.

Dentro de los movimientos que reivindican la necesidad de avanzar hacía la sostenibilidad, la complejidad se ha constituido como un punto de referencia central. La complejidad es un emergente contemporáneo. La evolución de los modelo conceptuales de la ciencia hacía los principios teóricos de la complejidad (Gell-Mann 1995, Izquierdo et alt. 1999; Kauffman 2003)) , la propuesta de marco de valores que orienta el pensamiento de algunos autores (Izquierdo & alt 2004, Morin 2000) y un modelo de acción sobre el medio orientado hacía la transformación social (Mayer, 2002; Morin 2000, 2001; Pujol 2001) nos llevan a la definición del paradigma de la complejidad (Bonil, et alt. 2004) como un espacio de diálogo entre pensamiento, valores y acción que se constituye como un marco teórico sólido y coherente que puede ayudar a orientar la educación científica de la ciudadanía hacía los principios de la sostenibilidad.

Desde el Departamento de Didàctica de la matemàtica i les ciències experimentals de la Facultat d'Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona, llevamos diversos años trabajando en la formación científica de la ciudadanía como fundamento para favorecer que los individuos construyan su forma de pensar, sentir y actuar sobre el mundo. En este marco nos ha interesado particularmente la vinculación entre formación científica, educación ambiental y educación del consumo.

El término complejidad nos llega como un emergente desde el campo de la educación ambiental con conexiones claras con las ciencias naturales y sociales. Un emergente que también llega desde la propia ciencia que a lo largo del siglo XX ha integrado la complejidad como una línea en la construcción de conocimiento.

Después de incursiones individuales dentro de la complejidad y con la finalidad de profundizar en su conocimiento y su significado, en 2001 se constituye el grupo Còmplex, dirigido por la doctora Rosa Maria Pujol. El grupo Còmplex es un espacio de diálogo entre docentes universitarios de formación inicial y permanente de profesorado, profesorado de educación Infantil,

Primaria y Secundaria. Es un grupo formado por un núcleo fijo de 14 personas de diversidad de licenciaturas científicas y psicopedagógicas unidas por el interés en la educación científica. Ha recibido diferentes ayudas (MCYT, DURSI y Departamento de Medio Ambiente) para financiar su actividad.

Como punto de partida del trabajo se plantean dos preguntas básicas:

- ¿A que nos referimos cuando hacemos referencia a la complejidad?
- ¿Qué cambios supone a nuestra forma de entender la educación científica la introducción de la complejidad?

La respuesta a la primera pregunta significa profundizar en los diversos enfoques que la complejidad tiene en disciplinas ligadas a las ciencias naturales y sociales. Implica un trabajo de investigación de carácter teórico y práctico que acaba con la definición de lo que se propone como paradigma de la complejidad entendido como un espacio de diálogo entre un modelo de pensamiento, una forma de actuar y un marco ético.

El modelo de pensamiento integra la construcción de modelos explicativos del los fenómenos del mundo desde una epistemología compleja y la organización cognitiva a partir de los principios de: constante construcción, integración de la incerteza, pensamiento articulante y multidimensional, lógico e integrador de la imaginación y la perspectiva emocional.

Una forma de actuar que se define como método estrategia que se constituye como un proceso retroactivo entre teoría y acción que capacita a la ciudadanía a avanzar hacía perspectivas transformadoras del contexto.

Una perspectiva ética que contempla el diálogo entre antropocentrismo y biocentrismo como forma de interacción entre individuo y medio, entre dimensión individual y colectiva en clave de autoorganización y entre homogeneidad y heterogeneidad como avance hacía la equidad asumiendo la diversidad como valor positivo.

Globalmente toma como valores epistémicos los principios sistémico, dialógico y hologramático (Morin 2001) El principio sistémico favorece la visión de los fenómenos del mundo como redes de relaciones dinámicas. El principio dialógico presenta dichas redes de forma abierta en las que existe un continuo diálogo entre entidad y contexto. El principio hologramático relaciona el todo y las partes desde una perspectiva no simplista en la que el todo, en tanto que red, está formado por las partes pero dentro de cada parte se refleja la totalidad de la red.

La segunda pregunta orienta el trabajo de investigación en la actividad de aula. Impulsa la reflexión sobre como se pueden diseñar, aplicar y evaluar currículums de formación científica en educación obligatoria i formación inicial de profesorado que tomen como eje vertebrador el paradigma de la complejidad. En este marco se plantean algunas preguntas que se han convertido en ejes de investigación del grupo Còmplex en el macro de la didáctica de las ciencias:

- ¿Podemos definir una ciencia escolar compleja?

- ¿Cómo orienta el paradigma de la complejidad la relación entre disciplinas y la creación de espacios de diálogo disciplinar?

- ¿Cómo podemos favorecer la introducción de modelos complejos en la actividad científica escolar en los diversos niveles educativos?

El planteo de las preguntas anteriores ha significado un trabajo continuado del grupo Còmplex al que se han vinculado trabajos de investigación y tesis doctorales. El objetivo general que ha orientado el trabajo ha estado poder llevar los principios del paradigma de la complejidad a la dinámica del aula desde la formación científica.

Después del trabajo realizado se llega a algunas conclusiones, tanto de carácter teórico como práctico, que son un punto de apoyo para continuar avanzando en el objetivo general del grupo Cómplex:

a. La palabra complejidad tienen un fuerte carácter polisémico que dificulta su introducción en la dinámica docente. Es importante poder conceptualizar y caracterizar de forma clara que se entiende por complejidad antes de avanzar en su aplicación en el aula. En este marco la propuesta de paradigma de la complejidad se muestra como una opción válida y fiable.

b. La formación científica que asume los principios de la complejidad aparece como una herramienta potente para capacitar a la ciudadanía a hacer frente al reto de avanzar hacía la sostenibilidad. Se puede conceptualizar y caracterizar una ciencia escolar compleja que añade a los principios genéricos de la ciencia escolar aportaciones propias del paradigma de la complejidad. En concreto los principios sistémico, dialógico y hologramático y los modelos explicativos complejos que ha elaborado la ciencia durante el siglo XX.

c. Plantear la educación científica desde el paradigma de la complejidad conlleva replantearla abordando un nuevo estilo de pensamiento, la relación entre disciplinas, la relevancia de la acción sobre el medio y el papel de las emociones en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

En definitiva enseñar ciencias desde la complejidad implica plantearse el reto de hacer una ciencia que nos ayude a ver el mundo sin perder de vista su globalidad. Al mismo tiempo nos permite, desde la globalidad, detectar aquellas preguntas que son propias de la ciencia.

Referencias bibliográficas

BONIL, J., SANMARTÍ, N., TOMAS, C., PUJOL RM (2004) “Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad”, dentro de *Investigación en la Escuela nº 53: Complejidad y Educación”* Sevilla, Díada

GELL-MANN, M. (1995), *El quark y el jaguar, aventuras en lo simple y lo complejo,* Barcelona, Tusquets.

IZQUIERDO M., ESPINET M., GARCÍA M.P., PUJOL, R.M. SANMARTÍ N. (1999) *Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. Enseñanza de*

*las Ciencias nº extra junio 1999***,** Barcelona, ICE Universitat Autónoma de Barcelona

IZQUIERDO, M., ESPINET, M., BONIL, J. PUJOL, RM (2003) "Ciencia escolar y complejidad" dentro de *Investigación en la Escuela nº 53: Complejidad y Educación"* Sevilla, Díada

KAUFFMAN, S. (2003), *Investigaciones, Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general,* Barcelona, Tusquets.

MORIN E. (2000), *Els set coneixements necessaris per a l'educació del fu*tur, Barcelona, UNESCO.

MAYER M. (2002), "Ciudadanos del barrio y del planeta"*,* dins de IMBERNON, F. (Coord. 2002) *Cinco ciudadanías para una nueva educación***,** Barcelona, Graó

MORIN E. (2001), *Tenir el cap clar, Barcelona*, La Campana

PUJOL, R.M. (2001) "Les ciències més que mai poden ser una eina per a formar ciutadans i ciutadanes"*,* dentro de Perspectiva Escolar, nº 257, Septiembre 2001

Evaluación de un programa de didáctica de las ciencias en la formación inicial de maestros diseñado para avanzar hacia la sostenibilidad.

Josep Bonil Gargallo y Rosa Maria Pujol Villalonga

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona. Josep Bonil Gargallo: josep.bonil@uab.es ,Rosa Maria Pujol: rosamaria.pujol@uab.es

Resumen: Una educación científica entendida como oportunidad para avanzar hacía la sostenibilidad tiene como uno de sus ejes orientadores el diseño de programas de formación inicial de profesorado. Diseñar programas favorecedores de la sostenibilidad comporta plantearse la necesidad de su evaluación desde una perspectiva que permita asignar valor a los programas y orientar su mejora. En la comunicación se presenta el proceso de evaluación de un programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales diseñado tomando como punto de partida el paradigma de la complejidad. Se muestra la metodología utilizada en el proceso de evaluación y los resultados más significativos. Finalmente se proponen algunas orientaciones para el diseño de futuros programas.

Palabras clave: Paradigma de la complejidad, sostenibilidad, investigación evaluativa, educación científica, formación del profesorado

Title: Evaluation of a science education program during initial teachers' formation to advance towards sustainability.

Abstract: A scientific education understood as the opportunity to go on to sustainability has as a main orientation crux the design of the initial teachers' formation program. To design programs becoming sustainability entails to think about the need of its evaluation from a perspective which lets us to assign values to the programmes and to guide its improvement. In communication is presented the program process evaluation of the experimental science didactics subject, designed taking as a starting point the complexities' paradigm. It shows the methodology used for the evaluation process and the most meaningful results. Finally are proposed some orientations to design future programmes.

Keywords: Complexity paradigm, sustainability, evaluative investigation, scientific education, teachers' formation.

Introducción

La educación para la sostenibilidad constituye un objetivo fundamental de la educación tanto desde una perspectiva genérica como desde la propia

educación científica. Una de las vías de acceso a dicho objetivo es el diseño de programas de formación inicial de maestros que integren los principios del paradigma de la complejidad. Una vez aplicados los programas se hace fundamental generar propuestas de evaluación que permitan dotarlos de valor y orientar la toma de decisiones para evolucionar en su mejora.

Finalidad y objetivos de la investigación

La investigación que se presenta se enmarca en el diseño y aplicación de una propuesta de desarrollo curricular. Se desarrolló en la asignatura de Didáctica de la Ciencias Experimentales impartida, durante los cursos académicos 2002-2003 y 2003-2004, en la formación inicial de profesorado de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la UAB al abordar el estudio de los seres vivos. Dicho diseño se realizó partiendo de las siguientes cuestiones generales:

- ¿Qué elementos del paradigma de la complejidad reflejan los futuros maestros en sus producciones cuando se plantean trabajar el modelo de ser vivo con alumnos de la escuela Primaria?
- ¿Qué obstáculos dificultan la incorporación del paradigma de la complejidad en las producciones realizadas por los futuros profesores? ¿Qué aspectos favorecen dicha integración?
- ¿Qué orientaciones puede tener un programa de Didáctica de las Ciencias para la formación inicial del profesorado que integre los principios del paradigma de la complejidad en el tratamiento del modelo ser vivo?

La investigación se planteó con el objetivo de medir el grado de complejidad reflejado en las producciones de los estudiantes y el marco metodológico para su utilización. La finalidad de la misma era orientar la toma de decisiones hacia la mejora del programa como elemento favorecedor de la integración de algunos elementos del paradigma de la complejidad por parte del alumnado. Para avanzar en la respuesta a las cuestiones anteriores se definieron los siguientes objetivos de investigación:

- Asignar el valor que tiene un programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias como herramienta para favorecer en el alumnado el desarrollo de modelos explicativos complejos para introducir el modelo ser vivo en el contexto escolar.
- Detectar los elementos favorecedores y las dificultades nucleares del programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias como herramienta para desarrollar en los futuros maestros los principios del paradigma de la complejidad en referencia al modelo conceptual ser vivo.
- Elaborar algunas orientaciones en el diseño del programa de la asignatura de Didáctica de las Ciencias tomando como referencia el paradigma de la complejidad.

Marco teórico

La sociedad actual vive cambios rápidos y constantes. Los referentes se transforman continuamente y sitúan a las personas ante un futuro incierto. En este contexto, la educación, y con ella la educación científica, se enfrenta al reto de generar instrumentos que ayuden a asumir los cambios que depara el siglo XXI. Frente a ello, sin duda, es necesario un modelo dinámico de escuela, capaz de dar respuesta a las demandas que plantea la sociedad. Se requieren nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje, y con ellos, nuevos procesos evaluativos que orienten las innovaciones y los cambios que se vayan produciendo. En la actualidad, y frente un mundo injusto socialmente e insostenible ecológicamente, desde distintos ámbitos se reivindica la importancia del paradigma de la complejidad para dibujar una educación que permita a la ciudadanía avanzar hacia nuevas formas de interpretar y actuar en el mundo desde perspectivas próximas a la sostenibilidad.

La evolución de los modelo conceptuales de la ciencia hacía los principios teóricos de la complejidad (Gell-Mann, 1995; Izquierdo et al., 1999; Kauffman, 2003), la propuesta de marco de valores orientador del pensamiento de algunos autores (Izquierdo et al., 2004; Morin, 2001), y un modelo de acción sobre el medio orientado hacía la transformación social (Mayer, 2002; Morin, 2001; Pujol 2001) llevan a la definición del paradigma de la complejidad como un espacio de diálogo entre pensamiento, valores y acción (Bonil et al. 2004) que se constituye como un marco teórico sólido y coherente que puede ayudar a orientar la educación científica hacía los principios de la sostenibilidad. Introducir el paradigma de la complejidad en la educación científica conlleva la necesidad de evaluar el proceso entendiendo que la evaluación no es un punto final sino un punto de partida para orientar la toma de decisiones.

En esta comunicación se presenta la evaluación del programa diseñado y desarrollado en el contexto explicitado en el apartado de finalidad y objetivos. Es una investigación evaluativa entendida como *"un juicio sistemático de la valía o el mérito de un objeto"* (Joint Comitee on Standards for Educational Evaluation, 1981). Por ello sus objetivos se concretan en "*comprender y mejorar aquello que se evalúa y sintetizar, descubrir o juzgar los resultados planteados de un determinado programa y tomar decisiones sobre su continuidad"* (Arnal, 1997). La evaluación realizada se ubica metodológicamente en la modalidad de evaluación de programas. Dicha modalidad de evaluación se define como *la aplicación sistemática de los procedimientos de la investigación social para valorar la conceptualización, el diseño, la implementación y la utilidad de los programas de intervención social* (Rossi y Freeman, 1993)

Para asignar el valor del programa se ha tomado como referente conceptual la propuesta de sistema complejo adaptativo (Gell-Mann, 1995); éste, desde una perspectiva compleja, entiende los seres vivos como un espacio de diálogo entre aportaciones de distintos campos del conocimiento, entre los que destacan la teoría de sistemas, la cibernética, la termodinámica y la teoría cuántica. Dichos campos han constituido los cuatro ámbitos en que se ha

centrado la evaluación. En cada uno de los ámbitos se han definido categorías de análisis estructuradas en forma de un continuum que evoluciona en el eje simple-complejo. Dentro de cada categoría también se han definido un conjunto de indicadores de evaluación que permiten recoger información significativa y oportuna en relación al objeto de evaluación definido. De esta manera se han diseñado indicadores (Borrell y Chavarria, 1998) relevantes, que aportan información fiable y válida, viables a nivel práctico y útiles para la audiencia de la evaluación.

Desarrollo del tema

Contexto de la investigación: En los cursos en el que se planteó la presente investigación se perseguían tres objetivos fundamentales. En primer lugar, que los estudiantes fueran capaces de construir modelos explicativos complejos desde la ciencia. En segundo lugar, que vivenciasen la aplicación de dichos modelos en la propia dinámica del curso de didáctica para potenciar su mayor comprensión e interiorización. Finalmente, se buscaba que los estudiantes fueran capaces de diseñar actividades científicas dirigidas a escolares de Educación Primaria que incorporasen los principios de la complejidad. Todo ello se hacía tomando como eje conductor del aprendizaje el modelo de ser vivo.

Muestra: La muestra seleccionada fueron los trabajos iniciales y finales de los estudiantes de la asignatura mencionada. Trabajos en los que debían diseñar una unidad didáctica inicial centrada en el modelo de ser vivo y una reelaboración de la misma, al finalizar el curso, integrando los contenidos del programa realizado en el aula. La evaluación centra la atención en el modelo conceptual ser vivo y su reflejo en la transposición didáctica que realiza el alumnado al inicio y al final (tipos de preguntas y propuesta de actividades) La muestra analizada es la de 4 grupos de alumnos del grupo clase en el que se ha aplicado el programa.

Fases y metodología de la investigación. Para realizar la investigación se siguieron los siguientes pasos:

a) Definición de :

- Ámbitos: aspectos significativos del programa que se proponen evaluar: teoría de sistemas, causalidad, azar e indeterminación, irreversibilidad.
- Categorías: elementos más significativos y relevantes de cada ámbito ordenados en un gradiente que evoluciona de simple a complejo.
- Indicadores de evaluación: información más relevante y oportuna referida a las categorías pospuestas.

b) Recogida de datos:

- Construcción de tablas que, desde una perspectiva descriptiva, justifican la presencia de los diferentes indicadores en lo trabajos analizados.

c) Análisis de información:

- Se han realizado tres tipos de análisis:

- Recogida de datos: Descriptivo, toma como referente los indicadores.
- Reducción de la información 2: Interpretativo, toma como referente las categorías. Los datos se agrupan en redes sistémicas. Las interpretaciones se apoyan en análisis cualitativos agrupados por categorías.
- Elaboración de conclusiones: Interpretativo, de síntesis, toma como referente las categorías y los ámbitos. A partir de los datos obtenidos en el análisis 2 se elabora una síntesis por categorías y ámbitos que se justifica por las diferencias entre los resultados de los trabajos iniciales y finales.

d) Interpretación de la información

La interpretación de la información se ha realizado tomando como referencia los datos obtenidos en el análisis tres. Los resultados respecto al modelo teórico incorporado por el alumnado se han obtenido triangulando los datos obtenidos en la evaluación de los diferentes trabajos. La síntesis de las diferentes categorías ha permitido llegar a conclusiones finales definidas por ámbitos.

Resultados: Los resultados pueden agruparse según los diferentes ámbitos:

Ámbito teoría de sistemas:

- Se producen cambios relevantes en las categorías: “interacción individuo medio”, “autoorganización” y “relaciones escalares”.
- No se producen cambios relevantes en las categorías: “componentes del sistema”, “relación entre componentes del sistema” y “presencia de límites y emergencias”.
- Cuando se toma como eje de trabajo “el ser vivo vinculado a su hábitat”, se facilita la presencia de las categorías: “interacción individuo medio” y “relaciones escalares”.
- Las relaciones escalares que se presentan son, en general, unidireccionales, y orientadas del macro al meso o del micro al meso.

Ámbito multicausalidad y multiefecto:

- Se producen cambios significativos en la categoría “multicausalidad”. Los trabajos iniciales presentan relaciones causales simples, los finales integran de forma significativa la multicausalidad.
- No se producen cambios relevantes en las categorías: “multiefectos”, “bucles recursivos” y “bucles retroactivos”. Los trabajos se concentran en un único efecto que a menudo es el tema de estudio. En ningún caso aparece el concepto de bucle retroactivo o recursivo como forma de explicar las relaciones causales.

Ámbito azar e indeterminación:

- No se aprecian cambios significativos en ninguna de las categorías analizadas.

- El azar no se asume a priori como una variable utilizada para explicar los fenómenos. Sólo toma relevancia cuando a lo largo del proceso de estudio aparece de forma sorpresiva un nuevo elemento.

Ámbito Irreversibilidad:

- No se aprecian cambios significativos en las categorías analizadas.

- Orientar las producciones del alumnado tomando como punto de referencia procesos vitales que suponen cambios no garantiza la presencia significativa del eje temporal.

- La integración significativa del tiempo aparece en cortes transversales cuando se estudian procesos concretos. No se utiliza el eje temporal como recurso para anticipar los cambios en los seres vivos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación permiten ver:

- En relación a la pregunta: *¿Qué elementos del paradigma de la complejidad reflejan los futuros maestros en sus producciones cuando se plantean trabajar el modelo de ser vivo con alumnos de la escuela Primaria?*

    - Respecto a la construcción del modelo de ser vivo, el desarrollo del programa analizado presenta un potencial significativo para aumentar la presencia del ámbito “teoría de sistemas”, un bajo potencial para aumentar la presencia del ámbito “causalidad” y un potencial insuficiente para aumentar la presencia de los ámbitos “azar e indeterminación” e “irreversibilidad”.

- En relación a la pregunta: *¿Qué obstáculos dificultan la incorporación del paradigma de la complejidad en las producciones realizadas por los futuros profesores? ¿Qué aspectos favorecen dicha integración?*

    - Los obstáculos mostrados por el alumnado en sus trabajos se centran en la dificultad de proponer actividades de aula que ayuden a los escolares a acercarse al modelo ser vivo desde los principios de la complejidad.

    - Los aspectos que se muestran más favorecedores para integrar los principios de la complejidad en el trabajo sobre el modelo de ser vivo con del alumnado son:

    - La vinculación de los seres vivos a su hábitat como forma de introducirlos en la dinámica de aula.

    - El enfoque de los fenómenos de estudio como procesos.

    - La propuesta de preguntas que favorecen la interpretación de fenómenos.

- En relación a la tercera pregunta: *¿Qué orientaciones puede tener un programa de Didáctica de las Ciencias para la formación inicial del profesorado que integre los principios del paradigma de la complejidad en el tratamiento del modelo ser vivo?*

- Tomar como eje de trabajo la interpretación de un proceso tomando como referencia la relación entre el ser vivo, su medio interno y el ambiente.

- Favorecer el diálogo continuo entre preguntas interpretativas y preguntas descriptivas.

- Incorporar de forma explícita el carácter retroactivo y multicausal de las fluctuaciones individuo medio.

- Incorporar de forma explícita el azar y la indeterminación en los modelos que explican el itinerario vital de los seres vivos y las relaciones escalares que permiten interpretar los procesos vitales.

- Ubicar continuamente los fenómenos en un eje temporal: antes, durante, después.

Como conclusión final puede señalarse que el programa evaluado ayudó al alumnado ha evolucionar en su modelo ser vivo hacía los principios de la teoría de sistemas pero se mostró insuficiente para acercarse a los principios de la complejidad. En el ámbito didáctico el alumnado mostró un cambio significativo en el tipo de preguntas propuestas que no se vio acompañado por cambios en el modelo de actividades diseñadas.

Referencias bibliográficas

Bonil, J., Sanmartí, N., Tomas, C., Pujol RM (2004) Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad, *Investigación en la Escuela: Complejidad y Educación,* 53, 5-19

Gell-Mann, M. (1995), *El quark y el jaguar, aventuras en lo simple y lo complejo,* Barcelona: Tusquets.

Izquierdo M., Espinet M., García M.P., Pujol, R.M. Sanmartí N. (1999) Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar*. Enseñanza de las Ciencias nº extra junio 1999*, 79-91

Izquierdo M., Espinet M., García M.P. y Pujol, R.M. (2003) Ciencia escolar y complejidad. *Investigación en la Escuela: Complejidad y Educación,* 53, 21-29

Kauffman, S. (2003), *Investigaciones, Complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general.* Barcelona: Tusquets.

Morin E. (2000), *Els set coneixements necessaris per a l'educació del futur*. Barcelona: UNESCO.

Mayer M. (2002), "Ciudadanos del barrio y del planeta"*,* dins de Imbernon, F. (Coord. 2002) *Cinco ciudadanías para una nueva educación*. Barcelona: Graó

Morin E. (2001), *Tenir el cap clar.* Barcelona: La Campana

Pujol, R.M. (2001) “Les ciències més que mai poden ser una eina per a formar ciutadans i ciutadanes”, Perspectiva Escolar, 257, Septiembre 2001

Rossi, P.H. y Freeman, H.E. (1993), *Avaluation, a Systemic Aproach* (5ª edición) Newbury Prak, Londres y Nova Delhi: Sage.

Stake, R. (1995) *The Art of Case Study Research.* Beverly Hills: Sage.

Experiencia de una actividad didáctica en torno al agua desde el diálogo disciplinar para avanzar hacia la sostenibilidad.

Calafell, G. y Bonil, J.

Dep.Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Ballaterra, 08193, Ballaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona. Genina.calafell@uab.es, josep.bonil@uab.es.

Resumen: En la literatura son abundantes las referencias al concepto de interdisciplinariedad, transdisicplinariedad y multidisciplinariedad como posibles alternativas para abordar la compartimentación existente de los saberes. La experiencia planteada parte del principio dialógico propuesto por Edgard Morin (2001) en el que la visión de elementos antagónicos como complementarios permite huir del reduccionismo disciplinar. Se propone el diálogo disciplinar como alternativa para superar la hiperespecialización, activar la creatividad e integrar el pensamiento y el sentimiento. Se presenta una experiencia de diálogo disciplinar para abordar el fenómeno del agua dirigida a alumnos de secundaria. El diálogo disciplinar entre la educación del consumo y la educación para la sostenibilidad para interpretar la gestión del agua ofrece también un escenario para al diálogo disciplinar con oltras disciplinas como las ciencias experimentales, las ciencias sociales o la danza.

Palabras clave: Diálogo disciplinar, educación para la sostenibilidad, educación del consumo, educación ciudadana, unidad didáctica.

Title: A didactic experience about water from the disciplinary dialog to advance to the sustainability.

Abstract: On literature the referents to interdisciplinary, transdisciplinary and multidisciplinary concepts are abundant as alternatives possibilities to tackle the existent compartments of knowledges. The planned experience has its beginnings from Edgar Morin (2001) dialog proposal, where the antagonic elements' vision as complementary let avoid from the disciplinary reductionism. Disciplinary dialog is proposed as an alternative to exceed the hiperspecialization, to activate creativity and to include thoughts and feelings. It is presented disciplinary dialog experience to work with the water phenomenon addressed to secondary students. The disciplinary dialog between consumption education and the education for sustainability to interpret water *management* also offers a place or the disciplinary dialog with other disciplines such as experimental sciences, social sciences or dance.

Key words: Disciplinary dialog, education for sustainability, consumption education, citizenship education, didactic unit.

Contexto

La experiencia que se presenta se sitúa en el marco de la Escuela del Consumo de Cataluña. Ésta comenzó su trayectoria como espacio de formación en octubre del 2003, fruto de un convenio entre la Agencia Catalana del Consumo y el Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales de la UAB.

La Escuela del Consumo de Catalunya ofrece un espacio completo donde realizar actividades que permitirán al alumnado reflexionar y profundizar sobre diferentes temáticas relacionadas con los actos cotidianos del consumo. La propuesta educativa de la Escuela consta de un seguido de actividades para los alumnos de toda la etapa educativa reglamentaria y no formal.

La Escuela tiene como objetivo principal dotar de herramientas a la ciudadanía para consumir de forma responsable y reflexiva. En este marco la Escuela plantea la educación de la ciudadanía para tomar conciencia de la propia condición de consumidores, conociendo tanto sus derechos como sus deberes.

Un modelo de educación del consumo que plantea el reto de favorecer la formación de una ciudadanía crítica, activa y responsable. Una ciudadanía crítica porque delante los actos de consumo sea capaz de analizar, de formar su opinión y de contrastar puntos de vista de forma constructiva. Activa, porque entendemos que en una sociedad democrática la formación de las personas tiene que orientarse a actuar en relación al medio.

Finalmente decir que desde la Escuela se plantea como reto la formación, innovación e investigación continuada diseñando actividades que permitan avanzar hacia una sociedad más justa y sostenible. Así como también fomentar la capacidad crítica y capacitar para construir colectivamente nuevas formas de sentir, pensar y actuar.

Objetivos y finalidad de la experiencia

Desde distintos campos está tomando fuerza y solidez la complejidad como una forma de ver y actuar sobre el mundo como orientación de una transformación social que huye del determinismo y la reversibilidad, (Bonil, 2005). Un paradigma que incluye una relación entre la perspectiva sistémica, la multicausalidad y el multiefecto, el azar y la indeterminación y la irreversibilidad para abordar los fenómenos del mundo.

La experiencia, sin el objeto de profundizar en este paradigma, toma la complejidad como eje orientador para construir una propuesta didáctica que ayude al alumnado a construir modelos explicativos de los fenómenos del mundo como redes de relaciones donde se da de forma permanente procesos auto organizadores que hacen evolucionar en el tiempo con un grado significativo de azar.

Se presenta una propuesta didáctica dirigida al alumnado de secundaria, que tiene por objetivo abordar la gestión del agua desde el diálogo disciplinar (Bonil y Pujol 2003) como una oportunidad y un camino integrador de los saberes disciplinares desde una visión no reduccionista y no jerárquica en la relación de las disciplinas (Calafell et al. 2004).

Marco teórico

Plantearse abordar la gestión del agua en una propuesta didáctica supone asumir y contextualizar el fenómeno en una realidad multidimensional. Una realidad en la que los fenómenos del mundo no son específicos ni propios de una única disciplina, sino al contrario, fenómenos que se caracterizan por superar las fronteras disciplinares.

La tradición histórica del conocimiento ha compartimentado el saber en disciplinas, que si bien ha permitido evolucionar en algunos campos muy específicos, ha generado también una hiperspecialización y división del saber que ha producido ignorancia y ceguera (Morin, 2001). En cierta forma, la división de los saberes puede considerarse como parte esencial para profundizar en un campo específico, pero en ningún caso puede considerarse la disciplina en si misma como una única fuente de saber. Pensamos que para hacer frente a los fenómenos del mundo es necesario establecer un viaje continuo entre las disciplinas más específicas para conocer aquello esencial y las mas generales, para conocer aquello global, asumiendo que cada disciplina tiene su límite a la hora de interpretar el fenómeno y que cada disciplina necesita puentes de contacto y relación con las otras para contextualizar el fenómeno. En este sentido, abordar los fenómenos del mundo supone buscar nuevas formulas que garanticen un viaje continuo entre el todo y las partes y entre las partes y el todo.

Asumir el reto de establecer puentes de contacto entre las disciplinas supone básicamente buscar la forma de articular las relaciones entre las distintas disciplinas del conocimiento (Bonil, 2005). En este contexto se propone el diálogo disciplinar (Bonil et al., 2004). El diálogo disciplinar implica establecer un eje entre aquello que es esencial de una disciplina y la perspectiva holística que confluye en los fenómenos (Bonil, 2005).

El diálogo disciplinar permite construir el fenómeno desde un espacio de diálogo de disciplinas de forma que cada disciplina aporta su modelo para entender el fenómeno enriqueciendo a los otros y al fenómeno global. Por otro lado el diálogo disciplinar no es reduccionista, pues asume el límite de cada disciplina y lo que hace es dialogar la diferencia.

El diálogo disciplinar aporta una visión dinámica del conocimiento, que está en constante construcción. Aporta la visión de incerteza del propio conocimiento sin renunciar al rigor, ya que difícilmente sabemos todo lo que nos pueden aportar las distintas disciplinas. Nos da una visión integrada de los hechos del mundo, a partir de considerar distintos puntos de vista. En definitiva, favorece la construcción de una visión integral del individuo en su conocimiento sobre el mundo y en su identidad individual y cultural. El diálogo disciplinar invita a conocer a fondo una disciplina para establecer puentes de diálogo con las otras y huir de la jerarquía disciplinar que lleva a ver los hechos del mundo desde el reduccionismo (Bonil, 2005)

En nuestra experiencia optamos por el diálogo disciplinar entre la educación para la sostenibilidad y la educación del consumo. A la vez, cada una de estos contextos ofrece la oportunidad para crear nuevos espacios de diálogo disciplinar entre disciplinas como las ciencias sociales, las ciencias experimentales, la danza, la economía y el derecho. Plantear un diálogo disciplinar entorno al fenómeno del agua supone plantearse preguntas que

conecten y establezcan un viaje continuo entre el fenómeno y las áreas de conocimiento.

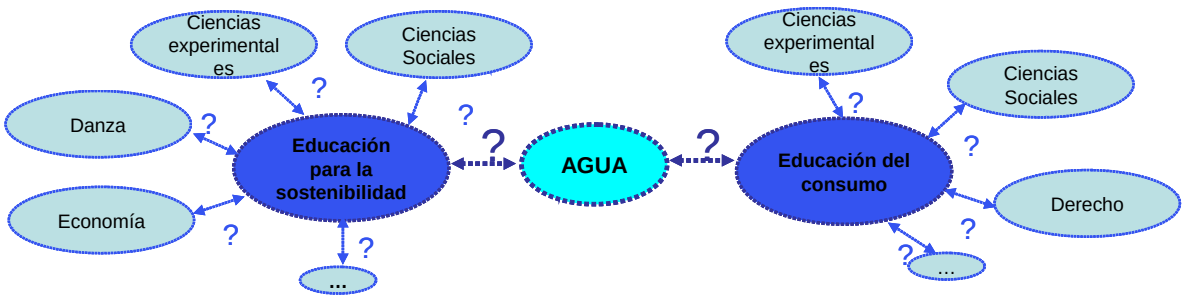


Figura-1: Planteamiento del diálogo disciplinar de la propuesta didáctica para abordar el fenómeno del agua.

Plantear una propuesta didáctica partiendo del diálogo disciplinar permite construir el fenómeno integrando disciplinas que a veces se presentan como formas de expresión divergentes, aunque tienen en común que son construcciones humanas y culturales.

Autores como Mayer (2002), Pujol (2003), Calafell et al. (2004), han defendido la necesidad de su integración argumentando que son interpretaciones humanas que siguen una reglas que permiten activar la creatividad que es racional y también intuitiva e integradora de pensamiento y sentimiento. Un punto de vista defendido por Morin (2001) en el principio dialógico que entiende los elementos antagónicos como complementarios.

Desarrollo de la experiencia

La experiencia parte de considerar el fenómeno del agua como un punto de confluencia entre disciplinas, tal y como se observa en la figura 1. Así mismo se plantean preguntas y actividades para ir a buscar el saber de cada disciplina sobre la gestión del agua, para después regresar a su visión global y enriquecerla.

La propuesta didáctica parte de una pregunta mediadora (Màrquez et al. 2004): ¿Tiene el mismo precio un litro de agua en Barcelona que en las Islas Canarias?, que permite plantear otras subpreguntas y posibilita el desarrollo de distintas actividades. Subpreguntas como: ¿De cuantas formas distintas puedo encontrar agua en el mercado?, ¿Puedo utilizar el agua para cualquier actividad?, ¿Puedo consumir toda la actividad de la que dispongo?, ¿De cuantas formas distintas puedo representar el agua?, permiten un viaje entre el fenómeno y las disciplinas. Al mismo tiempo plantea la gestión del agua des de la complejidad integrando aspectos de azar e incerteza, relaciones de multicausalidad y multiefecto, estableciendo una relación continuada entre el todo y las partes.

Una actividad de presentación del fenómeno del agua permite plantear al alumnado la diversidad de dimensiones que contiene analizar la gestión del agua. La pregunta ¿Qué precio estoy dispuesto a pagar por un litro de agua? Presenta una actividad donde los participantes reflexionan entorno el

valor económico en un contexto de sociedad de consumo y el valor ambiental del agua.

Una vez presentada la diversidad de puntos de vista de la gestión del agua se introduce el concepto de sostenibilidad a partir de una analogía con el cuerpo humano. Se invita al alumnado a construir distintas formas y figuras humanas para comprobar como la relación entre nosotros y el medio es fruto de un equilibrio dinámico, sometido a distintas perturbaciones y expuesto a multitud de causas.

A continuación se plantean subactividades orientadas a analizar: el agua como un recurso necesario desde nuestra biología, el agua como un recurso social en nuestras actividades diarias, las formas del agua (agua envasada y agua de suministro), los contenidos de las etiquetas del agua de botella, los distintos instrumentos de gestión y saneamiento del agua de grifo, la distancia que recorre el agua para llegar a las manos del consumidor. Los distintos contenidos se analizan a partir de juegos de azar (cartas, ruletas, dados) que ofrecen una visión dinámica y atractiva para los participantes del taller.

Finalmente, a partir de un juego de expresión corporal se representan (corporalmente y de forma cooperativa) los distintos aspectos tratados a lo largo del taller sobre el agua y se decide si la construcción es o no sostenible y porqué. Esta actividad de aplicación de contenidos pretende orientar y reflexionar sobren en la acción de los jóvenes como consumidores de agua de forma que su gestión sea más sostenible.

Resultados y conclusiones

La experiencia del diálogo disciplinar entre la educación del consumo, la educación para la sostenibilidad y la danza ofrece un escenario al alumnado potenciador de un ir y volver continuo entre el hacer y el pensar, desde una perspectiva que integra la dimensión social y emocional del aprendizaje. Al mismo tiempo, permite integrar distintas interpretaciones sobre un mismo fenómeno como la gestión del agua y posibilita la construcción de un modelo explicativo más complejo sobre el mismo avanzando hacia una visión creativa y activa de abordar la realidad. La experiencia descrita toma como referencia la reflexión entorno al diálogo disciplinar como herramienta didáctica para la articulación de disciplinas (Calafell y Pujol, 2004). En este sentido, la experiencia sugiere algunas conclusiones y reflexiones como punto de partida para seguir la investigación:

- El diseño de experiencias de diálogo disciplinar implica una reflexión profunda sobre el fenómeno de estudio y su perspectiva desde diversidad de disciplinas. Comporta un trabajo que combina la visión disciplinar con el establecimiento de relaciones significativas entre disciplinas.

- La introducción del diálogo disciplinar implica una constante relación entre pensamiento y acción. La acción constituye una propuesta de gestión sobre el medio que es el espacio donde el alumnado establece la relación entre las distintas disciplinas.

- El trabajo desde la perspectiva de diálogo disciplinar implica romper con la inercia de una formación de tipo disciplinar para buscar espacios de relación entre las distintas asignaturas.

- El diálogo disciplinar es una entidad que no existe a priori sino que se crea en el diseño de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Plantear el diálogo disciplinar en el aula, supone, como docentes, asumir un alto componente de incerteza que a la vez permite investigar en la búsqueda hacia nuevos modelos formativos.

- El diálogo entre consumo y sostenibilidad enriquece el desarrollo del fenómeno y potencia la creatividad del alumnado ofreciendo una perspectiva de los fenómenos del mundo en la que es posible modificar creativamente las normas del juego establecidas para inventar y crear un futuro más equitativo y sostenible.

- El diálogo entre danza, ciencias experimentales y ciencias sociales permite desarrollar ambientes emocionalmente estimulantes en los que se da una constante interacción social entre el alumnado compartiendo sentimientos y emociones. Este hecho que propicia el cambio de modelos vivenciales e interpretativos de la temática del agua.

- El diálogo entre el consumo, la sostenibilidad supone abrir un camino para ayudar al alumnado a sentir, pensar y actuar des de una perspectiva compleja. Los fenómenos del mundo se convierten en escenarios idóneos para crear espacios de diálogo disciplinar ya que posibilitan integrar aspectos claves de la sociedad y ofrecer elementos para formar al alumnado como miembro de la ciudadanía y poner en juego un mayor número de elementos curriculares.

Referencias bibliográficas

Bonil, J. y Pujol, R.M (2003): *El paradigma de la complexitat, una aproximació des de l'àrea de didàctica de les ciències*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

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.

Bonil, J et al. (2004): Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad. *Investigación en la escuela*, 53.

Calafell, G. y Pujol, R.M (2004): *La introducció de la dansa i les ciències en la formació de mestres: el cas dels residus.* Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.

Calafell, G et all (2004): El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. *Investigación en la escuela,* 53.

Màrquez, C et al. (2004): La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela*, 53

Mayer, M e Ibernon, F (2002): *Cinco ciudadanías para una nueva educación. Ciudadanos del barrio y del planeta*. Barcelona: Graó.

Morin, E (2001): *Tenir el cap clar*. Barcelona: La campana.

Pujol, R.M (2003): *Didáctica de las ciencias en la educación primaria.* Madrid: Sintesis Educación.

El diálogo disciplinar entre las ciencias experimentales y la danza como eje orientador de la ambientalización curricular en la formación inicial de maestros

Calafell, G. Bonil, J. y Pujol, R.M.

Dep. Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals, Facultat de Ciències de l'Educació, Edifici G Campus de Bellaterra, 08193, Bellaterra (Cerdanyola del Vallès) Barcelona. Genina Calafell (genina.calafell@uab.es) ,Josep Bonil Gargallo (josep.bonil@uab.es),Rosa Maria Pujol (rosamaria.pujol@uab.es).

Resumen La investigación parte del planteamiento del diálogo disciplinar entre disciplinas (danza y ciencias experimentales) como un punto de partida para diseñar una unidad didáctica que permite aproximarse a la complejidad de los fenómenos ambientales. Constituye una propuesta que, tomando como principio el paradigma de la complejidad, integra los saberes disciplinares desde una perspectiva no reduccionista y jerárquica. La investigación presenta una propuesta para organizar la asignatura de didáctica de las ciencias experimentales de la diplomatura de maestros de la Universidad Autónoma de Barcelona como un espacio de diálogo disciplinar. Su desarrollo se realizó durante el curso 2002-2003 en la especialidad de lenguas extranjeras. La propuesta de diálogo disciplinar toma como fenómeno de estudio los residuos para formar a los alumnos como parte de la ciudadanía hacia un sociedad mas justa y sostenible.

Palabras clave: Diálogo disciplinar, ciencia escolar, representación y danza, sostenibilidad, complejidad, formación del profesorado.

Title: The disciplinary dialog between experimental sciences and dance...

Abstract: The investigation begin from the subject dialog approach between subjects (dance and experimental sciences) as a starting point to design a didactic unit which lets get nearer to the environmental complexity phenomenon. It constitutes a proposal that, taking as a principle the complexity paradigm, includes the subjects' knowledge since a hierarchic and reductionism perspective. The investigation present as a proposal to organize the experimental science didactics subject from the Universidad Autónoma de Barcelona teachers' degree as a subject dialog space. Its development was made during 2002-2003 in foreign language speciality. The subject dialog proposal took as a study phenomenon the wastes to form students as a part of citizenship towards a more just and sustainability society.

Keywords: Disciplinary dialog, scholar science, representation and dance, sustainability, complexity, teachers' formation.

Finalidad y objetivos

Las Naciones Unidas dada la gravedad y urgencia de los problemas a los que debe enfrentarse la humanidad ha instituido la "*Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014)*", designando a la UNESCO como órgano responsable de su promoción. La didáctica de las ciencias no puede obviar los grandes retos sociales y ecológicos que presenta el mundo actual. Precisa encontrar maneras para abordar la complejidad de los fenómenos del mundo desencadenantes de insostenibilidad ecológica e injusticia social. Es algo que también afecta directamente a como se desarrolla la formación científica inicial del profesorado, la cual debe situarse en un marco amplio de formación de la ciudadanía.

Contemplar la educación para la sostenibilidad desde la didáctica de las ciencias conlleva por un lado aproximarse a los fenómenos del mundo en clave global, sin perder de vista los contextos particulares. Por otro, comporta, comprender los fenómenos del mundo como continuas redes poliédricas que confluyen en multitud de causas y efectos, incorporando diversidad de niveles sistémicos y dimensiones disciplinares (Bonil et alt. 2004). La hiperespecialización, tan frecuente en los currículos escolares, conlleva un conocimiento fragmentado, separado y compartimentado de los fenómenos del mundo que aleja al alumnado la posibilidad de construir colectivamente nuevas formas de sentir, pensar y actuar hacia la sostenibilidad. Por contra, abordar los fenómenos ambientales desde la globalidad fácilmente supone pensar que "todo es todo", sin que ello refleje las aportaciones de las distintas disciplinas y sin que el alumnado construya modelos explicativos para interpretar el fenómeno en toda su globalidad. El concepto de "diálogo disciplinar", como camino para integrar los saberes disciplinares en la interpretación de los fenómenos ambientales des de una visión no reduccionista y no jerárquica (Calafell et alt. 2004), se perfila como una opción alternativa en la que las distintas disciplinas dialogan, desde un principio de equidad, integrando distintos puntos de vista e interpretaciones sobre un mismo fenómeno, posibilitando la construcción de un modelo explicativo más complejo sobre el mismo, y avanzando hacia una visión creativa y activa de abordar la realidad, todo ello sin renunciar a la construcción de modelos propios de las disciplinas que intervienen.

Desde el marco anterior la investigación que se presenta tiene por finalidad analizar el proceso y los resultados obtenidos al plantear el diálogo disciplinar, entre las ciencias experimentales y la danza, en cursos de formación inicial del profesorado de primaria, durante el estudio de los residuos urbanos. Tiene por objetivos:

- Construir espacios de diálogo disciplinar en el currículo para interpretar los fenómenos ambientales desde una perspectiva integradora de los principios de la complejidad, analizando su diseño y aplicación en un curso de formación inicial del profesorado de primaria.

- Crear y validar instrumentos para modelizar y abordar los fenómenos ambientales desde la construcción colectiva de nuevas formas de sentir, pensar y actuar integrando la ciencia y el arte como expresión y reflexión del individuo para entender la vida des una visión creativa y activa donde la ciudadanía puede intervenir individual y colectivamente.

Marco teórico

La UNESCO en 1994 puso en marcha un proyecto internacional transdisciplinario dirigido a provocar cambios radicales en la forma de crear el conocimiento, ordenarlo y vehicularlo hasta llegar a las aulas u otros espacios educativos. En el 2000 Gustavo López Ospina, director de dicho proyecto, puso de relieve la existencia de grandes contradicciones entre los problemas complejos, globales, interdependientes y planetarios y de otra parte, el modo como se trabaja y adquiere el conocimiento, de forma fragmentada, parcial y compartimentada, manifestando que este es el gran desafío lanzado internacionalmente al conocimiento y a quienes son actores principales de su creación, ordenamiento y divulgación.

En la literatura son abundantes las referencias al concepto de interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, multidisciplinariedad como posibles alternativas para abordar la compartimentalización existente de los saberes. En nuestra investigación se opta por el diálogo disciplinar, en concreto entre la ciencia y el arte. Si bien en la sociedad ambas se presentan como formas de expresión divergentes, tienen es común el ser construcciones humanas y culturales. Autores como Mayer (2002), Pujol (2003), Calafell y otros (2004), han defendido la necesidad de su integración argumentando que son interpretaciones humanas que siguen unas reglas que permiten activar la creatividad que es racional y también intuitiva e integradora de pensamiento y sentimiento. Un punto de vista defendido por Morin (2001) en el principio dialógico que entiende los elementos antagónicos como complementarios.

En el estudio del fenómeno de los residuos al establecer un diálogo entre ciencia y danza, la ciencia aporta objetividad que posibilita comprender dicho fenómeno. La danza enriquece su comprensión al integrar la dimensión emocional y social. En el mundo actual, existe una imposición del pensamiento por encima de los sentimientos, sacrificando con ello el ámbito afectivo y emocional, y despreciando lo subjetivo, (Zornoza,J., 1999). Sin embargo, en la educación de las cuestiones ambientales el aspecto emocional resulta esencial (Pujol, 1998)

En un mundo global en el que se imponen pautas uniformes de comportamientos y en el que la ciudadanía pierde la singularidad individual y colectiva en favor del anonimato y la informatización, las soluciones a las problemáticas ambientales se plantean cómo únicas imponiéndose por encima de situaciones concretas y culturales. Ante ello es necesario apostar por el desarrollo de la creatividad como elemento básico para encontrar nuevas formas de relación entre los individuos y entre éstos y la naturaleza. El diálogo entre la danza y las ciencias crea espacios en los que se estimula la creatividad y se activa la reflexión y la participación para la construcción colectiva de nuevas formas de sentir, pensar y actuar, que permitan ver que las soluciones no son únicas si no óptimas en cada momento según los factores que entran en juego y que estimulen avanzar en la construcción de otras que posibiliten un futuro más sostenible y justo (Pujol 2003).

Desarrollo del tema

La investigación planteada se desarrolló en el marco de la formación inicial de maestros de especialidad lenguas extranjeras y en la asignatura de didáctica de las ciencias experimentales. Se centró en el estudio de los residuos sólidos urbanos con intención de ayudar al alumnado a cambiar sus modelos sobre materiales y cambio químico (combustión, fermentación), de hacerles partícipes de la importancia de la acción individual y colectiva para hacer frente a un importante reto social y ecológico. Paralelamente se perseguía construir herramientas como el diálogo de disciplinas entre la danza y las ciencias experimentales para desarrollar una transposición didáctica del tema en la escuela obligatoria primaria.

El desarrollo del tema siguió un proceso de investigación-acción (Arnal, 1977) que se inició con el planteamiento en el aula del diseño y planificación de una primera unidad didáctica elaborada por el profesorado. Ésta contemplaba seis secuencias de aprendizaje organizadas según el ciclo de enseñanza-aprendizaje (Jorba, J. &Sanmartí, N. 1996) con una actividad de exploración inicial y una de aplicación global de la unidad didáctica. La unidad didáctica inicial constituyó el embrión para reelaborar cinco nuevas unidades didácticas mediante un proceso participativo, dinámico, flexible, sucesivo y continuado de búsqueda y reflexión conjunta entre alumnado y profesorado.

La unidad didáctica y las secuencias de la misma partían de un fenómeno de estudio: la gestión de los residuos y para abordarlo desde el diálogo disciplinar se plantearon preguntas mediadoras (Màrquez et al. 2004). Con ellas se posibilitó establecer un diálogo disciplinar entre las ciencias y la danza que permitió un viaje continuado desde el fenómeno objeto de estudio a cada una de las disciplinas, trabajar en cada una de ellas y retornar al fenómeno en cuestión. Algunas de las preguntas clave fueron: ¿Los residuos son un problema? ¿De que se llena cada día mi cubo de basura?¿Todos los cubos de basura son iguales? ¿Qué sensación tengo al poner la mano en el cubo de basura? ¿Me gustaría vivir al lado de un vertedero o de una incineradora?

El proceso conllevó reelaboración reflexiva continuada por parte de todos los participantes (alumnado y profesorado) en dichas áreas. Así pues tanto el alumnado como los docentes participantes elaboraron a lo largo de la experiencia un diario de campo. El diario permitió reflexionar a los alumnos y a los docentes de forma individual, a la vez que establecer reflexiones conjuntas a partir del diálogo y la conversación colectiva. Esta dinámica permitió, desde las ciencias experimentales, profundizar en las explicaciones sobre las características de la diversidad de los residuos y los cambios químicos asociados a sus posibles tratamientos. A la vez también se reflexionó, desde la danza, como esta puede ser un elemento didáctico que ayuda a abordar las emociones y la creatividad en la gestión de los residuos. A la vez que también se indagó en aspectos propios de la danza como las posibilidades motrices del cuerpo humano, su potencialidad como elemento explorador de los propios sentimientos y sus posibilidades comunicativas en su dimensión visual y auditiva. Todo ello con la finalidad de reflexionar entorno a la gestión ciudadana y administrativa de los

residuos y los modelos de sociedad y consumo desde un modelo de ciudadanía que incluye los individuos y la colectividad.

Para analizar la evolución de los modelos del alumnado en relación a los residuos, se seleccionaron dos producciones de ellos: una producción realizada antes de aplicar la secuencia didáctica en forma de esquema conceptual (EC) y otra realizada al final de la aplicación de la secuencia en forma de documentos escritos (DE). Paralelamente, para analizar los cambios en los modelos iniciales del alumnado, se agruparon los contenidos tratados a lo largo de la unidad didáctica en cinco bloques conceptuales: origen y generación de residuos, caracterización de residuos, instrumentos de gestión de los residuos, ley de las tres "R" y gestión ciudadana de los residuos. El análisis consistió en definir tres niveles de análisis de datos. El primer nivel de análisis consistió en detectar la presencia o ausencia de los cinco bloques conceptuales en la EC y el DE de forma más cuantitativa. El segundo nivel únicamente se aplicó a aquellos bloques en los que se encontraron diferencias significativas en el análisis anterior (Origen y generación, ley de las tres "R" y gestión ciudadana de los residuos). El análisis consistió la elaboración de redes sistémicas para cada uno de los bloques especificados y para las producciones EC y DE. A partir de las redes sistémicas se definió el tercer nivel de análisis que consistió en identificar perfiles de alumnado. Es decir, identificar si a partir de las opiniones de los alumnos sobre el origen y la generación de los residuos, la ley de las 3R y la necesidad de reducir, reutilizar y reciclar y la gestión ciudadana se establecían grupos de opiniones.

Esta metodología permitió analizar si la aplicación de la unidad didáctica ayudaba a modelizar los contenidos tratados y como había sido esta modelización. Al mismo tiempo también generaba instrumentos para analizar si la integración de la danza y las ciencias a partir del diálogo disciplinar en la asignatura de didáctica de las ciencias ayudaba al alumnado a construir nuevos modelos de explicación de los fenómenos, y en concreto con la problemática y la gestión de los residuos.

Conclusiones

Las conclusiones de la investigación se pueden sintetizar en dos aspectos diferenciados: en cuando a los cambios de los modelos iniciales del alumnado en la temática de los residuos y en referencia al diálogo disciplinar como modelo de integración de disciplinas en la didáctica de las ciencias experimentales.

Las idea principales de los cambios de los modelos iniciales del alumnado en la temática de los residuos se resumen en:

- Si bien inicialmente los modelos del alumnado mostraban relaciones lineales de causa y efecto ("no se recicla y consecuentemente hay residuos"). Posteriormente, se observó como dichos modelos eran más divergentes e integraban la complejidad de los fenómenos ambientales mediante relaciones de multicausalidad-multiefecto.

- También inicialmente, el alumnado manifestaba visiones globales ambientales descontextualizadas del modelo social, económico y político, con una visión del problema de los residuos anónima y sin responsabilidad

ciudadana. Tras el trabajo realizado los estudiantes realizan interpretaciones más complejas de la problemática de los residuos que integran la importancia de la capacidad crítica y reflexiva ante la sociedad de consumo, la importancia del comportamiento individual en el origen y generación de los residuos, y la importancia de una responsabilidad compartida entre los diferentes actores que conforman la sociedad.

- El diálogo entre danza y ciencias ayudó a modelizar la temática de los residuos desde la perspectiva científica al encontrar nuevas formas de representar las características de los materiales y los cambios asociados a su tratamiento.

En cuando al diálogo disciplinar como modelo de integración de disciplinas en la didáctica de las ciencias experimentales las principales conclusiones se resumen en:

- Plantear un tema como los residuos en un curso de formación inicial del profesorado permite conectar la ciencia con la vida cotidiana, romper la visión de ciencia clásica y determinista y ofrecer una visión de la ciencia como algo que forma parte de la ciudadanía.

- El diseño de una unidad didáctica sobre los residuos planteando el diálogo disciplinar entre las ciencias y la danza supone como docentes un reto continuo para crear escenarios de interacción y afrontar un desafío lleno de incertezas. El clima del aula que se fue creando, potenciador de un constante diálogo entre alumnado y profesorado, favoreció que los estudiantes entrasen en el diseño del planteamiento de la asignatura y se involucraran de forma activa en ella.

- El diálogo entre danza y ciencias enriqueció el desarrollo de la asignatura. Potenció la creatividad del alumnado ofreciendo una perspectiva de los fenómenos del mundo en la que es posible modificar creativamente las normas del juego establecido para inventar y crear un futuro más equitativo y sostenible.

- El diálogo entre danza y ciencias permitió desarrollar ambientes emocionalmente estimulantes en los que se dio una constante interacción social entre el alumnado compartiendo sentimientos y emociones. Hecho que propicia el cambio de modelos vivenciales e interpretativos del tema de los residuos.

- El diálogo entre danza y ciencias supone abrir un camino para ayudar al alumnado a sentir, pensar y actuar desde una perspectiva compleja. Los fenómenos ambientales se convierten en escenarios idóneos para crear espacios de diálogo disciplinar ya que posibilitan integrar en el aula aspectos claves de la sociedad y ofrecer elementos para formar al alumnado como miembro de la ciudadanía, y poner en juego un mayor número de elementos curriculares.

Referencias bibliográficas

Arnal,J; Mateo,A; Vidal,MC (1997): Enfocaments, mètodes i àmbits de la investigació psicopedagògica. Metodologies de la investigació educativa. Barcelona: UOC

Calafell, G et al. (2004): El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. Investigación en la escuela, 53.

Jorba, J. y Sanmartí, N (1996): Ensenyar, aprender i evaluar: un procés de regulació continua. Madrid, MEC.

Màrquez, C et al. (2004): La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. Investigación en la escuela, 53

Mayer, M; Ibernon, F (2002): Cinco ciudadanías para una nueva educación. Ciudadanos del barrio y del planeta. Barcelona: Graó.

Morin, E (2001): Tenir el cap clar. Barcelona: La campana.

Pujol, R.M (1998): Modelos de integración de la educación del consumidor en el currículum escolar: un análisis desde el área de ciencias, Barcelona, Tesi Doctoral del Doctorat en Didàctica de les Ciències Experiementals. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona

Pujol, R.M (2003): Didàctica de las ciencias en la educación primaria. Madrid: Sintesis Educación.

Zornoza, J. (1999): Arte, comunicación visual y educación. Zaragoza: Escuela de Magisterio de Teruel, Universidad de Zaragoza.

Una propuesta de Formación del Profesorado de Educación Primaria en Ciencias en el marco educativo europeo

Pérez Ceballos, J. y Varela Calvo, C.

Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de La Laguna. didespin@ull.es

Resumen: Se presenta una propuesta de desarrollo curricular para la formación de profesores de Educación Primaria en Ciencias, acorde con las orientaciones para la Convergencia Europea, que supone innovaciones respecto a créditos, rol del profesor y del alumno, metodología, recursos y evaluación. En cuanto a los objetivos y contenidos, la propuesta asume la práctica totalidad de los que aparecen en la Ficha Técnica. Se indagan los contenidos de Ciencias que debería saber el ciudadano medio europeo. La metodología propicia situaciones vivenciales para el aprendizaje, facilitando espacios físico-temporales variados, en los que se desarrollan destrezas formativas que originan un aprendizaje progresivo y estructurado. El alumno es protagonista de la acción en el aula. La evaluación es continua. Se comentan las actividades: informes (bibliografía, contenidos y desarrollo, trabajo de campo), prueba escrita, diseño didáctico, exposiciones del profesor, participación en el aula y proyectos personales, debate y diario. Se facilita una Guía al alumno.

Palabras clave: Marco Educativo Europeo, Formación del Profesorado, Educación Primaria, Ciencias, Guía Didáctica.

Title: A proposal of Primary Teachers' Training in the European Convengence.

Abstract: A proposal of curricular development is presented for the formation of teachers of Primary Education in Sciences, chord with the orientations for the European Convergence that supposes innovations regarding credits, the teacher and student's rol, methodology, resources and evaluation. As for the objectives and contents, the proposal assumes the practical entirety of those that appear in the Technical Index card. The contents of Sciences are investigated that the half European citizen should know. The methodology protects practical situations for the learning, facilitating spaces varied physical-temporary, in those that formative skill are developed that originate a progressive and structured learning. The student is main character of the action in the classroom. The evaluation is continuous. The activities are commented: informs (bibliography, contents and development, fieldwork), examination, didactic design, the professor's explanations, participation in the classroom and personal projects, debate and diary. A Guide is facilitated to the student.

Keywords: European Convergence, Teacher training, Primary Education, Science, Didactic Guide.

Marco teórico

Esta Comunicación presenta la aplicación de una propuesta de desarrollo curricular que se hace pertinente en un momento de cambio educativo, originado por la convergencia del sistema universitario europeo.

En los últimos años se ha propuesto una amplia diversidad de modelos de formación de profesores de Educación Primaria en Ciencias. Se encuentran interesantes trabajos en los que puede observarse la comparación entre distintas modalidades de formación del profesorado y su respectiva práctica pedagógica implantada en el aula (Morais, Neves y Afonso, 2005), basados en la investigación-acción (Varela, 1994) o en la teoría del discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), que ofrece criterios para clasificar dichas modalidades y analizar la evolución del profesor en términos de reconocimiento y realización de normas.

Unos modelos abordan cómo ha de ser la educación científica en la sociedad actual, una educación que enseñe a pensar, a hacer y a hablar, a regular los propios aprendizajes; entre estos, se encuentra el de Pujol (2003) y Bonil, Guilera y Pujol (2005). Otros inciden especialmente en aspectos parciales de la formación inicial de profesores de ciencias, como el análisis de los contenidos (Cochran y Jones, 1998), el tratamiento de éstos (Garrido y Galdón, 2003) o el de recursos materiales utilizados (Flores, Gallegos y García, 2005).

Actualmente la formación en el marco europeo marca nuevas pautas en sectores como la Educación, para la que se presenta un cambio de perspectivas y nuevas competencias docentes (Michel, 2002; Vázquez, 2002; Raschke, 2003; Esteve, 2003).

La transformación de la enseñanza universitaria supone la adopción de elementos comunes que permitan hablar de una identidad europea de la educación superior, lo que implica un nuevo enfoque de la docencia, en la que la calidad de la enseñanza ha de traducirse en una eficacia del aprendizaje (European Commission, 2002; Reding, 2002). La fecha límite para iniciar este proceso fue en 2005 y para concluirlo el 1 de octubre de 2010; en España comenzó en 2003. Puede quedar reflejada en:

- Los créditos ECTS (R.D. 1125/2003) representan el volumen de trabajo del alumno y se relacionan más con el aprendizaje que con la enseñanza. Expresan lo que sabrá, entenderá y será capaz de hacer al completarse el proceso de aprendizaje. Equivalen a 25-30 h de actividad y suponen: tutela y atención personalizada; organización, seguimiento y evaluación de actividades no presenciales; nuevo planteamiento del contenido y organización de las asignaturas y consideración de las consecuencias en la metodología y la evaluación.
- El profesor prestará más atención al *Diseño y Gestión del aprendizaje*. Debe utilizar recursos tecnológicos, analizar necesidades del alumnado, fomentar la motivación y el autoaprendizaje así como desarrollar metodologías, estrategias de participación, competencias y actitudes (Esteve, 2000).
- El rol del alumnado varía sustancialmente desarrollando, además de su capacidad de autonomía, un pensamiento crítico y reflexivo.

- El conocimiento académico implica una selección de los contenidos disciplinares, pero también desarrollo de competencias y destrezas, formación en procesos, adquisición de estrategias,... (Castells, 2000).
- En cuanto a la metodología, se ha de potenciar la colaboración profesor-alumno y los trabajos en equipos; crear espacios de aprendizaje, tanto presenciales como no presenciales; utilizar recursos variados...

En este marco, cualquier modelo de formación del profesorado ha de considerar necesariamente la Ficha Técnica (RD 55/2005, de 21 de enero) para la titulación de Maestro de Educación Primaria, elaborada por el Consejo de Coordinación Universitaria en la Propuesta de Directrices Propias de las Enseñanzas de Grado en Maestro de Educación Primaria. El número de créditos a cursar en esta titulación son 240 ECTS en cuatro años, con 180 de Formación Académica Básica y 60 de Formación Adicional. A la Materia de *Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Experimentales* le corresponde un mínimo de 14 ECTS, que supone entre 350 y 420 h.

Descripción del diseño curricular

El diseño que se presenta, que integra las anteriores consideraciones, se ha venido desarrollando durante los tres últimos cursos en la asignatura de *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica*, de la titulación de Maestro de Educación Primaria, en la Universidad de La Laguna.

Hasta ahora, en el primer curso de dicha titulación, el tiempo que puede dedicar el alumnado *a Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica* es de 90 h en el aula y 119 h de trabajo externo, respecto al total de su actividad académica (1520 h, estimando 40 h/ semana).

Se proponen los siguientes objetivos, que resumen la mayoría de los veinte que se exponen en la mencionada Ficha Técnica:

- Aprender los aspectos básicos de la Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria.
- Mejorar el conocimiento de los contenidos de Ciencias adecuados a esta etapa educativa.
- Desarrollar las capacidades de selección y uso de recursos para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias.
- Valorar la contribución de las ciencias y la tecnología a la educación.
- Desarrollar una actitud analítica, reflexiva, crítica y participativa.

Los contenidos que se desarrollan y que asumen, en general, los consignados en la Ficha Técnica, son:

- Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias en la Educación Primaria. Objetivos. Evaluación.
- Contenidos de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Primaria.
- Recursos didácticos para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias. Planificación y realización de actividades fuera del aula. Elaboración de informes.

- Enfoques en la enseñanza de las Ciencias.
- Diseños didácticos para desarrollar los contenidos de Ciencias con alumnos de Educación Primaria.

Se dedican 6 h al primero. Los Contenidos de Ciencias se desarrollan de octubre a mayo, con 18 h de exposiciones críticas del profesor, y los Recursos de octubre a junio. Los Enfoques en la enseñanza se imparten en junio durante unas 6 h.

Respecto a los contenidos de Ciencias de la Naturaleza, se indagan los que como mínimo debería saber el ciudadano medio europeo, atendiendo a los conocimientos que realmente le vayan a ser útiles en su vida, que le ayuden a tomar decisiones en los ámbitos personal y social, a conocer el funcionamiento y utilidad de aparatos, e interpretar hechos cotidianos.

Entre los principios metodológicos que inspiran el diseño destacan: la enseñanza de las Ciencias como medio para la educación ciudadana; hacer todo para todos; coherencia entre lo que se dice y hace; actitud crítica como imprescindible vía de mejora; contenidos como algo inacabado y no exento de errores (reflexión sobre la acción); actividades multiobjetivos…

La metodología propicia situaciones vivenciales para el aprendizaje, para lo cual se facilitan espacios físico-temporales variados; no obstante, la acción en el aula resulta básica, entendiéndose como aula no sólo el lugar habitual de clase sino aquellos espacios en que se realizan actividades generales (biblioteca, sala de informática, aula de audiovisuales, museos, espacios ciudadanos y naturales...).

A lo largo del curso, los alumnos desarrollan destrezas para buscar, valorar críticamente, seleccionar y organizar información sobre temas concretos, que se intercambian y utilizan en actividades posteriores, permitiendo un aprendizaje progresivo y estructurado, resultado de la interacción. El alumnado es el protagonista de la acción en el aula que se manifiesta en la comunicación de sus trabajos, valoraciones y discusiones.

Con relación al uso de las tecnologías, se proponen actividades que incluyen la iniciación a tres aplicaciones informáticas: procesador de textos, presentación de diapositivas y acceso y herramientas de Internet.

Se establece una vía de comunicación informatizada mediante el uso de la *Carpeta de la asignatura* disponible en las aulas de informática de la Facultad. Los diferentes archivos recogen todos los trabajos de los alumnos y equipos; el archivo Evaluación de alumnos presenta, a lo largo del curso las puntuaciones acumulativas obtenidas por cada uno en una hoja Excel. Se pretende contribuir a la adquisición de estas prácticas de comunicación social (Rodríguez Illera, 2004; García Aretio, 2004).

El diseño incluye una Guía que ofrece, para cada actividad, una explicación breve del por qué de la tarea, qué aporta a la formación, qué tiempo requiere, y qué hacer (instrucciones, normas de presentación, etc.).

Actividades propuestas

- *Informes*

  - Bibliografía

Cada alumno presenta de forma digital, impresa y oral, el informe de un libro, que el profesor le asigna previamente, en el que se contempla, la ficha bibliográfica, palabras-clave, opinión crítica, resumen e índice del libro. No se trata de leer completamente el libro, sino de adquirir la destreza profesional que le posibilitará estimar el valor de un texto mediante un análisis rápido. Se complementa con clases prácticas en la biblioteca para familiarizarse con las técnicas usuales de organización y catalogación.

Las normas de presentación digital son muy pormenorizadas, con el objeto de que el alumno adquiera un conocimiento básico del procesador de textos, para lo cual se imparten clases prácticas en el aula de informática.

- Contenidos de un tema de ciencias

Cada equipo elabora un listado detallado de contenidos de un tema de Ciencias para ser impartido a lo largo de toda la Educación Primaria, teniendo en cuenta que sean importantes para la educación ciudadana y que el tiempo sea proporcional al que corresponda en el currículo, justificando esa selección de contenidos. Se presentan y discuten críticamente en el aula, valorándose especialmente aspectos innovadores.

- Desarrollo de contenidos del tema

Cada equipo desarrolla las diez cuestiones de mayor relevancia, del tema asignado, seleccionadas del anterior listado de contenidos. Es importante que se tengan claro los límites de cada cuestión y que se haga con rigurosidad y precisión.

- Trabajo de Campo

Se realizan las visitas al Museo de las Ciencias y el Cosmos, Zona urbana (Plaza del Adelantado) y Espacio Protegido (Malpaís de Güímar).

En la visita al Museo cada equipo se divide en parejas/ tríos para analizar críticamente, tanto desde la perspectiva formal como del contenido, un módulo de la exposición permanente.

La Plaza del Adelantado es una zona de relevancia patrimonial en La Laguna (Tenerife). Por otra parte, dado que el archipiélago canario es una de las comunidades autonómicas con mayor superficie protegida (más del 40%), resulta muy formativa la visita a una zona costera, el Malpaís de Güímar.

Los Cuadernos de Campo que se proponen para estas dos últimas visitas y que se cumplimentan por parejas, son sugerentes para la futura práctica profesional del alumnado. La única visita evaluada como informe es la del Museo.

Cada uno de los informes se valora por igual, la elaboración de los cuatro puede suponer hasta un 15% de la puntuación total obtenida por el alumno.

- *Prueba escrita*

El conjunto de todas las cuestiones elaboradas por el alumnado en el “Desarrollo de contenidos” integrará el temario para la prueba escrita, que contribuye con el 25 % de la puntuación total.

- *Diseño didáctico*

Consiste en el planteamiento pormenorizado de varias clases para un curso determinado de Educación Primaria; el contenido de ciencias se elige entre los presentados en el informe "Desarrollo de contenidos del tema". Se presentan contenidos, actividades, agrupamiento, tiempo previsto, recursos... El equipo ha de elaborar un guión útil para el trabajo profesional.

Esta actividad prepara para la gestión de la acción en el aula, permite la elaboración de diferentes tipos de recursos, la práctica en la exposición y la vivencia de diversas estrategias de evaluación.

La elaboración del diseño aporta un 30% a la puntuación total.

- *Exposiciones del profesor*

Se analizan diferentes sistemas educativos, partiendo del ámbito más general hasta el particular de la enseñanza de las ciencias en la Educación Primaria, recibiendo especial atención los fines y objetivos.

Los contenidos curriculares se presentan de forma crítica, indicando alternativas y suscitando en los equipos la reflexión sobre los temas.

Los recursos didácticos se abordan desde el punto de vista utilitario.

Se exponen cuatro enfoques para la enseñanza de las ciencias: Historia de las Ciencias, Enseñanza Integrada, Educación Ambiental y Relación CTS.

- *Participación en el aula y proyectos personales*

Dado el protagonismo del alumnado, la participación en el aula resulta esencial. En la presentación de las distintas actividades hay información, análisis crítico, discusión y comentarios orientados a mejorarlas. A efectos formativos se insiste tanto en la forma como en el contenido de la actividad.

Si algún alumno no puede asistir regularmente a clase, ha de elaborar un proyecto personal, provechoso para él y para el colectivo de la clase. Orientados por el profesor, estos proyectos pueden sustituir a alguna actividad que no haya podido realizarse.

Este punto supone un 30% de la puntuación total.

- Debate

Consta de cuatro fases (selección del tema, preparación, desarrollo y resumen), en las que hay participación individual, de equipo y del conjunto de la clase. Se pretende mostrar que para discutir, hay que elegir un tema relevante, estudiarlo previamente y obtener conclusiones.

- Diario

Cada alumno elabora un diario en el que anota las principales ideas que le han surgido durante la realización de cualquier actividad, ya sea al ser expuestas o como idea personal, resultado de los estímulos y sugerencias del ambiente de aprendizaje. Debe incluir opiniones críticas sobre aspectos formales y de contenido relacionados con la asignatura. Puede incluir esquemas del aprendizaje realizado.

Los Informes se finalizan en el 1º cuatrimestre siguiendo la secuencia: bibliografía, contenidos de un tema, trabajo de campo y desarrollo de

contenidos. El Debate se realiza tras el primer tema de los contenidos. La Prueba escrita tiene lugar al comienzo del 2º cuatrimestre; en éste se elaboran los Diseños didácticos, dedicando en abril y mayo unas 12 horas para su presentación en el aula. Las Exposiciones del Profesor se concentran principalmente al comienzo y fin del curso. Los Proyectos Personales pueden presentarse en cualquier momento. El Diario se controla a lo largo del curso.

Conclusión

El éxito del planteamiento precisa que el alumnado asimile que le orienta hacia su práctica profesional y que comprenda los objetivos de cada actividad; el esfuerzo que realice en cada una y la reflexión sobre los fundamentos de la propuesta mejorarán su formación.

La valoración global de la asignatura por parte del alumnado resulta bastante buena (más de 8 puntos sobre 10), coherente con el grado de satisfacción por haberla cursado. La consideración de estas evaluaciones es la principal fuente de mejora del diseño y causa de su constante evolución.

Como características más positivas, el alumnado destaca el aprendizaje de Didáctica de las Ciencias; el sistema de evaluación utilizado, continuo y diversificado, y la posibilidad de transferirlo a la Educación Primaria; el entrenamiento en la elaboración y autoaprendizaje de contenidos curriculares; la permanente participación del alumnado en situaciones y actividades muy diversas; la variedad de recursos didácticos aportados.

Entre los mayores inconvenientes que señalan aparece la dificultad para adaptarse a este innovador planteamiento; les desconcierta el hecho de no tener que tomar apuntes para reproducirlos en un examen y que, esencialmente, se imparte didáctica y no contenidos de Ciencias; algunas actividades quedan mermados en sus posibilidades dada la escasa actitud crítica mostrada; las exposiciones orales que no siguen un discurso lineal les resultan poco claras; la asistencia irregular a clase ocasiona deficiencias en la comprensión de los contenidos y el desarrollo de las actividades.

En definitiva, el diseño de formación implementado se muestra satisfactorio en el camino de la convergencia al espacio educativo europeo.

Referencias bibliográficas

BERNSTEIN, B. (1990). The structuring of pedagogic discourse. Class, codes and control: Volume IV. London: Routledge.

BERNSTEIN, B. (2000). Pedagogy, symbolic control and identity-theory, research, critique (rev. ed.). New York: Rowman & Littlefield.

BONIL, J.; GUILERA, M. y PUJOL, R.M. (2005). Evaluación de un programa de Didáctica de las Ciencias en la formación inicial del profesorado, diseñado tomando como referencia los principios del paradigma de la complejidad. *Enseñanza de las ciencias*, número extra VII Congreso, Comunicaciones orales 3.2, (versión CD-Rom), Granada.

CASTELLS, M. (2000). *La era de la información*. Vol. I al III.Madrid: Alianza.

COCHRAN, K.F. y JONES L.L. (1998). The Subject Matter Knowledge of Preservice Science Teachers. *International Handbook of Science Education*, 707-718.

ESTEVE. J.M. (2000). The Transformation of Teachers' Role at the End of Twentieth Century. New Challenges for the Future. *Educational Review*. 52, 2, 197 - 208.

ESTEVE, J.M. (2003). *La Tercera Revolución Educativa*. Barcelona: Paidós.

EUROPEAN COMMISSION (2002). *The teaching profession in Europe: Profile, trends and concerns. Report I: Initial training and transition to working life. Report II: Supply and demand*. Brussels: Eurydice.

FLORES, F.; GALLEGOS, L. y GARCÍA, A. (2005). Transformaciones conceptuales y pedagógicas en profesores de Ciencias Naturales a través de un proceso de reforma curricular. *Enseñanza de las ciencias*, número extra VII Congreso, Comunicaciones orales 3.2, (versión CD-Rom), Granada.

GARCÍA ARETIO, L. (2004). Presentación del Número Monográfico Educación con tecnologías, *Bordón* , 56 (3-4), 403-407.

GARRIDO, J.M. y GALDÓN, M. (2003). *Ciencias de la Naturaleza y su Didáctica*. Granada: Grupo Editorial Universitario.

JORNADAS *Retos de la Convergencia Europea en la Universidad de La Laguna* (2005). La Laguna (Tenerife).

MICHEL, A. (2002). Una visión prospectiva de la educación: retos, objetivos y modalidades. *Revista de Educación*. Número extraordinario, 13 – 33.

MORAIS, A., NEVES, I. Y AFONSO, M. (2005). Teacher Training Processes and Teachers' Competence – A Sociological Study in the Primary School. Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies, 21 (4), 415-437.

PUJOL, R.Mª (2003). Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria, Madrid: Síntesis.

RASCHKE, C.A. (2003). *The Digital Revolution and the Coming of the Postmodern University*. London and New York, Routledge and Falmer.

REAL DECRETO 1125/2003 de 5 de septiembre; B.O.E. nº 224 del 18/09/2003. Madrid.

REDING, V. (2002). *Cinq critères de référence européens pour les systèmes d'education et de formation*. Bruxelles: Commisssion Européene.

REICHERT, S. Y TAUCH, C. (2003). Cuatro años después de Bolonia: Pasos hacia una reforma sostenible de la Educación Superior en Europa, Informe elaborado para la Asociación Europea de Universidades (http://www.ull.es/docencia/cr_europeo.html) (Consulta: Marzo, 2006).

RODRÍGUEZ ILLERA, J.L. (2004). Las alfabetizaciones digitales. *Bordón*, 56 (3 y 4), 431-441.

VARELA, C. (1994). *Modelo de formación inicial de Profesores de Educación Primaria en Didáctica de las Ciencias*. Tesis Doctoral.Universidad La Laguna.

VÁZQUEZ GÓMEZ, G. (2002). El sistema educativo ante la educación de calidad para todos a lo largo y ancho de la vida. *Revista de Educación*. Número extraordinario, 39 – 58

Evaluación de actividades innovadoras en la formación inicial en ciencias de los maestros

Pedro Membiela

Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Vigo. Campus As Lagoas. 32004 Ourense. Email: membiela@uvigo.es.

Resumen: La evaluación de actividades innovadoras realizadas en la formación inicial de los maestros se centra en el contraste de las valoraciones de estudiantes y profesor. Sirve para buscar equilibrio desde las opiniones divergentes de los participantes en los cambios a introducir en el proceso de mejora educativa.

Palabras clave: Evaluación, innovación, formación inicial, maestros, enseñanza ciencias.

Title: Evaluation of innovative activities in the initial training of elementary science teachers.

Summary: The evaluation of innovative activities carried out in the initial training of the teachers is centered in the contrast of the valuations of students and teacher. It is good to look for balance from the divergent opinions of the participants in the changes to introduce in the process of educational improvement.

Key words: Evaluation, innovation, initial training, elementary teachers, science education.

El currículo como una propuesta a experimentar en la práctica y la evaluación holística para la mejora educativa

En nuestro caso el diseño curricular se articula para ser llevado a la práctica en un determinado contexto, y representa en realidad una propuesta teórico-práctica de investigación y desarrollo del currículo que expresa una visión del conocimiento y un concepto del proceso de investigación (Stenhouse, 1987), y que tiene como meta principal la comprensión crítica de la realidad a través de un currículo abierto, flexible y centrado en las actividades. El proyecto curricular se hace, se evalúa y modifica con la experiencia (Kirk, 1991), siendo en la propia práctica dónde se valora su pertinencia. En consonancia con las ideas de Stenhouse (1987), entendemos el currículo como una propuesta a experimentar en la práctica, valorando más la calidad del proceso que los resultados, construyendo y remodelando el currículo a través de procesos de investigación-acción y utilizándolo como instrumento de desarrollo profesional.

La evaluación de los procesos de diseño e implementación de actividades innovadoras se focaliza en la mejora educativa. Las investigaciones realizadas utilizaron, en su mayoría, la triangulación de métodos y de perspectivas, con

el objetivo de obtener una información lo más amplia y compleja posible de los aspectos evaluados.

Planificación de la investigación

La investigación ha sido realizada por el propio profesor en sus clases de Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I del primer cuatrimestre en 2º de Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación de Ourense con una asistencia regular de entorno a una docena de estudiantes. Se ha elaborado la planificación de la investigación para ir construyendo una carpeta de investigación con:

Material del profesor: básicamente las presentaciones en Power Point para orientar la realización y presentación de las actividades.

Intervenciones en las clases del profesor: realizando sistemáticamente grabaciones audio de las clases con grabadora digital y micrófono mosca. Sólo se han utilizado para apoyar el diario del profesor.

Diario del profesor: elaborándolo al menos semanalmente, habitualmente el mismo día o al día siguiente, e incluyendo reflexiones.

Memoria de las actividades de los estudiantes: recogiendo y revisando las memorias, haciendo análisis, sacando conclusiones y propuestas de mejora.

Valoración de las actividades por los estudiantes: mediante un cuestionario en que cada actividad se valora en una escala entre 1 y 5 entre dos extremos: satisfactoria/insatisfactoria, sin interés/ interesante, entretenida/ aburrida, participativa/ no participativa, difícil/ fácil; variada/ repetitiva, organizada/ desorganizada, agradable/ desagradable. También se contesta para cada actividad a las preguntas abiertas: ¿Qué te gustó más? ¿Por qué?, ¿Qué te gustó menos? ¿Por qué? y ¿Qué se podría mejorar?. Posteriormente se han analizado las respuestas, sacado conclusiones y propuestas de mejora.

Valoración de las actividades por el profesor: contestando el mismo cuestionario, analizando las respuestas, sacando conclusiones y propuestas de mejora.

Las actividades realizadas

Siguiendo las instrucciones del profesor para orientar el desarrollo y presentación de las actividades por los estudiantes:

Árboles y aves del campus

Desarrollo: revisión de materiales como guías de materiales didácticos de otros años. Salidas al campus, para observación y reconocimiento de algunos árboles y aves, con uso de guías del naturalista de aves y árboles y manejo de prismáticos.

Memoria: elaboración en Power Point de diversas guías de un árbol y de un ave, con ilustraciones, pocas y grandes. Se recomienda poco texto, con palabras o frases muy cortas. Importante la calidad en la presentación.

Actividades prácticas sobre germinación y combustión

Revisión de materiales didácticos de otros años. Realización de las actividades prácticas.

Memoria: Interés de la actividad práctica. Describir como se ha realizado. Fundamentación científica de las actividades prácticas. Cómo se realizaría en Primaria.

Recuerdos escolares

Memoria: Describir y valorar con el mayor detalle posible la experiencia personal como estudiantes centrándose en las ciencias, en formato relato autobiográfico. Atender a responder de manera indirecta a las preguntas: ¿Qué contenidos se enseñaron?, ¿Cómo se enseñaba?, ¿Qué metodologías de enseñanza?, ¿Qué tipo de actividades?, genéricas (expresión escrita, oral,…), específicas (actividades prácticas, salidas y visitas, resolución de problemas,...), ¿Cómo se organizaba la enseñanza? Ambiente de aula/disciplina, Trabajo escolar (individual, pequeño grupo, grupo clase), Organización espacial del aula, ¿Qué medios y recursos se empleaban? (materiales escritos, libros, audiovisuales, materiales del medio,…) ¿Cómo se evaluaba?, ¿Cuales eran los objetivos?

Trabajos de investigación en grupo

Características: En pequeño grupo. Trabajo tipo investigación. A desarrollar a lo largo del cuatrimestre. Hacer al final una presentación para el resto de la clase. Las temáticas elegidas fueron: fabricación de queso, incubar huevos de kika e gallina, cría de guppys, fabricación de jabón, cría de pez rojo en acuario de agua fría, hacer vino y aguardiente, fabricación de membrillo y cultivo de drosofilas.

Presentación en la clase: Directa en la clase ante los compañeros (Ejemplos: peces en acuarios). En vídeo (se recomienda 10´ y que no debe pasar de 15'). Como mínimo cuidar la calidad de las imagenes y del sonido directo. Facultativo, incluír música y/o sonido grabado. (Ejemplos: elaboración del vino o destilación del augardiente). Mixta: en directo en la clase apoyandose con medios audiovisuales (fotos o vídeo). (Ejemplos: fabricación del queso).

Memoria: proceso de realización del trabajo, fundamentación científica y cómo se podría realizar la actividad en Educación Primaria.

Valoración de las actividades

Revisando las opiniones de los estudiantes y profesor en los cuestionarios, las memorias de actividades y el diario del profesor:

Árboles y aves del campus

Valoraciones actividad estudiantes y profesor: Entre las razones de por qué gustó más a los estudiantes, está ser interesante al poder distinguir árboles y aves que antes no conocían, las salidas, porque se hace amenos y el trabajo en Power Point, que no conocían. Lo que gustó más al profesor fue el contacto con la naturaleza. Entre lo que les gustó menos señalan los estudiantes en primer lugar nada, luego pasar frío (“ya que de mañana va mucho”) y el trabajo que ha supuesto, y lo que gustó menos al profesor

fueron los problemas de organización. La respuesta más frecuente fue que no se podría mejorar nada, y según el profesor se podría mejorar organizándola mejor.

Revisión del profesor memorias estudiantes: En general bien, con personas que lo hacen muy bien, y alguna con demasiado texto resumen de información sin discriminar la más relevante. Se ven aquí las personas "académicamente brillantes", que saben recoger lo que dice el profesor y la bibliografía, organizarlo y estructurarlo, presentarlo adecuadamente, incluso hacer un trabajo extenso. ¡Esto no está mal, pero que pasa con las otras inteligencias, como tener ideas o saber argumentar¡ En ese campo otros son brillantes y no se refleja en las calificaciones. ¿En todo caso el problema es como hacer progresar en la organización, estructuración y presentación de la información los que "tienen ideas" y como mejorar la capacidad de aportar ideas y argumentos en otros "escolarmente brillantes".

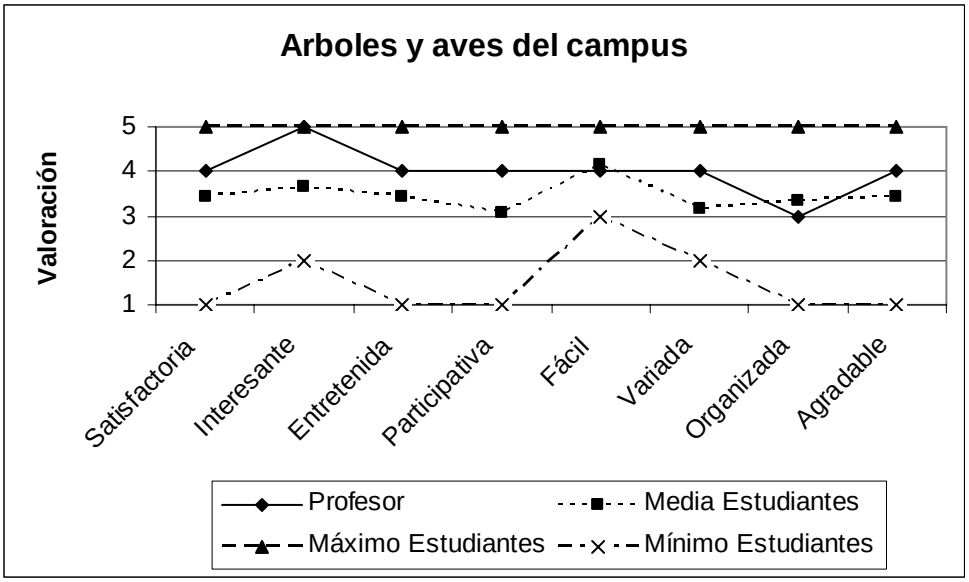


Tabla 1.- Valoración de la actividad *Árboles y aves del campus*.

Discusión (Tabla 1): La valoración del profesor alcanza el máximo en interesante y el mínimo relativo (3) en organización. La media de los estudiantes se mantiene en valores medios-altos (3-4), con un máximo relativo en facilidad. El rango de valoraciones de los estudiantes es máximo salvo en interesante, variedad y sobre todo en que se considera relativamente fácil. La valoración del profesor es superior a la media de los estudiantes en todas las categorías salvo en facilidad dónde es similar y en organización dónde es ligeramente inferior.

Se trata de una actividad centrada en las salidas al entorno próximo del centro para observar aves y árboles en los jardines circundantes claramente mejor valorada por el profesor que la media de los estudiantes.

Germinación y combustión

Valoración actividad estudiantes y profesor: Los estudiantes señalaron que gustó mucho la combustión, porque lo que ocurre con el agua en el plato al apagarse la vela les dio que pensar, porque siempre es interesante

y no se sabe que va pasar o que eran interesantes las dos experiencias porque se aprende más con experimentos que con la teoría, incluso una persona dijo que no le gustaba nada y le parecía aburrido. Lo que gustó más al profesor fue su iniciación en la metodología científica, y en una orientación de prácticas muy adecuada para su futura labor como maestros. Lo que gustó menos a los estudiantes fueron las memorias del trabajo, y problemas prácticos como que las semillas no nacieran, que puede volverse algo aburrida o la gran cantidad de tiempo empleada y al profesor los enormes problemas de comprensión de unas actividades pretendidamente sencillas. Lo que se podría mejorar según los estudiantes fueron cuestiones diversas, y según el profesor organizar mejor el proceso, la memoria de la actividad y su resultado final.

Valoración del profesor memorias estudiantes: Observa el problema de cómo se ajusta la memoria a lo correcto, así desaparecen las opiniones que fueran valoradas como incorrectas por el profesor tal como recuerda y recoge en su diario y en las grabaciones de las clases. También como va apareciendo lo que en los libros o en Internet es correcto. Ve el contrasentido entre los enormes problemas de comprensión y argumentación y la información científicamente correcta, incluso de nivel desproporcionado con que algunos estudiantes contestan las preguntas planteadas.

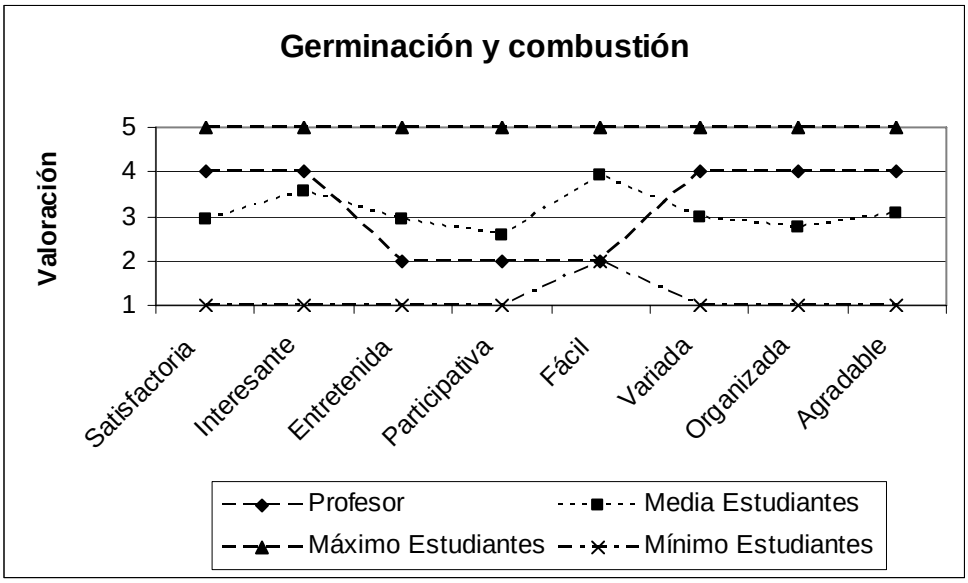


Tabla 2.- Valoración de la actividad *Germinación y combustión*.

Discusión (Tabla 2): La valoración del profesor se mueve entre los valores relativamente bajos (2) de entretenida, participativa y facilidad y los altos (4) de satisfacción, interés, variedad, organización y agradable. La media de los estudiantes se mueve entorno a valores medios (3) salvo para la facilidad (4). El rango de valoraciones de los estudiantes es máximo salvo en facilidad. La valoración del profesor es superior a la media de los estudiantes en satisfacción, interés, variedad, organización y agradable, pero inferior en entretenida, participativa y muy inferior en facilidad.

Se trata de una actividad práctica organizada de una manera bastante tradicional, pues se les indica a los estudiantes el material necesario y el procedimiento a seguir, lo que probablemente explica la valoración claramente inferior del profesor en entretenida, participativa y fácil frente a la valoración media de los estudiantes. La opinión del profesor es de abrir la actividad, en el sentido de hacerla más tipo indagación o investigación.

Recuerdos escolares

Valoración actividad estudiantes y profesor: Lo que gustó más a los estudiantes fue recordar todo lo sucedido, aunque algunos señalan que no le resultó excesivamente interesante porque apenas tenían referencias de esas épocas, también recordar lo olvidado y lo que gustó más al profesor es que acaban enganchándose a la actividad, pero para eso es necesario hacer una puesta en común antes, y como de los recuerdos de unos estudiantes ayudan a generar los de otros. Hubo estudiantes a los que no les gustó, a otros les costaba recordar, tener que escribirlo o incluso revivir malas experiencias. El profesor piensa no acaba de interesarlos por este trabajo, junto al problema de recordar y de que lo pongan por escrito. Lo que se podría mejorar según los estudiantes es diverso, incluido quitarlo, y según el profesor dedicarle más tiempo o hacer una puesta en común después de revisarlos, aunque manifiesta muchas dudas sobre como mejorar la actividad.

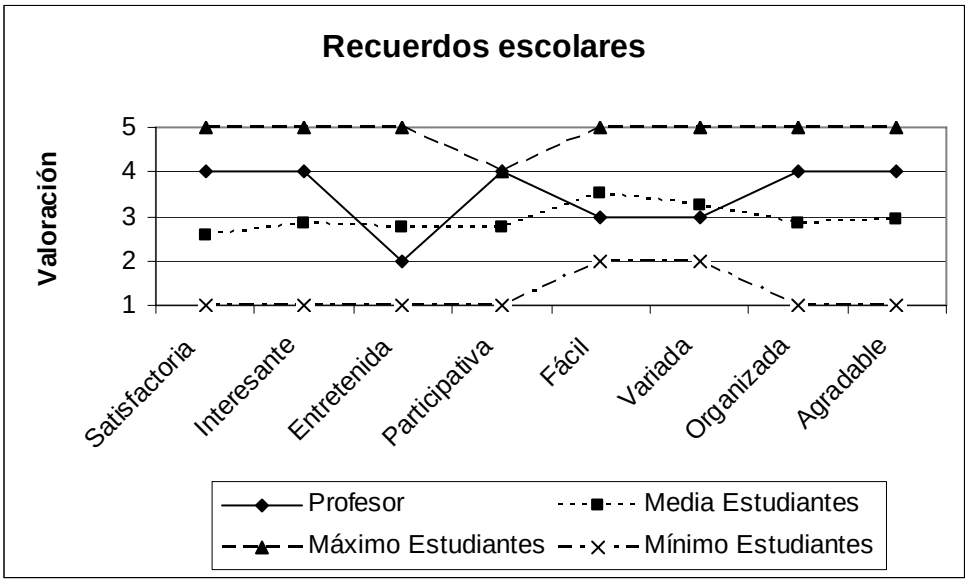


Tabla 3.- Valoración de la actividad *Recuerdos escolares*.

Revisión profesor memorias estudiantes: la pregunta de si es mejor hacer el relato autobiográfico sin esquema o con esquema sigue sin respuesta clara, pues hay quien se limita a seguir el esquema del profesor haciendo un trabajo poco interesante. Este es un ejemplo de cómo se esfuerzan en seguirlas, pero también es una vía de escape para quien no puede o no quiere esforzarse en hacer un trabajo de otro estilo. Pero también le entra la duda que si pusiera sólo la pregunta ¿Cómo recuerdas tu experiencia de estudiante? sin más instrucciones no estaríamos un poco en lo mismo.

Discusión (Tabla 3): La valoración del profesor de la actividad se mueve entre el valor relativamente bajo (2) de entretenida y los altos (4) de satisfacción, interés, participativa, organización y agradable. La media de los estudiantes se mueve ligeramente por debajo de valores medios (3) salvo para facilidad y variedad que lo supera ligeramente. El rango de valoraciones de los estudiantes es máximo salvo en facilidad y variedad. La valoración del profesor es muy superior a la media de los estudiantes en satisfacción, interés, participativa, organización y agradable, pero inferior en entretenida, facilidad y apenas en variedad.

Es la actividad relativamente peor valorada por los estudiantes.

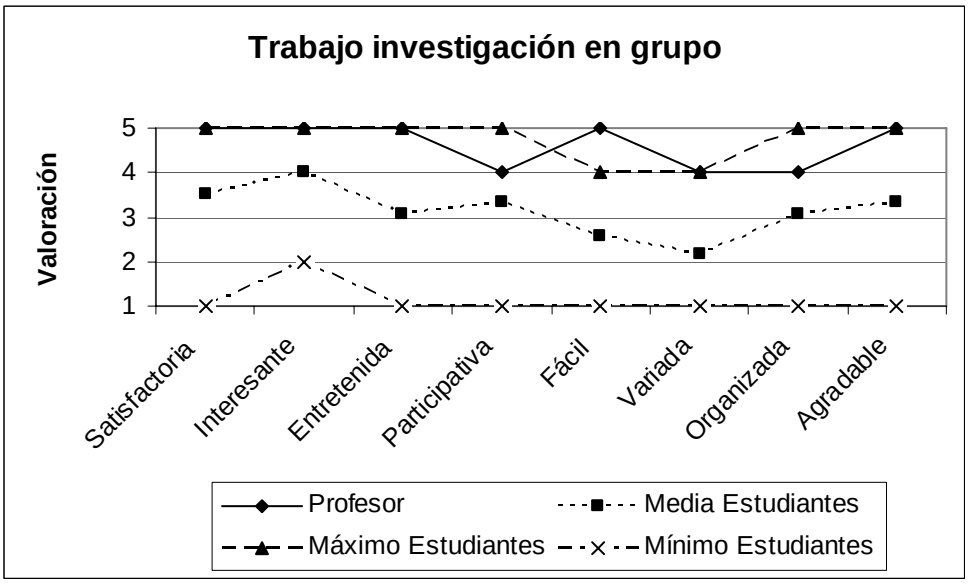


Tabla 4.-Valoración de la actividad *trabajo de investigación en grupo*.

Trabajo de investigación en grupo

Valoración actividad estudiantes y profesor: Lo que gustó más a la mayoría de los estudiantes fue hacer los trabajos en grupo porque es más ameno ya que se relacionan más con sus compañeros, todo en general, porque fue un trabajo muy interesante o porque gusta mucho compartir opiniones. Lo que gustó más al profesor fue que hubo mucha implicación, interés, que acaba enganchando a los estudiantes al trabajo, no sólo al de su grupo sino que muestran interés espontáneo por los de otros. Los estudiantes contestaron conforme no hubo nada que les gustara menos, que les parece muy interesante este tipo de trabajos, aunque uno dijo que no le gusto el trabajo que le tocó. Lo que gustó menos al profesor es que le supone un enorme trabajo, aunque gratificante. Nada se podría mejorar según muchos estudiantes, o incluso recomiendan que todos los trabajos fueran en grupo. Lo que se podría mejorar según el profesor es revisar los grupos con problemas y dar propuestas de solución, sobre todo para desarrollar el trabajo autónomo de cada grupo y cada uno de sus integrantes.

Revisión profesor memorias estudiantes: Apenas describen el proceso de realización del trabajo, y hay excesivo peso de la recogida de información

vía libros e internet. Las propuestas didácticas son poco innovadoras, caso del grupo de elaboración del vino y aguardiente que presentó a modo de unidad didáctica muy tradicional.

Discusión (Tabla 4): La valoración del profesor se mueve entre valores altos (4) de participación, variedad y organización y muy altos (5) para el resto. La media de los estudiantes se mueve entorno a valores medios, con alguno bajo (2) en variedad y alto (4) en interés. El rango de valoraciones de los estudiantes es máximo salvo en interés. La valoración del profesor es claramente superior a la media de los estudiantes en todas las escalas.

Se percibe como la actividad mejor valorada por el profesor, y que se manifiesta también como claramente superior a la media de los estudiantes.

Conclusiones y propuestas de mejora

Todas las actividades son mejor valoradas por el profesor que la media de los estudiantes. Por tanto, la reflexión debe ir en el sentido de cambiar o suprimir aquellas en que las diferencias son relativamente mayores y no simplemente hacerlo con todas tal como podría deducirse de una primera lectura de los datos.

Las actividades realizadas de manera más tradicional (Germinación y combustión), pueden tener de manera imprevista para el profesor una valoración relativamente elevada en aspectos tales como entretenimiento y participación. Esto supone que debería mantenerse en gran media su manera de realizarla aún en contra de la opinión del profesor de hacerlas más abiertas tipo indagación.

Existen actividades que reciben una valoración relativamente baja por parte de los estudiantes (Recuerdos escolares) que deberían ser modificadas profundamente o mejor quizás suprimidas, a pesar de la consideración que merecen del profesor.

Merece una profunda reflexión una actividad (Trabajo de investigación en grupo) en que supera claramente la valoración del profesor a los estudiantes. En consecuencia, y contra de la opinión del profesor, se trata de una actividad manifiestamente mejorable.

La principal conclusión apunta a la importancia del contraste de perspectivas de estudiantes y profesor en los procesos de evaluación para la mejora educativa, para contrapesar las opiniones de los diferentes participantes en los cambios que se deben introducir.

Referencias bibliográficas

Kirk, G. (1991). *El curriculum básico*. Barcelona: Paidós.

Stenhouse, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Morata.

La situación actual de la formación inicial del profesorado: Adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior y reforma de los planes de estudio

Pedro Membiela

Departamento de Didácticas Especiales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Vigo. Campus As Lagoas. 32004 Ourense. Email: membiela@uvigo.es.

Resumen: La formación inicial de los profesores está dominada por el proceso de adaptación del sistema universitario español al Espacio Europeo de Educación Superior, algo nuevo en su la larga historia. La discusión se centra sobre la situación actual, y teniendo presente que existen todavía muchos interrogantes, ya comienza a clarificarse el panorama tanto en la formación de los maestros como de los profesores de secundaria.

Palabras clave: formación inicial profesorado, EEES.

Title: The current situation of the teacher's initial training: Adaptation to the European Superior Education Space and it reforms of the syllabi.

Summary: The initial training teachers is dominated by the process of adaptation from the Spanish university system to the European Superior Education Space, something new in its the long history. The discussion is centered on the current situation, and having present that exist still many queries, already begins to be clarified the so much panorama in the formation of elementary teachers like of the secondary teachers.

Key words: initial teacher training, EEES.

Una visión crítica del EEES

El sistema europeo de créditos está ya implantado en una gran mayoría de los Estados miembros y asociados a la Unión Europea, se ha generalizado a partir de los programas de movilidad de estudiantes Sócrates-Erasmus, facilitando las equivalencias y el reconocimiento de estudios realizados en otros países.

Se dice constituye un punto de referencia básico para lograr la transparencia y armonización de sus enseñanzas, ofreciendo, asimismo, los instrumentos necesarios para comprender y comparar fácilmente los distintos sistemas educativos, facilitar el reconocimiento de las cualificaciones profesionales y la movilidad nacional e internacional, con reconocimiento completo de los estudios cursados, incrementar la colaboración entre universidades y la convergencia de las estructuras educativas y, en fin, fomentar el aprendizaje en cualquier momento de la vida y en cualquier país de la Unión Europea.

Sin embargo, también se plantean algunos interrogantes como:

¿Acaso no representa el EEES una versión de la ideología del mercado social? (Elliott, 1991). Son los servicios públicos entendidos como sistemas de producción y consumo, o la escuela como una unidad de producción eficiente y efectiva. Se habla de resultados de enseñanza como objetivos de producción, que deben especificarse y normalizarse antes del proceso educativo.

Parece que volvemos al diseño por objetivos, y todavía siguen siendo válidas muchas de las objeciones que en su momento se le plantearon (Stenhouse, 1984), como que los comportamientos de aprendizaje triviales son los más fáciles de operativizar y por ello pueden ser subvalorados los resultados auténticamente importantes, o que la especificación previa de metas explícitas impide al profesor aprovechar oportunidades educativas surgidas en el aula, o que resulta algo antidemocrático proyectar de antemano cómo ha de comportarse el alumno después de la instrucción, que los profesores rara vez especifican sus objetivos en términos de comportamientos medibles del alumno, o que la mensurabilidad implica responsabilidad: los profesores que pueden ser juzgados por su capacidad para obtener resultados en los alumnos.

¿Cuáles van a ser los criterios para acreditar la calidad? ¿Y sus consecuencias? La experiencia existente en relación con las evaluaciones de calidad realizadas en titulaciones y centros han sido poco positivas, en primer lugar porque no ha habido recursos para poner en prácticas las medidas propuestas. Parece por tanto que van a dominar los cambios en el desarrollo de la estructura organizativa o la administración de recursos frente a las mejoras en las prácticas educativas. Existe un evidente peligro de burocratización de los cambios educativos. Parece que la preocupación fundamental es por el recorte de costes más que por la calidad educativa.

¿Por qué se considera como un bien absoluto la movilidad? Habría que aclarar cuáles son los objetivos, no parece que se organice con finalidades concretas de aprendizaje como hizo por ejemplo la Junta de Ampliación de Estudios en el primer tercio del siglo XX, sino más bien parece la necesidad empresarial asegurar la oferta de titulados. Tampoco se valoran sus posibles efectos negativos en el desarraigo y despoblamiento, y también deberíamos preguntarnos como se conjuga esta idea de movilidad con la consecuente multiplicación de los desplazamientos con la de sostenibilidad.

¿Por qué se habla sólo de estudiante-tipo, cuando en la realidad va haber diversidad, empezando por el trabajo necesario para preparar y superar una materia? Cómo se conjuga con la idea de una enseñanza centrada en el estudiante.

¿Para qué un sistema de calificaciones fácilmente comparable? ¿Y el porcentaje de éxito en cada asignatura? Esto último puede tener un efecto beneficioso en las materias con elevadísimo porcentaje de suspensos que hacen de tapón en muchas titulaciones, y que para lo que diversas universidades crearon mecanismos de aprobado por compensación. También puede tener el efecto contrario conforme haya un desplazamiento de alumnado hacia las universidades donde es más fácil aprobar una titulación.

¿Por qué es necesaria la transparencia para el reconocimiento de los estudios o mejor dicho de los títulos? Parece inevitable el conflicto entre la complejidad de las mediciones del rendimiento y la necesidad de datos simplificados y descontextualizados de rendimiento como base para la elección del consumidor de servicios educativos, de ahí deriva la transparencia de los sistemas universitarios materializada en las calificaciones numéricas y su distribución en cada materia.

¿Qué papel se reserva para las competencias genéricas frente a las específicas? Parece probable que cada materia se preocupe de desarrollar las competencias específicas por razones de economía del tiempo y nadie se preocupe realmente de las muy interesantes competencias genéricas, tal como ocurrió en secundaria con las competencias transversales.

En la práctica la adaptación al EEES ha servido fundamentalmente para modificar las guías docentes de las materias de una parte de profesorado, y la acción de apoyo a nivel estatal se orienta a introducirlo de manera experimental en los primeros cursos.

La adaptación plantea muchos interrogantes no resueltos en relación con los planes de estudio, y también en relación con cambios en las prácticas educativas. ¿Va ayudar a mejorar las prácticas en líneas interesantes como la valorización de las competencias transversales, el aumento del tiempo de tutorización del trabajo de los estudiantes, o en la reducción de clases tipo explicación? o ¿Va significar fundamentalmente un aumento del trabajo burocrático de los profesores y del trabajo de los estudiantes?

La evaluación de las titulaciones de Magisterio

Desde hace años nos encontramos inmersos en un proceso de evaluación que puede servir en la mejora de nuestras titulaciones, pero dominado por una serie de supuestos previos que habitualmente no se cuestionan:

1) Los problemas de una evaluación estandarizada, que no contempla las peculiaridades de cada titulación ni de cada universidad. Incluso en cuestiones claves no se adecua a ningún caso, sino como se explica que una de sus ideas claves como es el programa formativo no pertenezca al lenguaje habitual de la última reforma de planes de estudio. Se crean problemas “ficticios”, porque siendo obvio que no puede haber una titulación “sin un programa formativo”, nos vemos en la necesidad de demostrar su existencia formal. Puede darse incluso el caso que una titulación muestre un perfil muy negativo al no contestar a las numerosas preguntas sobre el programa formativo, al asumir que éste no existe formalmente. Se señala un perfil de ingreso de los estudiantes como si fuera actualmente posible y deseable establecer una selección en la entrada de un servicio público como es la universidad o se pregunta si existen suficientes opciones para la realización de prácticas en empresas cuando en Magisterio la mayoría hace el Practicum en centros públicos.

2) La lógica burocrática conforme solo existe de lo que hay constancia, lo que está documentado, lo contrario de lo que ocurre con muchas buenas prácticas educativas. Como comentaba una profesora refiriéndose a evaluaciones ISO de secundaria, se crea una extraña sensación porque necesitas demostrar aquello que tú sabes perfectamente que estás haciendo

¿Por qué no vale el propio profesor para acreditar lo que está haciendo? Esto supone de facto una desconfianza hacia el profesor. La calidad se limita al funcionamiento burocrático de la organización de las instituciones (titulaciones, centros, departamentos, servicios,…) concretada en la necesaria existencia de informes o estudios, programas y responsables unipersonales. Lejos están los tiempos de la calidad entendida como las buenas prácticas educativas, de la importancia de la innovación y de la participación de todos en la toma de decisiones. Por ejemplo el protocolo de evaluación en relación con la tutorización de los estudiantes sólo se interesa por el programa de acción tutorial (organigrama, responsable, temporización, revisión,…), sin preguntar por el funcionamiento en la práctica de las tutorías a los directamente implicados (profesor y estudiantes).

3) Los propios comités de evaluación externa no asumen las peculiaridades de cada titulación y universidad, valorando desde los estándares del protocolo tengan o no sentido (programa formativo, perfil real de ingreso, prácticas en empresas,…) en la situación concreta que están evaluando.

Se plantean cuestiones cómo si van a significar un proceso de evaluación de las titulaciones, y sobre todo de autoevalución, para mejorarlas o un trabajo fundamentalmente burocrático de calificación en relación con unos estándares externos.

La propuesta de los decanos y el Libro Blanco sobre las titulaciones y planes de estudio de Magisterio

La adaptación al espacio europeo de educación superior está suponiendo la definición de un nuevo mapa de titulaciones en el sistema educativo español y paralelamente abordar la reforma de los planes de estudio.

A través de un proyecto de investigación financiado a través de la ANECA los representantes de un número elevado de centros con titulaciones de educación han desarrollado un largo proceso de estudio de los grados de Magisterio en Europa, los datos de oferta, demanda y matriculación de las titulaciones de Magisterio, la inserción laboral de los titulados en España como trabajos previos a la propuesta de titulaciones, y entre sus principales conclusiones se pueden destacar (Grupo Magisterio, 2004): (1) Se afirma la existencia de un modelo español de organización de las titulaciones de Maestro que se caracterizaría por titulaciones de pre-grado (diplomaturas sin acceso al tercer ciclo, excepto a través de licenciaturas) y una diversidad de grados de maestro mayor que en cualquier otro país del EEES; (2) En cuanto a los datos de oferta, demanda y matriculación las titulaciones de maestro son, en términos absolutos, las de mayor oferta, demanda y matrícula del total de 112 titulaciones de diplomaturas y licenciaturas que se imparten en el conjunto de las universidades españolas sin incluir las de sólo 2º ciclo; (3) La inserción laboral de los titulados de magisterio durante el último quinquenio constata el alto nivel de inserción en el mercado laboral, más de las dos terceras partes (68.7%) de los titulados de los últimos cinco años se encuentra actualmente ocupado, prácticamente la mitad (49.5%) trabajan como maestros o en un puesto de trabajo relacionado con la docencia, y un 19% en un puesto no relacionado. Señalar

que casi un tercio (30,8%) de los parados continúa estudiando y (4) La visión que tienen los titulados sobre la utilidad de su formación para el ejercicio profesional es satisfactoria, aunque señalan que debería ganar en funcionalidad y practicidad, aumentar la duración del practicum, y que el enfoque de las materias debería acercarse a las realidades prácticas, a aprendizajes del tipo saber hacer y orientarse al desarrollo profesional. Se ha generado el denominado Libro Blanco de las Titulaciones de Magisterio que sirve de base para las propuestas actuales de reforma del catálogo de titulaciones y de directrices generales.

Se debe esperar que este proceso no haya servido sólo para cumplir un encargo de la administración educativa centrado en la reducción del número de titulaciones, sino también para dar a conocer la importancia de las titulaciones de Magisterio en la universidad española en primer lugar en número de alumnos, y hacernos ver que la empleabilidad sin ser buena no era tan catastrófica como se suponía.

La propuesta de Directrices Generales de Magisterio

La propuesta de la comisión de la CRUE:

En Educación Infantil entre los objetivos del título en destrezas, capacidades y competencias sólo aparece uno específico denominado Conocer fundamentos de dietética e higiene infantiles, y en los contenidos formativos comunes aparecen dos materias relacionadas con sus correspondientes conocimientos, aptitudes y destrezas. Destaca que se hayan situado juntas en una materia de 10 créditos el aprendizaje de las ciencias y de la matemática y la presencia de una materia denominada Infancia, salud y alimentación con 6 créditos ECTS con un enfoque claramente inadecuado hacia la patologización (Identificar trastornos en: el sueño, la alimentación, el desarrollo psicomotor, la atención y la percepción auditiva y visual. Colaborar con los profesionales especializados para solucionar dichos trastornos. Detectar carencias afectivas, alimenticias y de bienestar, en general, que perturben el desarrollo físico y psíquico adecuado de los alumnos) frente a la deseable orientación hacia la educación para la salud.

En Educación Primaria entre los objetivos del título en destrezas, capacidades y competencias relacionadas con la enseñanza de las ciencias están: dominar las materias que se han de enseñar y las didácticas correspondientes, así como la relación interdisciplinar entre ellas, fomentar la lectura y el comentario crítico de textos de los diversos dominios científicos y culturales contenidos en el currículo escolar, valorar la responsabilidad individual y colectiva en la consecución de un futuro sostenible y asumir que el ejercicio de la función docente ha de ir perfeccionándose y adaptándose a los cambios científicos, pedagógicos y sociales a lo largo de la vida; y entre los contenidos formativos comunes aparece una materia denominada Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales con un número mínimo de 14 créditos ECTS.

Mientras en Infantil aparece el problema de incluir juntas la enseñanza de las ciencias y las matemáticas y de quien va impartir la materia Infancia, salud y alimentación; en Primaria la propuesta parece razonable.

La formación inicial del profesorado de secundaria: Del CAP al Postgrado

El Curso de Aptitud Pedagógica (CAP), incluye un primer ciclo de formación fundamentalmente teórica y un segundo ciclo de prácticas docentes, y son muchos los problemas y deficiencias que presenta, entre otros el insuficiente número de horas de duración, las expectativas y estado de ánimo del alumnado sobre la formación que va a recibir o el hecho de que no sean consideradas como horas lectivas para el profesorado universitario que las imparte. Estas y otras razones, justifican la baja valoración que ha recibido por parte de todos los participantes y el desprestigio de esta raquítica formación inicial del profesorado de secundaria. Incluso no hace mucho (Grupo Magisterio, 2004), se ha vuelto a reconocer que la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria es la menor de todo el EEES.

A pesar de que la Reforma Educativa optó por una solución claramente deficiente y muy parecida a lo que antes había (Curso de Aptitud Pedagógica), ha habido que esperar hasta 2004 a la promulgación de una normativa de implantación obligatoria del denominado Título Profesional de Especialización Docente. Posteriormente el cambio de gobierno mayoritario del PP al minoritario del PSOE ha supuesto la paralización de entrada en vigor del TED entre otras numerosas cuestiones ligadas a la LOCE, unido a que la opción mayoritaria de la conferencia de decanos era el postgrado.

Recientemente ha aparecido una propuesta de título universitario oficial de máster con un número mínimo de 60 créditos ECTS, aunque según el grado y formación de acceso y la especialidad del título podrá ser necesario que supere una formación adicional hasta un máximo de otros 60 ECTS y dará lugar al título de Profesor de Educación Secundaria.

Aparece Ciencias Experimentales y Tecnología entre las especialidades en que se estructuran estos estudios, organizadas en itinerarios pertinentes, y propuestas a partir de las materias correspondientes a los estudios de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional.

Entre los contenidos formativos comunes aparecen dos materias, una denominada *Formación disciplinar* con un número mínimo de 12 créditos ECTS y otra materia denominada *El aprendizaje y la enseñanza de las materias de la especialidad y afines* también con un número mínimo de 12 créditos ECTS.

Aún haciendo una valoración positiva de la propuesta entran dudas sobre la orientación de la formación disciplinar, que debería orientarse a completar la recibida en los correspondientes grados, y como encaja con los créditos de formación adicional también de formación disciplinar.

Innovación e investigación en la formación de los maestros

Se extiende una nueva ideología y práctica en el mundo educativo importada del ámbito empresarial de la calidad educativa entendida como mejora organizativa, materializada en un impresionante desarrollo de la burocracia. En esta nueva lógica sólo existe de lo que hay constancia por escrito y todo se resuelve con planes, informes y responsables, y en el que las aulas, centros, profesores y estudiantes son objeto fundamentalmente

de valoración más que sujeto protagonista de los cambios derivados de la innovación, puesta en práctica y evaluación que genera propuestas de mejora para iniciar un nuevo ciclo.

La innovación vive desde hace tiempo una especie de vida precaria en las titulaciones de Magisterio y la investigación educativa, y más en concreto en la enseñanza de las ciencias, ha progresado de manera considerable sobre todo en calidad y diversificación de sus temáticas, pero se ha centrado en secundaria y apenas se ha trabajado en la enseñanza elemental. Si añadimos la tradicional desconexión entre teoría y práctica, se hace necesario experiencias que combinen innovación e investigación para ayudar a los necesarios cambios en las aulas y centros.

La formación del profesorado universitario

La situación en la universidad es diferente, debido a que no se ha hecho prácticamente nada ni en la formación inicial ni en ejercicio, y empiezan a germinar las primeras iniciativas con mayor o menor profundidad en muchas universidades y que tienen en denominador común la impartición de cursos, y también de manera puntual otras iniciativas más innovadoras. Este interés de las universidades en la formación del profesorado, que merece un análisis más profundo y pormenorizado, probablemente está mediatizado por el descenso en los números de alumnos y la necesidad en focalizar en la mejora de la calidad docente cuando hasta los noventa el reto era ser capaz de asumir el aumento continuo de alumnos y la creación de nuevas universidades.

A modo de breve conclusión

El panorama actual de la formación inicial del profesorado comienza a clarificarse tanto en la formación de los maestros con los nuevos títulos de Infantil y Primaria y sus directrices generales, así como en la formación del profesorado de secundaria con el master de profesor de secundaria.

Por contra, todavía existen numerosos interrogantes sobre la incidencia de puesta en práctica de la adaptación al marco de la convergencia europea y la incipiente formación del profesorado universitario.

Referencias bibliográficas

Elliott, J. (1991). ¿Son los “indicadores de rendimiento” indicadores de la calidad educativa?. *Cuadernos de Pedagogía,* 206, 56-60.

Grupo de Magisterio (2004). *INFORME FINAL. La adecuación de las Titulaciones de Maestro al Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: ANECA.

Stenhouse, J. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum.* Madrid: Morata.

Estado de la implantación del Aula de Nuevas Tecnologías en Catalunya en el 2004-05

Roser Pintó y Marcel·la Saez

CRECIM (Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica).Universitat Autònoma de Barcelona. roser.pinto@uab.es, marcela.saez@uab.cat.

Resumen: Este artículo presenta los resultados del proyecto POSTRES (Potencialidades de los Sensores para el Trabajo Experimental en Secundaria) cuyos objetivos eran conocer hasta que punto el profesorado de ciencias experimentales de los centros públicos de Secundaria de Catalunya puede utilizar el equipamiento del *Aula de Nuevas Tecnologías* suministrado por el Departament d'Educació de la Generalitat; cuales son las mejores condiciones para utilizarlo habitualmente con sus alumnos de diferentes niveles y las dificultades que tienen que superar para llevarlo a cabo. Los datos se recogieron con una encuesta enviada a los centros que el curso 2004-05 tenían el equipamiento suministrado. Los resultados muestran un bajo nivel de uso del *Aula* por parte de los docentes. Estos no se consideran suficientemente formados en este tipo de tecnología, aunque algunos hayan recibido un curso de formación específico, y desearían tener más equipos, mayor soporte técnico y más material didáctico preparado.

Palabras clave: Trabajo Experimental, Secundaria, Aula Nuevas Tecnologías, Equipamiento Multilog, Ordenador, sensor.

Title: State of the art of computer based laboratories in Catalonian secondary schools

Abstract: This article presents the results of the project POSTRES (Potentials of sensors for labwork in secondary schools) whose aims were to wich extent science teachers of the publics Secondary schools of Catalunya can use the equipment of the *Classroom of New Technologies* provided by the Departament d'Educació of the Catalonian government; to know the best conditions to use it ordinarily with their pupils of different levels and the difficulties they have to overcome achive it. The information gathered with a survey in secondary schools provided in 2004-05 with the equipment. The results show a low level of use it. Teachers do not fell with enough training in this type of technology, though some of them have received a specific support, and they would want to have more equipments, more technical support and educational material for class sessions.

Keyword: Labwork, Secondary school, Interfaces, sensor, computer

Introducción

Esta investigación forma parte del proyecto POSTRES[1] realizado a partir de una Ayuda ARIE 2004 del DURSI[2] y del Departament d'Educació de la

[1] Potencialidades de los Sensores para el Trabajo Experimental en Secundaria

[2] Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació

Generalitat de Catalunya. Este proyecto se planteó como forma de evaluación de la situación de la implantación del equipamiento informático *Aula de Nuevas Tecnologías o Aula de Bachillerato Científico* suministrado por el gobierno catalán desde el curso 2001-02 hasta el 2004-05 a los centros públicos de secundaria. Durante el curso 2004-05 había 236 centros con este equipamiento que esta formado por 4 ordenadores, 1 microscopio binocular conectado a un ordenador, el programa MOTIC y 3 maletas Multilog (consola Multilog, programa Multilab y sensores).

La decreciente motivación del alumnado por aprender ciencias, detectada desde todas las instancias europeas según la cual gran parte del alumnado deja de optar por los estudios científicos en Secundaria y muestra un bajo interés por aprender ciencias, contrasta con el interés que suele despertarles, al menos en un primer momento, las herramientas informáticas. Esto ha llevado a concebir un trabajo en los cursos de ciencias donde este tipo de dispositivos tengan un papel relevante. De ahí, el interés de introducir el equipamiento basado en captadores de datos, interfície y ordenadores en estos cursos. Así pues, la situación actual es la de unos laboratorios de secundaria con una buena infraestructura en cuanto a equipamiento informático.

El equipamiento del Aula de Nuevas Tecnologías (Aula NT)

La mayor parte de este equipamiento consiste en tecnología MBL (Microcomputer Based Laboratory) o tecnología para realizar experimentos en tiempo real. En el trabajo experimental con esta tecnología los alumnos utilizan un sistema de captación de datos digital que mediante uno o más sensores (miden variaciones de las propiedades eléctricas que se relacionan con la propiedad física que se quieren medir) conectados a una interfície o consola (que actúa de convertidor de la señal analógica del sensor en señal digital), que a la vez está conectada a un ordenador. Éste finalmente muestra, en la mayoría de casos en forma de gráfica, los datos que recibe en forma de señal digital (figura 1).

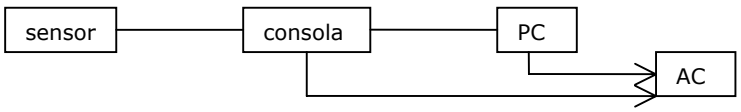


Fig. 1: Relación entre los sensores, la consola y el ordenador

Con la tecnología informática del *Aula NT* muchos de los experimentos que no se podían realizar con los instrumentos tradicionales, como el estudio de fenómenos que son muy lentos (p.e. cambios de la presión atmosférica) o muy rápidos (p.e. caída libre) ahora pueden ser estudiados fácilmente en los laboratorios de secundaria. Esta tecnología presenta ventajas cuando queremos realizar un experimento que aunque también se puede hacer con instrumentos tradicionales, con ella se observan más detalles por ser más precisos los instrumentos de medida, se puede dedicar menos tiempo a la manipulación de los instrumentos y a realizar mediciones y más al análisis, discusión de los datos y a la reflexión sobre lo que es real, ideal y virtual (Pintó, Gutiérrez, Pérez, 2001).

Se han realizado numerosos estudios sobre la eficacia del uso de la tecnología MBL para el trabajo experimental (Brasell, 1987; McDermott et al., 1987; Mokros & Tinker, 1987; Beichner, 1990; Friedler et al., 1990;

Fernández, et al., 1996; Marcum-Dietrich, 2002; McRobbie 2002, Ambrose , 2004; Russell et al., 2004; Sassi et al., 2005;) desde su desarrollo en la década de los 80 pero no es aquí el lugar de describirlos.

Estudio de las necesidades del profesorado

Para poder orientar la introducción de las herramientas informáticas en las aulas y con ello propiciar el desarrollo de las potencialidades del equipo, nos era necesario disponer de información precisa sobre la respuesta del profesorado sobre las necesidades y problemas respecto al trabajo de laboratorio y sobre las necesidades que les genera el equipamiento informático. Para poder obtener toda esta información se desarrolló el proyecto POSTRES que se planteaba responder las siguientes *cuestiones de investigación:*

1) ¿Hasta que punto el profesorado de ciencias experimentales de los centros públicos de Secundaria de Catalunya utiliza el equipamiento del *Aula de Nuevas Tecnologías?* ¿En qué condiciones lo hace?

2) ¿Qué dificultades encuentra el profesorado de los cursos de ciencias para utilizar esta tecnología para realizar su trabajo experimental? ¿Cuáles son las mejores condiciones para utilizarlo habitualmente con los alumnos de diferentes niveles?

3) ¿Cuál es el dominio del profesorado en el uso de herramientas informáticas (Multilog y otras) y como está relacionado con su uso en las prácticas de laboratorio?

4) ¿Qué grado de formación específica para el uso del equipamiento del Aula de Nuevas Tecnología tiene el profesorado de ciencias experimentales?

Metodología

En esta investigación se ha seguido una metodología cuantitativa y cualitativa. En una primera etapa de la investigación se determinó que el cuestionario era el tipo de instrumento más viable para la recolección de los datos necesarios para responder las cuestiones de investigación planteadas. Se inició la planificación teniendo en cuenta las tres consideraciones básicas de Cohen & Manion (1986) para el diseño de cuestionarios: primero se delimitó el objetivo básico del cuestionario (obtención de datos reales de utilización del equipamiento del Aula NT el curso 2004-05), a continuación se detallaron las áreas específicas que abarcan todo el contenido (características del profesorado que utiliza/no utiliza el equipamiento, condiciones en que realmente se está utilizando, etc.) y finalmente el conjunto de aspectos concretos para cada área específica (condiciones del centro en cuanto al equipamiento, formación específica del profesorado, organización del trabajo en el laboratorio, etc.).

En paralelo se delimitó la población objeto de estudio (todo el profesorado de Ciencias Experimentales (ESO y Bachillerato) de los 236 Centros públicos de Secundaria de Catalunya que en el curso 2004-05 tenían el Aula de NT) y se hizo una valoración del posible tamaño de la muestra. Es conocido que en los centros de secundaria hay más de 2 profesores de Biología-Geología (BG) y más de 2 profesores de Física-Química (FQ); sabiendo que hay 236 centros con el Aula de NT calculamos que entonces podríamos recoger datos de un

total de 944 profesores. También se hizo una valoración de los recursos disponibles y las características de la muestra para escoger la forma de envío (fax, correo electrónico u ordinario), recolección y análisis de estos. Se valoró posible grado de conocimientos en ofimática básica y manejo del correo electrónico del profesorado basándonos en los datos del informe "*Estadística de la Societat de la informació curs 2002-2003"* [3]que mostraba como el 60% del profesorado utiliza las herramientas ofimáticas habituales. Hicimos la suposición que la situación tanto en infraestructura como en formación no habían disminuido sino al contrario.

El cuestionario

Una vez establecida la muestra y decidida la información que se quería obtener con el cuestionario, se empezó la tercera etapa del diseño experimental, con la elaboración del cuestionario. Después de una prueba piloto, el cuestionario se planteó con 18 preguntas y tres grandes apartados.

- *Apartado I*: A responder únicamente por el Jefe del Departamento o seminario de FQ y BG. Con ella se pretendía obtener datos generales del Centro: relativos al número de profesores de Ciencias Experimentales (BG y FQ); al número total de ordenadores y consolas Multilog[4] en los laboratorios y a la disponibilidad de un laboratorio para el uso exclusivo del Aula de NT.

- *Apartado II*: A responder por todos los profesores de Ciencias del centro. Con ella se pretendía conocer la situación de los profesores de Ciencias respeto al trabajo experimental y al grado de dominio de diversas herramientas informáticas. Esta parte consta a la vez de dos secciones:

a. *Referente al docente y a su práctica en el aula*: Los datos que se recogen hacen referencia a las asignaturas que imparten, los niveles educativos; las condiciones de realización de las prácticas laboratorio, los factores necesarios para realizarlas; el uso del guión y su elaboración; etc.

b. *Referente a la formación informática del docente*: Los datos que se recogen se refieren tanto a los conocimientos específicos de los profesores en el uso de diversas herramientas informáticas como a la formación reglada recibida o las opiniones sobre ella

- *Apartado III*: A responder sólo por el profesorado realmente usuario del equipamiento del Aula de NT. Los ítems se referían a los tipos de prácticas de laboratorio que realizan con estos equipos, a los sensores más utilizados, a la frecuencia de uso de esta tecnología, los problemas organizativos, etc.

Una vez elaborado el cuestionario, se envió por correo electrónico a los diversos centros junto a una carta de presentación de la investigación. El profesorado podía devolverlo a nuestro centro de investigación de tres formas (correo electrónico, fax, correo ordinario).

[3] http://www.gencat.net/educacio/depart/pdf/esta_soc_infor.pdf

[4] Multilog o MultilogPro es la marca comercial de las consolas suministradas a los centros

Un total de 269 profesores de Ciencias Experimentales (123 de BG y 144 de FQ) procedentes de 68 centros respondieron al cuestionario. Así pues, el porcentaje de respuesta de los centros con Aula de NT ha sido del 29%.

Resultados y Análisis de los datos

Los datos recogidos se analizaron y se codificaron las respuestas mediante una hoja de cálculo o mediante la elaboración de una red sistémica según se tratara de preguntas cerradas o abiertas, respectivamente. Pasamos a sintetizar los resultados más generales:

Dotación e infraestructura material de ciencias experimentales

A partir de los datos analizados se puede observar un alto grado de homogenización en número de profesorado e infraestructura material en los centros de secundaria que el curso 2004-05 disponían del equipamiento del Aula de NT. En general hay entre 6-8 profesores de Ciencias Naturales por centro (3-4 de BG y 3-4 de FQ). La infraestructura con la que mayoritariamente cuentan los centros para realizar trabajo experimental es la dotación genérica del Aula de NT suministrada por el Departament d'Educació, aunque hay algunos centros que han adquirido material suplementario. Los resultados nos muestran que la mitad de los centros de la muestra han destinado un laboratorio de uso exclusivo para esta Aula.

Condiciones en las que se realiza el trabajo experimental

Según los datos obtenidos, podemos describir las condiciones de *trabajo del profesorado* en los centros de Secundaria del siguiente modo: aproximadamente el 80% del profesorado realiza prácticas en ≥50-100% de las asignaturas que imparte. Alrededor del 20% del profesorado prioriza unas asignaturas respeto otras cuando hace prácticas en la ESO. Para el profesorado de BG es más frecuente hacer prácticas en las asignaturas de la ESO que en el Bachillerato. En cambio para el de FQ, la frecuencia es similar en los dos niveles educativos. Se realizan más sesiones de prácticas en la ESO (67%) que en el Bachillerato (33%). Dentro de la ESO se hacen más sesiones en el segundo ciclo (55%), y la mayoría hace referencia a temas de BG.

Para la mayoría del profesorado de Ciencias Experimentales, el *número de prácticas* que se realizan a lo largo del curso depende en primer lugar del tema-asignatura y en segundo lugar de las características propias del grupo clase. En sus respuestas dan menor relevancia a las horas totales de clase o al equipamiento del que disponen. No hay diferencias significativas entre el profesorado de BG y FQ.

La mayoría del profesorado utiliza *guiones de prácticas* en las sesiones de laboratorio. La mitad de las veces son sus autores mientras que la otra mitad de las veces modifica parcialmente guiones ya existentes.

Durante el curso 2004-05, la mitad del profesorado de FQ de la muestra dice que ha podido *usar el equipamiento Multilog para hacer prácticas* mientras que solo un tercio del profesorado de BG se manifiesta en el mismo sentido. Los dos principales argumentos para *no utilizar el equipamiento Multilog* son el no considerarse suficientemente formado en esta tecnología o bien el que su alumnado necesita primero aprender otras

cosas. En tercer lugar, justifican el no utilizar el equipamiento Multilog, por la falta de tiempo disponible dentro de su programación de clase. En definitiva, la falta de uso del equipamiento del Aula de NT lo justifican básicamente los profesores por la falta de seguridad, especialmente ante algunos grupos clase.

Valor que se asigna a las aplicaciones en relación al aprendizaje

La utilización de nuevos materiales/instrumentos para el trabajo experimental requiere esfuerzos de preparación que deberían compensarse con unos mejores resultados de los alumnos. Nos preguntábamos si el profesorado lo veía de este modo. Ahora podemos decir que el profesorado valora de distinto modo el aprovechamiento del alumnado respecto del esfuerzo en la preparación de una sesión de prácticas cuando se trata de ejercicios prácticos mediante simulaciones de prácticas convencionales o de prácticas con Multilog. La calificación más frecuente para las simulaciones es de 6, la de una práctica convencional es de 7 y la de una práctica con Multilog es de 8.

Se observa pues que, a ojos del profesorado, la preparación de una práctica para utilización del Multilog resulta más rentable que prepararla de otro modo. Si bien el profesorado percibe como muy positivo el trabajo práctico con Multilog, *problemas de organización del laboratorio* cuando no es posible hacer un grupo más pequeño de alumnos resultan ser aspectos importantes que frenan su puesta en marcha.

Al intentar conocer qué aspectos resultan más interesantes para los alumnos, nos damos cuenta que el profesorado de FQ detecta que al alumnado le cuesta interesarse por el análisis e interpretación de las gráficas que aparecen en pantalla del ordenador, a pesar de sentirse muy satisfecho con la manipulación de dispositivos o la recogida de datos.

Relación de la formación informática recibida con el uso del Multilog

Podemos preguntarnos qué relación guarda el hecho de utilizar con mayor o menor frecuencia el Multilog y la formación que cada profesor ha recibido. Más del 40% de los profesores de FQ de la muestra había recibido entre *20-≥30 horas de formación específica* mientras que solo cerca de un 20% del profesorado de BG lo había hecho. Esta diferencia de formación para este equipamiento, puede ayudarnos a interpretar el mayor uso del profesorado de FQ de este equipamiento respeto del de BG.

Pero, el hecho de haber tenido esta formación no garantiza el usar el equipamiento. Un 55% de ellos realizan experiencias con Multilog en sus clases mientras que un 45% no lo hacen. Inversamente, de los profesores de la muestra que no han tenido, al menos, 20 horas de formación específica, un 23% han conseguido realizar prácticas utilizando estas tecnologías. Un 77%, como era de esperar, no las utiliza en sus prácticas de laboratorio.

A pesar de ello, más de la mitad del profesorado (61%) que ha recibido el Curso de formación en equipamiento Multilog (30 horas) se considera suficientemente formado para empezar a utilizar este material en el laboratorio, y a sólo un 39% le resulta insuficiente. Algunas veces este profesorado *ayuda a formarse otros compañeros del centro*. A pesar de ello

son pocos los profesores que sienten que los han ayudado sus compañeros. No se detectan diferencias apreciables entre los de FQ y BG.

El profesorado que ha recibido el curso pero no se considera suficientemente formado para poder empezar a usar el equipamiento aduce razones externas a sí mismo para justificar su falta de implicación: curso de formación demasiado condensado, poca formación para la asignatura de BG, poca formación para resolver problemas técnicos del hardware, curso organizado fuera del horario lectivo y del propio centro, etc.

Un 70% de los profesores que son Usuarios del Multilog creen que han recibido suficiente formación para empezar a usar el equipo en sus sesiones de prácticas. En cambio, solo un 35% de los No Usuarios se considera bien formado.

Grado de conocimiento de otras herramientas informáticas

Podemos también comparar la implantación de estas tecnologías con el grado de conocimiento de otras herramientas o aplicaciones informáticas. Mayoritariamente, el profesorado manifiesta tener un grado de conocimientos en ofimática[5] entre básico y avanzado de los programas de procesamiento de textos y las hojas de cálculo, y un nivel escaso-básico respeto los conocimientos sobre bases de datos y diseño de presentaciones.

Se observa también que casi todos los profesores saben navegar por la red (www) y son usuarios habituales del correo electrónico pero en cambio, tienen escasos conocimientos sobre el diseño de páginas web. El profesorado en general expresa tener pocos conocimientos sobre el software libre Linux y la gestión de intranets. También manifiesta un escaso grado de conocimientos y utilización de aplicaciones de simulación en general (applets), especialmente el profesorado de BG. En cambio, casi la mitad de los profesores de FQ conocen el programa Interactive Physics[6] y saben operar con él. Prácticamente ningún profesor tiene conocimientos de animación y diseño con Flash. Poquísimos tienen conocimientos de otros programas (Photoshop, Dreamweaver,...). Los que los tienen manifiestan que tener un nivel avanzado en ellos. Se observa entre el profesorado un escaso grado de conocimientos respecto a la manipulación del hardware informático en general. En cambio casi la mitad del profesorado expresa tener unos conocimientos básicos del uso y manipulación del cañón de proyección. En definitiva, las aplicaciones que son poco indispensables para la preparación de material para las clases son poco conocidos para la mayoría de los encuestados aunque existe un pequeño número de expertos en algunas de ellas.

Comparando el grupo *Usuarios del multilog* con los *No Usuarios del Multilog* se observa que no hay diferencias significativas en el grado de conocimientos en aplicaciones informáticas diferentes al Multilog entre un grupo y otro de profesores.

[5] conocimiento básico:se usar las funciones más senzillas del programa
conocimiento avanzado:se usar gran parte de las funciones que tiene el programa
conocimiento experto:se usar prácticamente todas las funciones que ofrece el programa y soy capaz de enseñar su funcionamiento

[6] programa de simulación que el Departament d'Educació ha suministrado a los Centros)

Conclusiones

La principal conclusión de esta investigación es que la utilización del equipamiento del Aula de Nuevas Tecnologías (o Aula de Bachillerato) por parte del profesorado de Secundaria ha sido baja. Solo el 50 % de los profesores de FQ y el 30% de los de BG la ha podido utilizar regularmente en el curso 2004-05.

Con frecuencia, los docentes aducen que no se consideran suficientemente formados en este tipo de tecnología. Los que han recibido más horas de formación, es más probable que lo utilicen. La formación entre iguales ha resultado muy escasa y, por tanto, la previsión inicial de que basta con la formación de un solo profesor de cada seminario para extender el uso en los centros no se ha corroborado.

La homogeneidad en cuanto a la dotación docente de los laboratorios de Ciencias Experimentales y en la infraestructura material en los centros permite descartar estos factores como causantes del mayor o menor grado en el uso del equipamiento. Tampoco parece influir el disponer del Aula permanentemente instalada.

En general, las diferencias en el conocimiento de otras aplicaciones informáticas (ofimática, Internet, software libre, gestión de redes,....) parecen ser también muy pequeñas. Ello permite también descartar tal conocimiento como factor determinante para el mayor o menor uso del Aula. Tampoco se han observado diferencias en cuanto al nivel educativo (ESO, Bachillerato) o materia (Física, Química, Biología, Geología) para la utilización del Multilog, aunque se ha utilizado más frecuentemente para la asignatura de Física/Química.

La valoración que hace el profesorado sobre el uso del Multilog en sus prácticas es positiva, tanto en lo referente al aprovechamiento del alumnado respecto al esfuerzo que le supone preparar y realizar la práctica con esta tecnología, como en relación a la superación de los problemas que surgen en su utilización. Si pudieran tener un grupo de alumnos más pequeño para realizar las prácticas, consideran que disminuirían los problemas de organización en el laboratorio.

Las propuestas del profesorado para un mejor y más amplio uso de las Aulas de Nuevas Tecnologías van en el sentido de aumentar la cantidad de equipamiento suministrado, la de disponer de un acceso rápido a un soporte técnico y la de tener acceso a guiones bien adaptados a los programas reales de los diferentes niveles de la ESO y Bachillerato.

Bibliografía

Ambrose, B.S (2004). Investigating student understanding in intermediate mechanics: Identifying the need for a tutorial approach to instruction. American Journal of Physics, Vol 72 (4), pp.453-459.

Beichner, R.J (1990) The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematic lab. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.

Brasell, H (1987).The effects of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. Journal of Research in Science Teaching, Vol.24 (4), pp 385-395.

Cohen, L., & Manion, L. (1986). Research methods in education. London: Croom Helm.

Fernández, C., Oro, J., Pintó, R. (1996) Profile Evolution in the interpretation of Kinematics graphs using MBL technology. Proceedings of Girep Intenational Conference (Ljubljana).

Friedler, Y., Nachmias, R., Linn, M.C (1990). Learning scientific reasoning skills in Microcomputer Based Laboratories. Journal of Research in Science Teaching, Vol 27 (2), pp 173-191.

Marcum-Dietrich, N (2002) An Action Research Study: Investigating the Effective Use of Computer Probe-Ware in High School Biology. The NARST Annual Meeting, Philadelphia.

McRobbie, C (2002) Investigating Students' Learning about Gases & Kinetic Theory Using Microcomputer-Based Labs (MBL). NARST Annual Meeting, Philadelphia.

Mokros, J.R, Tinker, R.F (1987) The impact of MicroComputer Based Labs on children's ability to interpret graphs. Journal of Research in Science Teaching, Vol 24 (4), pp.369-383.

Russell, D.W., Lucas, K.B., McRobbie, C.J (2004) Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the construction of New Understanding in Thermal Physics. Journal of Research in Science Teaching, Vol 41 (2), pp.165-185.

Pintó, R., Pérez, O., Gutiérrez, R, (1999) National Report on WP1: Spain. Implementing MBL (Microcomputer Based Laboratory) technology for the laboratory work in compulsory Secondary school Science classes).

Agradecimientos: Queremos agradecer al profesor Julián Oro por su inestimable ayuda y orientaciones en la elaboración del cuestionario utilizado en esta investigación.

El REVIR, Una Aproximación Secundaria-Universidad

Roser Pintó, Digna Couso, Pilar García, Susana Hospital, Julián Oro, Marcel·la Saez, Montserrat Tortosa

CRECIM (Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica).
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

roser.pinto@uab.es, digna.couso@uab.es, pilar.garcia@uab.es, susana.hospital@uab.es, juoro@xtec.net, marcela.saez@uab.cat, montserrat.tortosa@uab.es

Resumen: Este artículo presenta el Proyecto REVIR[1](Realidad-Virtualidad) que desde el curso 2003-04 se ha desarrollado e implantado por el CRECIM[2] en la UAB. El REVIR se propone unificar los esfuerzos de investigadores, profesorado universitario y de enseñanza secundaria obligatoria y post-obligatoria en una misma dirección: contribuir a optimizar la formación científico-matemática del alumnado de secundaria incorporando el uso de nuevas tecnologías en su formación, a la vez que se consigue la aproximación de este alumnado a la Universidad. Algunos resultados de las investigaciones realizadas en este proyecto nos han permitido detectar, por ejemplo, que el estar sumergido durante largo rato en el entorno virtual lleva consigo el arrastrar algunas de sus peculiaridades al entorno real. Y viceversa, algunos obstáculos en el uso de las nuevas tecnologías proceden del apego a las condiciones de trabajo en el mundo real. Interesa, pues, analizar en profundidad el impacto y las consecuencias de situarse al unísono en los dos entornos real y virtual. De ahí el nombre de REVIR.

Palabras clave: Trabajo Experimental, Secundaria, TICs.

Title: The REVIR, bridging the gap Secondary School and University

Abstract: This article presents the Project REVIR[1] (Reality - Virtuality) that has been developed and implemented by the CRECIM[2] in the UAB since 2003-04. One of the main objectives of this project is to unify the efforts of researchers, university and secondary compulsory and post-compulsory teachers into the same direction: to contribute to the improvement of the scientific-mathematical education of secondary school students by using ICT and, at time, bridging the gap between them and the university. Some results of our research in REVIR sessions allowed us to detect, for among others, that working for a long time with ICT (virtual environment) could affect the making on the peculiarities to the real environment. And vice versa, some obstacles in the use of the new technologies come from the natural "attachment" to the conditions of work in the real world. In this sense, we are interested. We're interested in analyzing in depth the impact and consequences of working at the same time in both (real and virtual) environments, as REVIR stands for.

Keyword: Labwork, Secondary school, MBL, Real-time experimentation

[1] Página web proyecto REVIR http://antalya.uab.es/crecim/revir
[2] Página web CRECIM, http://antalya.uab.es/crecim

El proyecto REVIR

El proyecto REVIR (realidad-virtualidad) consiste en la realización de talleres prácticos de ciencias utilizando nuevas tecnologías, en laboratorios informatizados de la UAB (Universitat Autònoma de Barcelona), por parte de estudiantes de secundaria. Este proyecto nació el curso 2003-04 como parte de las actividades del CRECIM (Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica).

Los objetivos que se persiguen con este proyecto son:

a) Facilitar a los estudiantes jóvenes la familiarización con herramientas informáticas para el aprendizaje de las ciencias.

b) Mejorar su proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias.

c) Dar soporte a los centros de secundaria con pocos recursos informáticos o dificultades organizativas.

d) Modificar la percepción de la Universidad por parte de los alumnos y de sus familias, trabajando la cercanía.

e) Facilitar a los investigadores del CRECIM de elementos de observación para la investigación en el campo de la didáctica de las ciencias.

Familiarización del alumnado con las herramientas informáticas

Después de la sesión de prácticas, los alumnos consiguen familiarizarse con este tipo de material y volver a sus centros de secundaria con una base suficiente para realizar nuevos trabajos en sus centros. Los profesores a la vez tienen un modelo de trabajo de laboratorio en el que se muestra como integrar diferentes TICs en el currículo escolar del día a día.

Mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias

Desde la literatura de investigación en Didáctica de las Ciencias, disponemos ya de bastante información sobre los puntos débiles de los alumnos en su aprendizaje de algunos de los contenidos de ciencias, pero no suficiente sobre los problemas que la simple utilización de las TIC puede acarrear. Cada vez más centros de secundaria disponen de herramientas informáticas específicas (sensores-interfícies acoplados a ordenadores, software de simulaciones, etc.) idóneas para el trabajo de laboratorio en ciencias pero su utilización es escasa y no resulta sencillo para el profesor integrarlas, especialmente en condiciones óptimas (como muestra el reciente estudio POSTRES, 2005[3]).

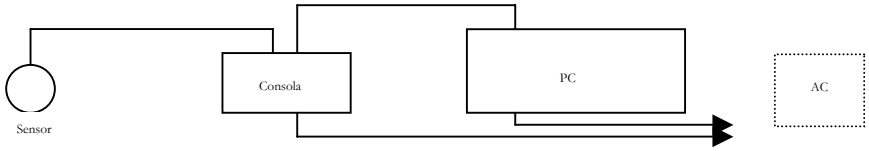
Numerosos estudios desde el desarrollo del sistema MBL[4] (Microcomputer Based Laboratory) en la década de los 80 han demostrado su eficacia como instrumento para trabajar en el laboratorio diversas habilidades cognitivas. Son también muchos los investigadores que han manifestado que el uso del

[3] Potencialitats de les Sensors pel Treball Experimental a Secundària (POSTRES). Los resultados podrán ser consultados en breve en la página web del CRECIM.

[4] Microcomputer Based Laboratory. La tecnología que llamamos MBL o tecnología para realizar experimentos en tiempo real, consiste en la utilización de un sistema de captación de datos que consta uno o más sensores (midiendo variaciones de las propiedades eléctricas que se relacionan con la propiedad física que se quieren medir) conectados a una interficie (que actúa de convertidor de la señal analógica del sensor en señal digital) que a la vez está conectada a un ordenador. Este finalmente muestra los datos que recibe en forma de señal digital (ver figura)

MBL para el trabajo experimental en clase presenta ventajas con respecto a las prácticas convencionales, debido a la: rapidez en la captación de los datos, feedback inmediato (Beichner, 1990, Sassi, 2001); simultaneidad en la obtención de la gráfica mientras el fenómeno físico se produce (Mokros & Tinker, 1987).

Esta tecnología se ha evidenciado también útil para mejorar las habilidades



en interpretación de gráficas o en capacidad de razonar (Friedler et al, 1990), etc. Sin embargo los estudios recientes muestran que el equipamiento MBL de nuestros centros es insuficiente para un trabajo individual real.

Con esta tecnología informática muchos de los experimentos que no se podían realizar con los instrumentos tradicionales, como el estudio de fenómenos que son muy lentos (por ejemplo, cambios de la presión atmosférica) o muy rápidos (por ejemplo, caída libre) ahora pueden ser estudiados en los laboratorios de secundaria. Esta tecnología presenta ventajas cuando queremos realizar un experimento que también se puede hacer con instrumentos tradicionales: se observan más detalles por ser más precisos los instrumentos de medida, se puede dedicar menos tiempo a la manipulación de los instrumentos y a realizar mediciones y más al análisis, discusión de los datos y a la reflexión sobre lo que es real, ideal y virtual (Pintó, Gutiérrez, Pérez, 1999). La utilización de esta tecnología abre las puertas a un trabajo experimental de mejor calidad: mayor precisión y mejores oportunidades para dedicar tiempo a la discusión de resultados, favoreciendo el aprendizaje del alumnado.

Soporte a los centros y a sus profesores de Ciencias

El contexto del REVIR también ayuda a los profesores de secundaria que necesitan soporte para incorporar en su práctica educativa nuevos recursos tecnológicos de manera adecuada y fructífera. Los profesores de Secundaria han de hacer frente a múltiples demandas y necesitan especial soporte para transformar su práctica educativa con los nuevos recursos tecnológicos. El proyecto europeo, que diversos miembros del CRECIM llevaron a cabo recientemente en colaboración con prestigiosas universidades europeas, STTIS [5] (Science Teacher Training in an Information Society, 1999), evidenció de manera clara estas necesidades.

Mejor percepción de la Universidad por parte de alumnos

El REVIR es una "buena práctica" para establecer puentes entre Universidad y Escuela. La necesidad de contar con una importante preparación científica y técnica por parte de los ciudadanos de la Unión Europea es sentida por sectores muy amplios de la población. Los estudios que se han llevado a cabo a nivel europeo (PISA; TIMMS) sobre los resultados en cuanto al aprendizaje de las Ciencias no sitúan los niveles de conocimientos y habilidades científicos de nuestros estudiantes en buen

[5] STTIS (Science teachers training in an information society), 1999. European Commission DG-Research

lugar. Diversas iniciativas y estrategias destinadas a promover un incremento del número de estudiantes europeos que opten por estudios científicos y técnicos se están diseñando por doquier. Dentro de ellas y en estos momentos, desde la Comisión Europea en la DG EAC está el grupo Relationship University-School dentro del Working Group Mathematics Science and Technology MST. Es consecuencia de los acuerdos de Lisboa 2000 (Objetivo 1.4 del Programa aprobado por el Consejo de la UE). El proyecto REVIR se desarrolló para trabajar en esta línea y poder mejorar la alfabetización científica de nuestros alumnos/ciudadanos.

El REVIR: iniciativa para investigar en didáctica de las ciencias

El REVIR y la recolección de datos por parte de investigadores

En este marco adecuado para llevar a cabo sus investigaciones, durante las sesiones de prácticas los investigadores y monitores del CRECIM realizan una observación participante tomando datos del trabajo de los alumnos (actuaciones, expresiones, reacciones de los alumnos ante nuevas estrategias de enseñanza, nuevos recursos, nuevos planteamientos). Ello les permite analizar los procesos que se llevan a cabo, evaluar las estrategias seguidas, los materiales o los entornos virtuales diseñados y, en consecuencia, valorar los resultados obtenidos.

El REVIR y la reelaboración de los materiales

El diseño final de los materiales y estrategias didácticas utilizadas en las sesiones depende de la respuesta del alumnado. Los guiones de trabajo siguen el esquema:

1) Planteamiento del trabajo como un problema a resolver. El problema se presenta en un contexto real.
2) Comunicación de los objetivos a conseguir
3) Etapas a seguir para la consecución de los objetivos
4) De la situación real a la experimental: Análisis del sistema real y del sistema análogo que sirve de modelo de la situación real y, en el cual el mismo fenómeno sucede a escala de laboratorio
5) Familiarización con el sistema que es objeto de estudio en el laboratorio y en el cual se manifiesta el fenómeno.
6) Predicción de cómo evoluciona o se comportará el sistema. Trazado de las gráficas previstas.
7) Configuración del equipamiento informático.
8) Recogida de datos y obtención de las gráficas correspondientes
9) Análisis datos e interpretación gráficas y conclusiones.
10) Comparación de las gráficas previstas con las obtenidas.
11) Trabajo con las gráficas: modificación de la amplitud de los ejes, recorte de partes de la gráfica
12) Ejercicio de identificación y control de variables, proponiendo modificaciones del sistema, decididas a nivel del grupo de alumnos (para alumnos de ESO)
13) Ajuste de gráfica correspondiente a función matemática (para alumnos de Bachillerato), identificación de los términos de la función y su traducción a las variables físicas del sistema en el caso de prácticas de Física.
14) Comparación de los valores obtenidos experimentalmente con los esperados o previstos desde el marco teórico correspondiente.
15) De la situación experimental a la situación real: traslado de las conclusiones obtenidas en el sistema experimental al sistema real y con ello, pasando a obtener la solución del problema inicialmente planteado.
16) Generalización a otras situaciones mediante ejercicios de aplicación y consolidación

Estos pasos pueden presentarse de distintas maneras, más o menos visuales o texto, con intenciones más o menos explicitas, etc. Las sucesivas ediciones del mismo trabajo permiten la reelaboración de los materiales y por tanto seguir su proceso de optimización.

La evaluación de las sesiones del REVIR

Al final de las sesiones los alumnos rellenan un cuestionario de evaluación de la sesión. En ella valoramos aspectos tanto conceptuales (por ejemplo: equilibrio químico), de procedimientos (por ejemplo: las dificultades que han encontrado en el trazado de un gráfico en la configuración del equipo), como actitudinales (por ejemplo: si les ha interesado la sesión) El análisis de las respuestas del cuestionario nos ha mostrado, a lo largo de los cursos, los efectos positivos del REVIR para el aprendizaje de algunos conceptos y a la adquisición de ciertas habilidades procedimentales (Saez, Pintó y García 2005[6]).
A partir de los resultados de las observaciones de las sesiones, el análisis de los guiones y cuestionarios rellenados por los alumnos se modifican el enfoque de cada sección de los guiones para conseguir una mejor adecuación de la actividad al proceso de aprendizaje de los alumnos y conseguir un aprendizaje significativo del fenómeno ha estudiar. Veamos algunos ejemplos:

El REVIR y la detección de dificultades de interrelación conceptual

El pasado curso se inició una investigación sobre las sesiones de EV2 (ver tabla1). A partir de la observación en el laboratorio sospechamos que los alumnos no habían observado ni se habían interrogado sobre la forma asimétrica de la gráfica correspondiente al movimiento de un carrito, que constituye una parte importante del trabajo práctico realizado. Por ello incluimos en el cuestionario final la siguiente pregunta: *"Como has visto la gráfica posición-tiempo del carrito no es simétrica. Qué explicación puedes dar*?[7]" A partir del análisis de las respuestas pudimos comprobar como los alumnos, que habían estado 4 horas en una práctica basada en cinemática recogiendo datos del movimiento de un carrito, representándolos gráficamente y haciendo un tratamiento matemático, en general, no eran capaces de utilizar simultánea y coherentemente los conceptos correspondientes a distintos dominios o paradigmas (cinemático, dinámico, matemático, gráfico). Con ello se puso de manifiesto que no se establece fácilmente la interrelación entre la evolución de un sistema real, los conceptos físicos (cinemática) y gráficas que describen tal evolución, elementos matemáticos para la descripción y los conceptos físicos que lo explican (dinámica), La convicción de que tal interrelación es necesaria para la auténtica comprensión del fenómeno físico nos llevó a la modificación de los guiones en algunos aspectos de dinámica.

El REVIR fuente permanente de obtención de información

En las sesiones realizadas hasta ahora entorno al equilibrio químico, los objetivos de los investigadores/monitores se han centrado en las dificultades de los alumnos en la comprensión del concepto de desplazamiento del equilibrio, en el manejo de los programas informáticos, (como por ejemplo su configuración), en su actitud durante el trabajo con los equipamientos. Actualmente se están analizando las observaciones de aula, las respuestas al cuestionario y las anotaciones a los guiones de

[6] Saez, M., Pintó, R.; Garcia, P (2005)
[7] Potencialitats de les Sensors pel Treball Experimental a Secundària (POSTRES). Los resultados podrán ser consultados en breve en la página web del CRECIM.

prácticas que rellenaron Podemos ya adelantar que el aprendizaje de la configuración del programa es inmediato para los alumnos y que su percepción del trabajo realizado es muy positiva. Más detalles podrán ofrecerse en un futuro próximo.

Organización del REVIR

En las dependencias de la UAB, las sesiones del REVIR se ofrecen a alumnos de los Centros públicos y privados de Enseñanza Secundaria obligatoria y post-Obligatoria de Catalunya. Son sesiones prácticas de 4 horas de duración, utilizando las siguientes herramientas informáticas (sistemas digitales de captación de datos: MBL, tecnología VBL[8] y diversos software de simulación y applets para el aprendizaje de contenidos de Física y de Química para los niveles de 4º de ESO y 1º y 2º de Bachillerato. Uno de los planes de futuro es ampliar la oferta de prácticas para los contenidos de las materias de Biología y Geología, así como también para enseñanza primaria.

Un profesor especializado y monitores-investigadores del CRECIM guían las sesiones. Los alumnos trabajan en grupos de 3-4 y completan individualmente un dossier de prácticas orientado y revisado didácticamente (desde una perspectiva "student-centered" en lugar de "content-centered" y con un enfoque CTS). Desde el CRECIM, se diseñan estos materiales que tratan temas del currículum oficial de la ESO y el Bachillerato de forma totalmente contextualizada. En la tabla siguiente se muestran las sesiones que se ofrecen.

Sesión inicial: Actividad introductoria- A0 [Nivel: 4º ESO] 1. Manejo equipamiento Multilog para analizar el movimiento del alumno delante de un sensor de posición. Este se representara con una gráfica posición-tiempo mediante un programa específico. 2. Recolección del sonidos producido por la voz del alumno y por una flauta dulce. Se usa un micrófono y un editor de sonido para el análisis. 3. Manejo del programa de simulación Interactive Physics.
Educación vial : Educación vial 1- EV1[Nivel: 1r i 2n de Bachillerato] *1.Estudio cinemático de un choque del automóvil.* Utilizando un vídeo digital de una prueba de choque de un automóvil, y con un programa apropiado, se estudia el movimiento del coche, del conductor y del pasajero a través de las gráficas posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo. Se valoraran, a partir de las desaceleraciones del conductor y pasajero, los daños producidos en los "dummies" (muñecos que van dentro del coche). La vital importancia de llevar el cinturón de seguridad en todos los asientos del vehiculo quedará reflejada. *2. Simulación de los efectos de un choque.* Se estudia el mismo fenómeno pero utilizando una simulación del programa Interactive Physics.
Educación vial: Educación vial 2 1. *De que depende que la distancia mínima de seguridad entre dos vehículos sea más o menos grande? [*Nivel: 4º ESO] y *Qué relación hay entre la distancia de frenada de un vehiculo y la velocidad a la que circula?* [Nivel: 1º y 2º Bachillerato] A través de un montaje con un carril, un carrito y un porta pesas que actúa de freno y pasa por una polea. Se evalúan distancias de frenada en función de la velocidad del carrito y se generaliza el fenómeno a una situación más real en la carretera. Para la recolección de los datos y el análisis del fenómeno se utiliza un sensor de distancia del equipamiento Multilog y el programa Multilab. *2. Cuanto tiempo y que distancia necesita un conductor para detener su vehiculo?* Se simulan y analizan situaciones reales de frenada de dos coches que van uno detrás del otro.
Energía: EN [Nivel: 4t ESO] *1. Cambia la temperatura de un objeto cuando se evapora el líquido que lo moja?* Se trata de mojar un sensor de temperatura en tres líquidos de diferente volatilidad (acetona, etanol y agua) y interpretar los diferentes descensos de temperatura que se producen. Se plantea también juego-diseño experimental para bajar la temperatura del termómetro hasta un determinado valor *2. Cambia la temperatura de un objeto cuando lo golpeamos?*

[8] Video Based Laboratory

Cuando un objeto, como por ejemplo un martillo golpea una superficie fija y se para, donde ha ido a parar su energía cinética? Mediante un sensor termopar, se estudia de forma cualitativa la variación de la temperatura de una pieza de cobre cuando se golpea con un martillo. *3. Cambia la temperatura de un objeto cuando lo fregamos con papel de vidrio?* Se trata de experimentar fregando una superficie de cobre con papeles de vidrio de diferentes grosores, captar los datos de variación de temperatura con un termopar y interpretar los resultados.
Educación acústica i musical: EA1 [Nivel: 4º ESO] *1. Medir el sonido y análisis de algunos materiales aislantes* Se analiza el sonido producido por la voz humana y algún instrumento musical como ara una flauta, así como diversos sonidos, utilizando un editor de sonido. El alumnado tiene que diseñar una experiencia para estudiar algunos de los factores de los cuales depende la atenuación del sonido. Para realizar la experiencia, se utilizará un sonómetro conectado a la consola Multilog i el micrófono del ordenador con el editor de sonido Audacity. **Educación acústica i musical: EA2-**[Nivel: 2º Bachillerato] *2. Análisis de la voz humana y de sonidos musicales* Se analizaran sonidos simples y con ellos se producirán ondas más complejas. También se analizaran ondas complejas producidas por instrumentos musicales, relacionando su sonido con el tamaño de
Química: EQ1[Nivel: 4º ESO] *1. Los cambios químicos se producen a la misma velocidad?* Sesión dedicada a la observación y análisis de los procesos químicos que se producen a diferentes velocidades. Se captan los datos en tiempo real de la evolución, bajo diferentes condiciones, de la formación de productos. Los alumnos experimentan los cambios de la velocidad de reacción en producirse variaciones de presión, variaciones en la concentración de reactivos, en la temperatura, en el grado de división de las sustancias que reaccionan o con la presencia/ausencia de catalizadores.
Química: EQ2[Nivel: 2º Bachillerato] *1. Salud y reacciones de equilibrio.* En está sesión se trabajan los conceptos de acidez y basicidad, el equilibrio ácido-base y las disoluciones reguladoras. El trabajo está contextualizado en las reacciones ácido-base que tienen lugar en los seres vivos, concretamente en el plasma sanguíneo. Después de introducir el tema, se plantea el problema: *¿Cómo puede explicarse desde la química que el pH sanguíneo se mantenga prácticamente invariable i constantemente hay interacción entre los medios interno y externo?*. A lo largo de la sesión los estudiantes experimentan para dar respuesta al problema planteado.

Tabla 1. Sesiones del REVIR ofrecidas el curso 2005-2006

En el proyecto REVIR hay implicadas diversas instancias/instituciones. La Facultad de Ciencias de la Educación de la UAB cede uno de sus laboratorios una o dos mañanas a la semana (según el nivel de ocupación en cada semestre) para la realización de las sesiones del REVIR. El proyecto se pudo iniciar a partir de una "Ayuda para infraestructuras" del MEC (Ministerio de Educación y Ciencia) y de diversas ayudas del DURSI (Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació) para la adquisición y ampliación del material informático.

El Área de Promoción y Comunicación de la UAB otorga una subvención para el transporte de los alumnos. Ello no cubre la totalidad de los gastos pero la asistencia a les sesiones REVIR resulta menos costosa. El CRECIM como centro impulsor y gestor de la iniciativa, pone los recursos humanos (profesorado y jóvenes becarios investigadores como monitores de las sesiones) y es el responsable de la renovación y actualización del equipamiento.

Conclusiones

El REVIR es una iniciativa adecuada para la transferencia del conocimiento didáctico y la obtención de nuevas cuestiones de investigación a la par que resulta fructífera para alumnos, profesores de secundaria e investigadores. En próximas ediciones, estamos planteando introducir nuevas prácticas en distintas asignaturas de ESO y Bachillerato. También se plantea ampliar la oferta formativa dentro de la formación de futuros

maestros de primaria, experiencia que ya se ha pilotado en el curso 2005-06 con 90 alumnos de la facultad de Educación de la UAB.

Las líneas de investigación futuras incluirán, además de la profundización en los aspectos de realidad-virtualidad mencionados para temáticas concretas y diversos niveles, el seguimiento y análisis de nuevos guiones y aspectos del desarrollo de profesores y maestros involucrados.

Referencias bibliográficas

Beichner, R.J (1990) *The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematic lab*. Atlanta. Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.

Friedler, Y., Nachmias, R., Linn, M.C (1990) Learning scientific reasoning skills in Microcomputer Based Laboratories. Journal of Research in Science Teaching, 27 (2), 173-191.

Mokros, J.R, Tinker, R.F (1987) The impact of MicroComputer Based Labs on children's ability to interpret graphs. Journal of Research in Science Teaching, 24 (4),.369-383.

Pintó, R., Gutiérrez, R, Pérez, O (1999):*Implementing MBL (Microcomputer Based Laboratory) technology for the laboratory work in compulsory Secondary school Science classes*. Spain. National Report on WP1

Saez, M., Pintó, R.; Garcia, P (2005). Interconnecting concepts and dealing with graphs to study. Barcelona Procedings of CRESILS, ESERA 2005.

Sassi, E., (2001) Labwork in physics education and informatic tools: advantages and problems. In: *Physics Teacher Education Beyond 2000, Selected Contributions.* Paris Eds. Pinto & Surinach, Elsevier

Utilizando el entorno Stagecast Creator® para promover la autorregulación y la construcción del modelo de ciclo biológico de una planta

Natasha Mayerhofer, Pilar García y Roser Pintó

CRECIM (Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica) Universitat Autònoma de Barcelona. natasha.mayerhofer@campus.uab.es, pilar.garcia@uab.es, roser.pinto@uab.es

Resumen. En esta investigación nos propusimos analizar como el programa Stagecast Creator® puede promover la modelización y autorregulación en estudiantes de 3º de primaria en relación al concepto del ciclo biológico de una planta, específicamente *Brassica campestris.* La prueba piloto nos proporcionó información relevante sobre aspectos relativos a la fase tutorial, a las decisiones adoptadas en la elaboración del programa, la idoneidad de las preguntas en función de la información que esperemos obtener y la motivación de los alumnos.

Palabras claves: TIC, modelización, autorregulación, educación primaria, ciclo biológico de una planta.

Title: Using the Stagecast Creator® environment to promote regulation and construction of the scientific model of vegetal biological cycle

Abstract. In this investigation we want to analyze how the program Stagecast Creator® can be used to promote the modelization and self-regulation about the concept of the biological cycle of a plant (specifically *Brassica campestris),* with students of 3rd primary grade. The pilot test provided relevant information on different aspects related to: the tutorial phase, the decisions taken in the elaboration of the program, the suitability of the questions to be posed (regarding the information we want to obtain) and the motivation of the students.

Key words: ICT, modeling, self-regulation, primary school, vegetal biological cycle.

Objetivos y Marco teórico

Según las ideas actuales sobre didáctica y epistemología la enseñanza de las ciencias debería servir a los alumnos para aprender a explicar los hechos y fenómenos del mundo utilizando las ideas elaboradas por los científicos. El nivel educativo del alumnado condiciona tanto el nivel de complejidad de las preguntas formuladas en el aula como los modelos científicos construidos en las clases de ciencias. Pero, su finalidad debe ser aprender a explicar teóricamente y a interpretar las evidencias en base a la teoría. En la última década la introducción de los ordenadores en aula y el desarrollo de las TIC ofrecen al profesorado nuevas oportunidades para trabajar en esta línea.

En particular los software conocidos como 'modeling' son especialmente interesantes para investigar los modelos mentales de los estudiantes

(Ergazaki et al, 2005). Muchos de estos programas permiten a los alumnos, sin necesidad de conocer el lenguaje de programación, construir sus propios modelos o explorar modelos pre-construidos. En estas actividades exploratorias los alumnos deben interactuar con el modelo para encontrar respuestas a preguntas presentadas como desafíos; en dichas actividades los alumnos observan, analizan e interacción con el modelo ya construido lo cual puede favorecer la autorregulación.

Algunos autores se refieren a estos modelos, como modelos simbólicos para diferenciarlos de los modelos mentales y los modelos físicos (Neelamkavil,1987). Se distinguen varias categorías de modelos simbólicos: cuantitativos, cualitativos y semicuantitativos, según el tipo de relaciones que se establecen entre las variables; se incluyen en la última categoría las relaciones del tipo “es menor que” y las propiedades tales como “aumenta” las cuales implican una ordenación de valores que pueden tornar las variables (Miller, Ogborn, Turner, Briggs & Brough, 1992). Para Ogborn (1998) el uso de variables semicuantitativas es muy interesante ya que facilita de modo espontáneo la transición progresiva del razonamiento cualitativo al cuantitativo.

En esta investigación debido a la edad y al nivel educativo de los alumnos, se ha optado por un modelo cualitativo pre-construido pero no descartamos en un futuro abordar el mismo problema desde un punto de vista semicuantitativo para alumnos de secundaria y bachillerato.

La regulación y la autorregulación de los aprendizajes

Cada persona tiene un sistema personal de aprender que ha ido construyendo progresivamente y en general, de manera autónoma. Una estrategia didáctica basada en promover la regulación continua de los aprendizajes consiste en ayudar a los alumnos a ser lo más autónomos posible para que vayan elaborando un modelo personal de acción.

Para Lozano et al (2004) las diferentes aproximaciones teóricas al estudio de la autorregulación la definen como la capacidad de los individuos para modificar su conducta en virtud de las demandas de situaciones específicas. Las estrategias favorecedoras de *autorregulación de orden metacognitivo* pretenden básicamente formar a los alumnos en la regulación de sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje. Parten de la hipótesis de que todos los individuos desde su infancia son capaces de representarse, al menos parcialmente, sus propios mecanismos mentales. Por autorregulación se entiende también el vehículo de cambio en sí mismo quien se autorregula está imbuido en un proceso reflexivo de auto-mejoramiento constante controlando la cognición, la motivación las acciones, el contexto y, eventualmente, tomando decisiones de cambio (Boekaerts, 1995).

En estudios hechos sobre el desarrollo de la autorregulación emocional durante la infancia, muchos investigadores la caracterizaron como la transición de una regulación externa, dirigida por los padres y profesores a una regulación interna que se caracterizada por una autonomía e independencia en que el niño asume los mecanismos de control. Es en esa fase cuando las personas aprenden a autorregularse y lo hacen con mayor

efectividad (Lozano et al, 2004). Entendemos que la interacción con el modelo pre-construido y con el profesorado puede favorecer estos mecanismos de transición y propiciar la autorregulación.

El Stagecast Creator®

Elegimos el programa de ordenador llamado Stagecast Creator® ya que es sencillo y fácil de manejar, gracias a un tutorial que enseña los pasos básicos del programa. Fue diseñado por ©Stagecast Software, Inc. para enseñar a programar a niños a partir de 8 años. Por otra parte, en el Centro de Recerca para Educación Científica y Matemática – CRECIM de Universidad Autónoma de Barcelona disponíamos de una versión en CD de este software

El programa, en sus 52 carpetas y más de 360 archivos, ocupa un total de 60Mb, esta hecho en la plataforma Java. Su layout permite el uso intuitivo de sus recursos para la programación orientada al objeto. Los niños pueden crear mundos virtuales con escenarios (stages), caracteres (characters) y sonidos (sounds), guiados por reglas (rules) definidas sin necesidad de utilizar un lenguaje de programación compleja. Pueden, utilizar imágenes disponibles en el programa o también, importar dibujos realizados por ellos mismos o imágenes desde Internet.

El tutorial que acompaña el programa enseña al alumno a crear sus propios modelos de manera fácil y rápida en 18 pasos específicos de acuerdo con lo que se desea aprender a hacer. El sitio oficial del Stagecast Creator® ofrece una versión en castellano de este tutorial. Para mas informaciones técnicas se recomienda visitar a la página web oficial de Stagecast Creator®, www.stagecast.com.

Análisis del programa

Aunque el software parece difícil a primera vista, su tutorial está bien organizado, separado por títulos en función de las actividades que quieren realizar, constituye una buena ayuda, aunque no sea completo puesto que requiere por parte del usuario un poco de intuición. Otra facilidad ofrecida por el Stagecast Creator® es la disponibilidad de simulaciones y ejemplos, que enseñan y sirven de base para la creación de nuevos modelos.

El programa es razonablemente estable; no obstante algunas veces las reglas no funcionan (quizás debido a la cantidad de reglas aplicadas). Sin embargo, el fabricante no impone un límite fijo a la cantidad de reglas definidas por lo usuario. A pesar de ello, como señala Louca (2005) existe el problema de que interaccionan las reglas con lo cual su numero queda limitado. Otras limitaciones del programa son, por una parte la imposibilidad de trabajar con GIFs animados para ilustrar o facilitar la comprensión de los modelos y actividades ejecutadas, y por otra el tamaño reducido del espacio disponibles para los dibujos.

De manera general, el usuario no experto, en nuestro caso alumnos de 8 años, con alguna experiencia con ordenadores y conocimientos mínimos de ingles, puede lograr el objetivo de modelizar y autorregularse sin mucha dificultad, principalmente debido a la apariencia del programa. Coincidimos con Louca y Constantinou (2002) cuando afirman que en el Stagecast

Creator®, “el ambiente gráfico que se utiliza permite una manipulación directa de los objetos representados y una atribución fácil de las reglas: cada objeto tiene su propia identidad y a la vez pueden diferenciarse de otros”.

Louca y Constantinou (2002) opinan que el Stagecast Creator® pude ser útil como una herramienta cognitiva para modelar y aprender, pero necesita ser suplementada con un material curricular apropiado, estructurado, proyectado con cuidado y validado, opinión que compartimos debido a las limitaciones descritas arriba. En nuestro caso, por ejemplo, constatamos estas limitaciones cuando intentamos visualizar la fecundación de una planta

A pesar de la facilidad en crear juegos y modelos con el Stagecast Creator® usando la programación orientada a objetos, se debe resaltar que el software limita el uso de algunos conceptos y modelizaciones por estar hecho en dos dimensiones.

Pensamos que los alumnos de 8 años lograrán ejecutar las actividades propuestas sin mucha dificultad si se les proponen como una forma de aprender jugando, como sugiere el propio fabricante. Los alumnos de Louca y Constantinou (2002), quedaron encantados con el Stagecast Creator®, según los autores “lo encontraran un programa amable para trabajar con lo cual podían utilizarlo eficazmente”. Creemos que nuestros alumnos pueden tener la misma opinión al finalizar el proyecto.

Modelizando el ciclo biológico de Brassica mediante el Stagecast Creator®

En esta investigación hemos utilizado el programa para simular el crecimiento de *Brassica campestris* desde la germinación de las semillas hasta la formación y maduración del fruto, pasando por todas las fases de crecimiento de la planta. Para representar *Brassica* se utilizaron dibujos obtenidos en Internet, ajustándolos al tamaño adecuado al programa Stagecast Creator® y coloreándolos para que fueran más atractivos y fáciles de interpretar por los niños y niñas.

La elección de *Brassica campestris* se debe al hecho que actualmente en muchas escuelas e institutos se utiliza una variedad comercial de desarrollo rápido, cuyo ciclo dura unos 30 días. En condiciones controladas de luz, humedad y composición del suelo, las semillas plantadas germinan, crecen, florecen y dan frutos en un mes. Las plantas llegan a medir 30cm de altura.

Nuestro “entorno de modelización” consta de tres escenarios, el primero invita a los niños a hacer crecer la planta, el segundo que llamamos ‘guía’ contiene las instrucciones sobre su utilización y finalmente el tercero al que llamamos ‘jardín’ está dividido en dos partes, una donde hay los elementos para modelizar que llamaremos las entidades y la otra que incluye el sistema “natural” para hacer crecer *Brassica* (ver figura 1).

Las entidades que hay en la primera parte del ‘jardin’ son dos abejas para hacer la polinización, la semilla, agua, aire-oxígeno, aire-dióxido de carbono, alimento-cotiledón, abono y el sol y también, vitaminas, aire-nitrógeno y azúcar, substancias que los alumnos consideran necesarias para el crecimiento de las plantas como se evidenció en la exploración inicial, en forma de diálogo abierto, hecha en clase por la investigadora. Esos datos

fueron utilizados como fundamentación para el desarrollo y adaptación del "entorno de modelización", al nivel de los alumnos. Las entidades están representadas por su nombre escrito dentro de un recuadro de color, excepto el agua que esta representada en forma de gotas.

Figura1: Cuadro 1: pantalla de entrada, cuadro 2: pantalla guía, cuadro 3a: pantalla 'jardín' sin rellenar, cuadro 3b: la misma pantalla 'jardín', representando el 15º día cuando tiene lugar la polinización.

En la segunda parte del 'jardín' hay un calendario representando los días que pasan, cinco rectángulos vacíos con bordes coloreados en los que el alumno tiene que añadir las entidades necesarias para que *Brassica* crezca, dos de esos están situados en la zona que representa el aire y los otros tres en el suelo, con lo cual se observa una clara separación entre ambos. Por ejemplo, el primer día, en el suelo hay que poner agua, oxígeno y alimento (aportado por los cotiledones de la semilla); a partir del tercer día que es cuando salen las primeras hojas, en el aire hay que poner oxígeno y dióxido de carbono además del sol y, en el suelo agua y oxigeno; el abono solo se necesita a partir del 11º día. Las abejas se utilizan para hacer la polinización en el 15º día.

Cuando el alumno selecciona, adecuadamente y en cada etapa, las distintas entidades y las sitúa en el 'jardin' y, se hace evidente la importancia que para él tienen cada uno de ellas en relación al crecimiento de la planta. Decimos que está modelizando. Si el alumno no elige la entidad correcta ya sea porque pone alguna que la planta no necesita o la coloca en un sitio equivocado, la planta no crece. Esto permite interaccionar con ellos con la finalidad de favorecer su autorregulación.

Metodología

Ante este entorno, queremos comprobar como los alumnos son capaces de manejar y modelizar el "entorno de modelización". Esta investigación se realizó en una escuela de Cerdanyola del Vallès – Barcelona, ubicada cerca de Universidad Autónoma de Barcelona, por lo que bastantes de los estudiantes, son de un entorno socio-cultural alto.

En la primera fase de la investigación acompañamos a una practicante de tercer curso de maestra de Educación Primaria que realizaba el practicum en un aula de tercer curso de primaria, la mayoría de los niños y niñas tenía 8 años. Durante los meses de febrero y marzo de 2006 la practicante enseñó, en las clases de naturales, el ciclo vital de *Brassica*, y los contenidos asociados a la vida de los vegetales, como la fotosíntesis y la respiración entre otros. Las clases eran teórico-practicas, los contenidos conceptuales eran presentados al mismo tiempo que se observaba el crecimiento de *Brassica* plantada por los niños al inicio del tema. Cada alumno tenía una maceta con su propia planta y periódicamente observaban los cambios en la altura, la floración, etc. Esta fase terminó con la construcción, por parte de cada uno de los alumnos, de un recortable en papel representando el ciclo biológico de la planta. Durante esta fase la participación de la investigadora consistió fundamentalmente en la observación de los alumnos y de la practicante. Esta observación, como ya se ha mencionado anteriormente, proporcionó información muy valiosa para el diseño de la modelización.

En la segunda fase se preguntó a los alumnos si les gustaría intentar 'hacer crecer la planta en el ordenador', 11 niñas y 3 niños se animaron a participar en la experiencia. En el grupo había alumnos de todos los niveles de aprendizaje, alto, mediado y bajo. De acuerdo con la practicante y la maestra seleccionamos a tres de los alumnos, dos niñas y un niño, para hacer la prueba piloto con el "entorno de modelización".

Para recoger los datos se diseñó una entrevista semi-estructurada de preguntas abiertas. Las entrevistas fueron grabadas en audio y transcritas directamente. Durante la entrevista la investigadora anotó en una plantilla las acciones que realiza el alumno/a en el ordenador. Antes de iniciar la entrevista enseñamos a los niños y niñas el manejo del "entorno de modelización", etapa que llamaremos fase tutorial.

Para crear un clima de amistad entre la investigadora y los alumnos y alumnas se inició el dialogo hablando de sus trabajos con *Brassica*, si les había gustado trabajar con la planta, si creían que habían aprendido algo, si sabían algo de las plantas antes de las clases, etc. Mientras los alumnos interaccionaban con el ordenador se les formularon preguntas para comprobar el nivel de construcción de significados en relación a los conceptos de germinación, fotosíntesis, respiración, polinización, fecundación y formación de la semilla y el fruto. Se les pedía *¿Por qué has puesto eso?, ¿Qué te parece que ha pasado?, ¿Por qué crees que la planta no crece?* con el propósito de facilitar a los estudiantes la autorregulación. Al finalizar se formularon nuevamente las preguntas iniciales con la intención de evaluar los posibles cambios tanto en el discurso como en sus conocimientos conceptuales.

Actualmente estamos en la tercera fase transcribiendo y analizando las respuestas de los alumnos. A continuación mostramos unos primeros resultados.

Primeros resultados

La prueba piloto nos ha proporcionado información relevante sobre aspectos relativos a: 1) la fase tutorial 2) las decisiones adoptadas en la

elaboración del "entorno de modelización" 3) la idoneidad de las preguntas en función de la información que esperemos obtener y 4) motivación de los alumnos.

1) En relación a la fase tutorial comprobamos, en primer lugar, la dificultad de los alumnos para reconocer la importancia de diversas condiciones utilizadas en el establecimiento de las reglas como la asociación de las entidades con los rectángulos vacíos en base a su color. En efecto, fruto del establecimiento de las reglas y de las limitaciones del programa, por ejemplo aunque el alumno sitúe la entidad agua en el suelo, únicamente cuando la coloca en el rectángulo naranja el programa reconoce la acción como correcta.

También constatamos la importancia de pedir a los niños que leyesen atentamente los nombres de las entidades dispuestas en el lado izquierdo de la pantalla 'jardín' y comprobar que entendían el tipo de notación usado, como por ejemplo aire-oxigeno, o su significado. No recordaban la palabra "cotiledón", aunque se había utilizado en clase. En cambio el concepto "vitaminas", aunque la practicante no las mencionó al hablar de la nutrición, los alumnos las consideraban que "les sirve a la planta para crecer más fuerte". Como hemos explicado anteriormente, esta última entidad se incluyó con la finalidad de comprobar si los alumnos lograban autorregularse al constatar que la planta no crecía al añadirlas y por tanto la planta no las necesitaba.

2) Respecto a las decisiones adoptadas en la elaboración del programa pensamos que está justificado incluir las entidades nitrógeno, vitaminas y azúcar puesto que todos los niños intentaron hacer crecer *Brassica* con las vitaminas, dos de ellos con nitrógeno y uno con azúcar. En particular insistían en colocar las vitaminas en el aire y/o en el suelo en distintos momentos del ciclo. Al final del proceso uno de los alumnos al preguntarle que había aprendido dijo:

> *"Que... lo de las abejas, lo he entendido más, y que las vitaminas no hacen falta para una planta."*

3) En relación a la idoneidad de las preguntas para detectar las dificultades de los alumnos pensamos que son adecuadas y favorecen la autorregulación. Por ejemplo al preguntar *¿Por qué crees que la planta no crece?* Los alumnos reflexionan sobre la importancia de las entidades, para lleguar o no a soluciones correctas. En un momento dado, uno de los alumnos, puso el oxígeno y después se quedó dudando sobre si debía o no ponerlo. Al preguntarle si era o no necesario para la planta, reflexiona:

> *"No…Porque todavía está debajo de la tierra... ¡Ah, no! ¡Sí! Para sacarla de la tierra, para que si empuje y de ahí sale."*

Para superar la dificultad de visualizar en el programa la fecundación, el día 30, "cuando los frutos ya estaban abiertos" les planteamos *Fíjate en la cantidad de semillas que hay en una de las plantas ¿Por qué piensas que algunas semillas no se han desarrollado?¿Cuantos granos de polen crees que son necesarios para que se formen estas semillas?*

> ***Alum**. Por lo menos unos... 10, 9 u 11... no estoy segura. Yo... me parece que son...bueno, ¡no!...ostras.. me parece que son 20. 20, me parece.*

Inv *¿20 granos de polen para tener 9 semillas?*

Alum *Bueno, sí... hum, por ejemplo 9 para... uno por ahí, otro por ahí, otro por ahí...no sé si me entiendes.*

4) Por último en relación a la motivación la prueba piloto nos ha servido para reflexionar sobre la importancia de reforzar los logros de los niños y niñas durante la fase de modelización no solo para mejorar su autoestima sino también como estrategia para ayudarles a superar las dificultades y estimularlos a continuar aprendiendo. Destacamos, el geste y la cara de sorpresa de los niños cuando la planta deja de crecer y la alegría cuando consiguen resolver, el problema como puede verse en las fotografías, (figura 2).

Figura 2: Andréu en dos momentos de la investigación, 1) cuando se pregunta el porqué de la planta no haber crecido y 2) demostrando claramente su felicidad en resolver el problema.

El programa Stagecast Creator® nos permitió trabajar todos los aspectos importantes de la aprendizaje, desde del cognitivo hasta la emocional de los niños y niñas, confirmándonos su gran potencial en la enseñanza de las ciencias.

Referencias Bibliográfica

Boekaerts, M. (1995). *Self-regulated learning Bridging the gap between metacognitive and metamotivation theories*. *Educational Psychologist*, 3(4), (pp.195-200).

Ergazaki, M., Komis, V., Zogza, V. (2005). *High-school students' reasoning while constructing plant growth models in a computer-supported educational environment*. *International Journal of Science Education Vol 27, no. 8. (pp. 909–933)*

Louca, L. & Constantinou, C. P.(2002) *The use of computer-based microworlds for developing modeling skills in physical science: an example from light.* Submitted to the International Journal of Science Education

Louca, L. (2005) *The syntax or the story behind it?: a usability study of student work with computer-based programming environments in elementary science.* Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2005, Portland, Oregon, USA, April, 2005. 849-858.

Lozano, E. A., Salinas, C. G. y Carnicero, J. A. C. (2004) *Aspectos evolutivos de la autorregulación emocional en la infancia*. Anales de Psicología, vol. 20, nº 1 (pp. 69-79)

Millar, R.S., Ogborn, J., Turner, J., Briggs, J.H., Brough, D.R. (1993) *Tools for exploratoriy learning programme – Technical Report 1 "Tools"*. London, King's Collage

Neelamkavil, F., (1987). *Computer Simulation and Modelling*, John Wiley & Sons.

Ogborn, J. (1998). *Cognitive development and qualitative modelling*. Journal of Computer Assisted Learning*, 14, (pp.* 292–307).

La Didáctica de las Ciencias Experimentales en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria desde la óptica de la Convergencia Europea: Análisis de una propuesta

Luis Hernández-Abenza y Ester Hernández Torres

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. E-mail: abenza@um.es

Resumen: En este trabajo se plantea una propuesta metodológica para una asignatura del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, incluida en la Formación Inicial de profesores de Educación Primaria y relacionada con la reforma de titulaciones emprendida. Esta basada en un modelo de integración de contenidos de formación (desde el ámbito científico, didáctico y profesional). En primer lugar se delimita el marco de fundamentación de la propuesta metodológica, se describen a continuación los elementos didácticos principales de la misma, profundizando especialmente en los elementos más novedosos propuestos en el plan de actuación didáctica y, finalmente, se comentan las conclusiones obtenidas en la valoración de algunas de las actividades realizadas.

Palabras clave: Formación inicial profesores educación primaria; propuesta didáctica; Didáctica de Ciencias.

Title: The Didactic of experimental Science in the Initial Formation of teachers of Primary Education from the optics of the european convergence: analysis of a proposal.

Abstract: In this study we proposes in methodology proposal for the subject Didactic of Science, included in the Initial Formation of teachers of Primary Education. The proposal is basic in integrated model of contents of formation (scientific, didactic and professional scope). On the first place, is delimite the foundation framework of the methodology proposal, are described the didactics elements most importans, and, finally, we propose the results from some activitics developeds.

Keywords: Initial Formation of teachers of Primary Education; Didactic proposal; Didactic of Science.

Introducción

En el contexto actual de la educación superior, en la que se ha emprendido un plan de reforma de las diversas titulaciones relacionado con el proceso de convergencia europea en este ámbito de la educación, hemos reflexionado sobre la formación inicial del profesorado de educación primaria y, desde el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, hemos tratado de configurar un modelo de formación que tenga en cuenta este contexto de actuación en el que nos movemos y que, en definitiva, responda a las demandas generadas por las competencias deseables para el

profesorado de Educación Primaria, expresadas en los diversos documentos generados y relacionados con el proceso de convergencia.

Las propuestas de formación inicial creemos que deben venir orientadas por la formulación y respuesta a cuestiones como ¿Qué tipo de profesional deseamos formar? (Camacho, 1991), ¿En qué contexto educativo se va a aplicar la propuesta didáctica?, ¿Qué contenidos se van a impartir y cómo se van a estructurar?, o ¿Qué metodología se va a utilizar para su desarrollo?.

La reflexión sobre las cuestiones anteriores, y tomando como referencia el conjunto de competencias explicitadas en los documentos propuestos para la reforma de esta titulación y analizadas por diversos autores (Villa,2003, Zabalza, 2003, Díaz,2006), nos permite priorizar las funciones que creemos delimitan un nuevo modelo de profesor, alejado de la clásica función de transmisor de conocimientos (Sánchez, 1995) y cercano a una imagen del profesor como organizador y mediador del aprendizaje (Stenhouse, 1981), de tal forma que surgen nuevas competencias más acordes con la sociedad de nuestra época y la del futuro, y que definen un modelo de profesor que tiene como eje clave la reflexión sobre dichas competencias y que presenta las características expresadas en la figura 1.

El conjunto de estas características invita a pensar en una formación que participe de diversos ámbitos (Mellado, 1999), con una propuesta disciplinar que contemple la formación científica, la formación didáctica y la formación en el ámbito profesional. Ejemplificando con un contenido concreto, como puede ser "la contaminación del agua", deberíamos de pensar en una propuesta que abarque el conocimiento de contenidos (conceptos, procesos y actitudes) sobre contaminación (formación científica), el conocimiento y planteamiento de estrategias, objetivos, actividades y recursos didácticos para su enseñanza (formación didáctica) y, finalmente, la aplicación en la escuela del diseño de unidades didácticas sobre contaminación de ríos y aguas en general, en la que se pueden detectar y analizar las dificultades y problemáticas que aparecen en la enseñanza y aprendizaje de dichos contenidos (formación en el ámbito profesional).

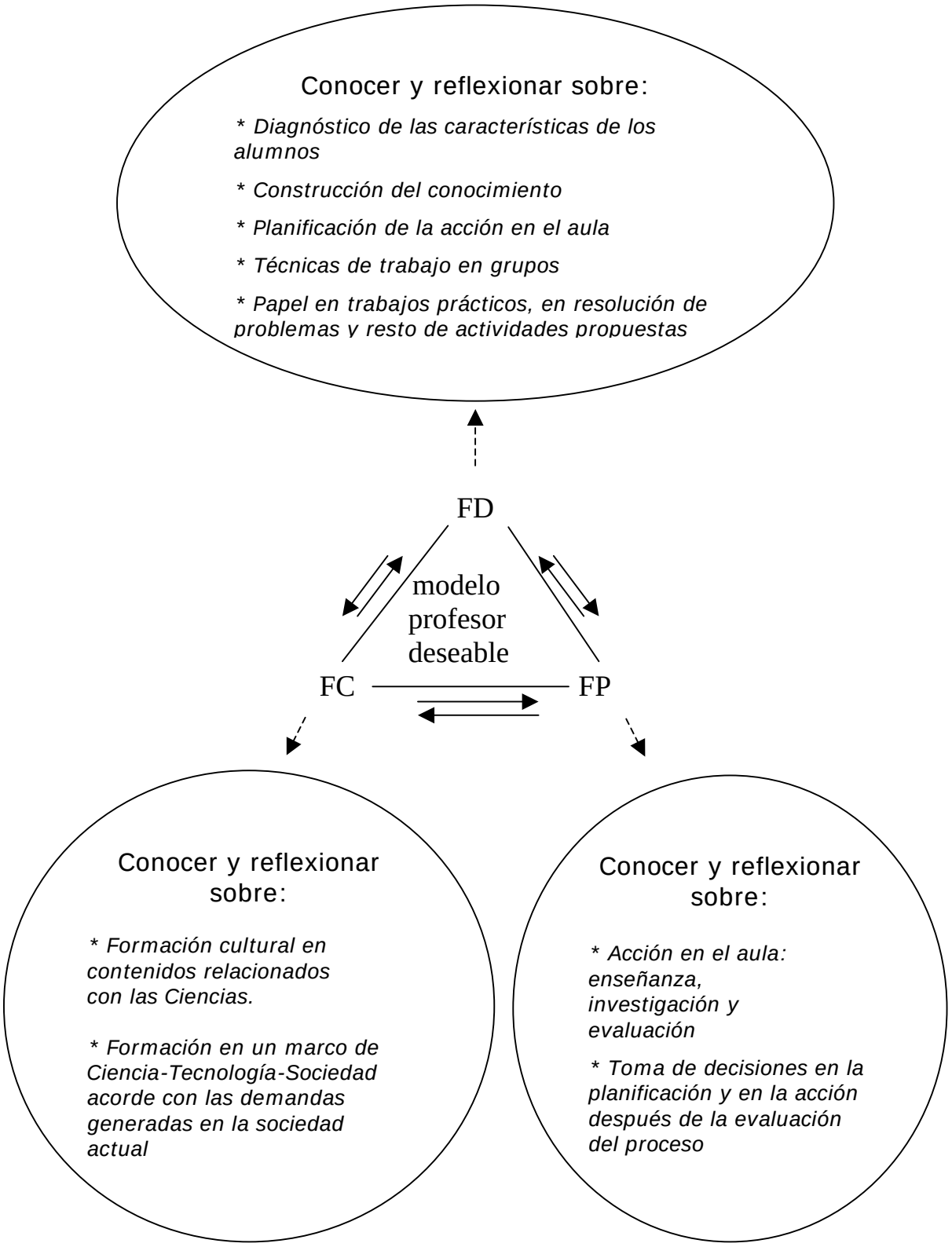


Figura 1 (FC: formación científica; FD: formación didáctica; FP: formación profesional)

Este proceso de integración de contenidos (inicialmente planteado en Hernández, 1993) es el eje clave del planteamiento metodológico de la propuesta objeto de este trabajo y es, al mismo tiempo, el que vertebra el desarrollo de los contenidos del programa que proponemos para una asignatura "tipo" del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales para la Titulación de Maestro de Educación Primaria.

Propuesta de programa y plan de actuación didáctica

Los objetivos generales del programa podemos formularlos en base a la categorización establecida en el proceso de integración de contenidos propuesto; entre otros destacamos:

* Ejemplo de objetivo de carácter científico:

- Fomentar en los alumnos actitudes positivas hacia el conocimiento científico a través de la lectura de revistas científicas, noticias de prensa y otros materiales didácticos al respecto, así como favorecer la adquisición de actitudes científicas coherentes con la naturaleza de la ciencia que van a enseñar en el aula de primaria.

* Ejemplo de objetivo de carácter didáctico:

- Que aprendan a realizar tareas de planificación de la enseñanza, incluido el diseño de unidades didácticas funcionales, adoptando criterios didácticos para la selección de objetivos, contenidos, actividades de enseñanza y de evaluación sobre el área de Conocimiento del Medio.

* Ejemplo de objetivo de carácter profesional:

- Conocer y valorar el trabajo del profesorado de educación primaria y contribuir a la adquisición de un modelo de profesor de Ciencias, basado en la integración de los contenidos de formación, y dirigido, de forma gradual, hacia un paradigma de maestro como investigador de la acción en el aula.

El plan de actuación didáctica para el desarrollo del programa se explicita a través de la siguiente categorización general de las actividades propuestas:

1. Actividades de aula: Actividades de sesiones teóricas; actividades de sesiones prácticas; actividades de informes-debate (organización y desarrollo).

2. Actividades de interrelación con Centros de Educación Primaria: Actividades de acciones puntuales en el aula de Primaria; actividades de aplicación de unidades didácticas (prácticas de enseñanza).

3. Actividades de acción tutorial: Funciones tutoriales; actividades de informes-debate (desarrollo); realización de seminarios.

Respecto a la organización de los contenidos, para la adquisición eficaz e integral de los tres tipos de contenidos de formación (científicos, didácticos y profesionales), el programa se estructura en seis bloques temáticos (el primero sobre aspectos básicos de didáctica de ciencias y los otros cinco sobre didáctica de diversos contenidos específicos de ciencias) que incluyen los elementos de trabajo siguientes:

a) Adquisición de contenidos a través del desarrollo de *unidades temáticas*, en donde predominan los contenidos científicos y didácticos.

b) Adquisición de contenidos a través de la realización, por parte de los alumnos, de *actividades practicas*, con un equilibrio de contenidos científicos, didácticos y profesionales.

c) Adquisición de contenidos a través de la realización, por parte de los alumnos, de *informes para debate*, en donde predominan los contenidos profesionales.

Básicamente creemos que debe de haber un bloque temático inicial que muestre y ejemplifique como son y como se usan las diversas "herramientas didácticas" de trabajo para luego, en el resto de bloques con contenidos de ciencias, los futuros profesores sepan tomar decisiones sobre qué "herramientas" usar y cómo emplearlas para poder resolver las problemáticas específicas que se presenten en el aprendizaje de los diversos contenidos de ciencias para educación primaria.

En esta comunicación se presenta brevemente la estructura de lo que podría ser la unidad temática del bloque 1 y, como ejemplo, la estructura y contenido de la unidad temática de uno de los bloques de contenidos de ciencias ("Energía y recursos energéticos"). Finalmente resumiremos lo que se pretende con las actividades prácticas, los informes para debate, (elementos de trabajo que, junto con las unidades temáticas, configuran cada uno de los bloques propuestos) y, por último, la realización de seminarios (elemento didáctico de las actividades de "acción tutorial).

UNIDAD TEMÁTICA DEL BLOQUE 1 (2.5 ECTS)

** ¿Qué competencias debe de adquirir el profesor de ciencias de educación primaria?*

- Perfil deseable del profesor de ciencias

- Competencias en el ámbito científico, didáctico y profesional

** ¿Qué enseñar de ciencias en la educación primaria?*

- Las ciencias en la educación primaria

- El ámbito de las ciencias: Naturaleza del conocimiento científico y metodología del trabajo científico

** ¿Cómo enseñar ciencias en educación primaria?*

- La Didáctica de las Ciencias y el profesor de ciencias de educación primaria: Objeto de la disciplina, importancia de las competencias en Didáctica de las Ciencias para el trabajo del profesor,..

** ¿Cómo planificar el proceso de enseñanza?*

Tareas de planificación; Tipo de actividades y recursos didácticos; Diseño de unidades didácticas; Aplicación en el aula y evaluación.

UNIDAD TEMÁTICA DEL BLOQUE : *"LA ENERGIA Y LOS RECURSOS ENERGETICOS".* (2.5 ECTS)

Nivel 1: Formación cultural básica sobre el contenido

** ¿Qué situaciones, fenómenos y problemas reales del entorno están relacionados con la energía?*

I) La energía en el entorno social y tecnológico

I.1. Práctica/s de laboratorio: (Actividad práctica donde se evidencie la relación del contenido con el entorno físico, social y tecnológico):

I.2. Sesiones teóricas de puesta en común de resultados e implicaciones: Máquinas y aparatos en el entorno cotidiano: ¿de donde viene la energía que consumimos?; problemas reales relacionados con la utilización de energía; su tratamiento en los medios de comunicación.

** ¿Qué hemos aprendido sobre la energía en el apartado I?*

II) Marco científico sobre la energía: relaciones Ciencia, tecnología y sociedad

II.1 Fuentes de energía y recursos energéticos

II.2. Consumo de energía: aspectos sociales y ambientales

II.3. Transferencia de la energía y procesos asociados

II.4. Marco conceptual para la energía

Nivel 2: Formación en el ámbito didáctico y profesional

** ¿Qué referencias y elementos hay que considerar para la planificación de la enseñanza?*

III) La enseñanza de la energía y los recursos energéticos en educación primaria:

III.1 Análisis científico del contenido objeto de enseñanza: La energía en el marco oficial y en la bibliografía de investigación educativa; análisis de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales implicados

III.2. Análisis didáctico: ¿Qué saben y que experiencias previas tienen los alumnos de educación primaria sobre la energía y los recursos energéticos?; competencia cognitiva y problemática de aprendizaje (*problemática conceptual sobre el término "energía"; aspectos que dificultan el inicio del aprendizaje de la conservación y degradación de la energía; …)*

III.3. Implicaciones del análisis científico y didáctico: Selección y organización de objetivos; tareas de secuenciación del contenido en los diversos ciclos de educación primaria

III.4. Diseño de unidades didácticas sobre la energía y recursos energéticos: Fases de secuenciación de actividades

Ejemplo de posibles unidades a diseñar: ¿Qué máquinas y aparatos te han ayudado hoy?; ¿De donde viene la energía que consumimos en casa?; ¿Qué problemas tenemos cuando utilizamos mal la energía?; El sol como fuente de energía; ..

** ¿Cómo contrastar la validez de nuestras propuestas?*

IV) Análisis de su enseñanza en el aula de primaria: Hacer un seguimiento en el "prácticum", de quién (de nuestros alumnos) y donde ha sido enseñado el contenido en el aula de primaria; análisis de resultados, intercambios de experiencias, valoración e implicaciones.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Las actividades prácticas se refieren tanto a actividades de tipo didáctico como a la realización de experiencias sobre contenidos de ciencias (que denominamos "talleres"). Aunque lógicamente tienen relación con los contenidos de las unidades del bloque, dan cumplimiento a objetivos que no pueden ser conseguidos en su totalidad desde dichas unidades temáticas.

Es evidente que con la realización de este tipo de actividades, se consiguen de forma más eficaz los objetivos relacionados con contenidos procedimentales y actitudinales (en el ámbito científico), así como los relacionados con contenidos prácticos en el ámbito didáctico. El planteamiento metodológico común de las actividades prácticas se inicia con el análisis individual de documentos y/o situaciones a observar, realización en grupos de trabajo de las tareas propuestas al respecto, debate y puesta en común de los resultados de las tareas, y se finaliza con la confección de un informe individual en el que se incluyen tanto la descripción de las tareas realizadas, como el análisis y reflexión personal de los resultados encontrados. En el caso de los talleres el planteamiento es parecido pero con una estructuración en consonancia con los trabajos prácticos de laboratorio (grupos de trabajo más reducidos, esquemas experimentales para la realización de la práctica, preparación previa de materiales e instrumentos de medida,...).

Algunos ejemplos de actividades prácticas: *Selección y diseño de actividades de enseñanza; análisis de proyectos curriculares en la bibliografía de investigación educativa sobre enseñanza de las ciencias; diseño de unidades didácticas;.. ..Talleres de ciencias: Taller de Física; taller de Química; taller de recursos tecnológicos; taller del medio físico; taller de "Los alimentos",…..*

INFORMES PARA DEBATE

Se destaca especialmente la realización de informes para debate propuestos en los diversos bloques temáticos, pues contribuyen globalmente a la formación del futuro profesor en cuanto a consecución de objetivos de carácter profesional sobre todo al ser preparados principalmente por los propios alumnos y por incluir contenidos relacionados con la práctica educativa real, lo que supone el contacto y trabajo en común con profesionales de la educación y realización de actividades en un contexto educativo fuera del aula de formación. La estructura de un informe para debate es la siguiente: Propuesta del informe por parte del profesor al grupo de trabajo; tareas de organización y realización del trabajo; preparación del debate; desarrollo del debate y recogida de conclusiones; entrega del informe al profesor con reflexión de todo lo realizado.

Algunos ejemplos de Informes para debate son: *"Necesidades del profesor para la planificación y desarrollo de contenidos sobre el Conocimiento del Medio Natural"; "Informe sobre los conocimientos previos de los alumnos de un centro de educación primaria sobre determinados aspectos y fenómenos del Medio"; "Informe sobre tareas de planificación en*

algunos centros de educación primaria de la Comunidad Murciana"; "La evaluación del Conocimiento del Medio en la práctica educativa real"; …

REALIZACIÓN DE SEMINARIOS

Respecto a la realización de seminarios, que es una de las actividades de "acción tutorial", un seminario lleva implícito una función principal que consiste en integrar investigación y docencia, iniciando a los alumnos, a través de un tema monográfico, en la colaboración intelectual y en la preparación para la investigación educativa. Ejemplos de temas para un seminario podrían ser: *Estructura general de una investigación sobre alguno de los contenidos de nuestra disciplina; técnicas de exploración para conocer las características iniciales de los alumnos de primaria; diseño y construcción de material didáctico para las tareas de enseñanza,... .*

Esta categorización de actividades intenta responder a las dimensiones configuradoras del modelo de maestro de Primaria propuesto y lleva consigo un proceso de enseñanza que pretende lograr un proceso de aprendizaje, por el alumno de Didáctica, lo más completo y significativo posible.

En la presentación de la comunicación se profundizará en todos estos aspectos y se explicitarán las principales conclusiones sobre esta propuesta, parcialmente iniciada con nuestros alumnos de formación inicial.

Referencias bibliográficas

Camacho, S., (1991). *Proyecto Docente*. Acceso a Cátedra, Universidad de Granada

Díaz, M. (coord), (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior. Madrid, Alianza

Hernandez Abenza,L.M., (1993). Tareas de planificación del módulo La Energía y los Recursos Energéticos en el marco de la Formación del Profesorado. Rev. Enseñanza de las Ciencias, 11 (3), pp. 247-254.

Mellado ,V., (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. Servicio de Publicaciones. Universidad de la Coruña.

Sánchez, J. y Corrales, J.M., (1995). Planes de estudio en aquellas titulaciones en las que interviene el área de Didáctica de la Ciencias Experimentales. En *La Didáctica de las Ciencias Experimentales a debate*. Dpto de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

Stenhouse, L., (1981). *An introduction to curriculum research and development*. London, Heineman. (Trad. cast.: *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid, Morata, 1984).

Villa, A. (2003). "Fases para la implantación de la innovación pedagógica europea". En Varios. *Orientaciones Pedagógicas para la convergencia europea de Educación Superior*. Bilbao: Material inédito del Seminario Internacional celebrado del 9 al 11 de julio de 2003.

Zabalza, M.A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario.* Madrid. Narcea.

Producción de materiales hipermedia sobre el agua en entornos telemáticos cooperativos

Gregorio Jiménez Valverde[1,2] y Anna Llitjós Viza[2]

[1]IES Mercè Rodoreda. L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) gjimene2@xtec.cat
[2]Grup de recerca ECEM [Ensenyament de les Ciències i Educació Mediambiental]. Universitat de Barcelona.

Resumen: En esta comunicación se presenta una investigación educativa sobre una experiencia de innovación llevada a cabo durante tres cursos escolares en la que el alumnado del Ciclo Formativo de Química Ambiental ha producido, en grupos cooperativos, material hipermedia sobre el agua, en concreto sobre el tema "iones en agua". Se ha utilizado un editor HTML y un entorno telemático cooperativo gratuitos. El alumnado, mediante una encuesta, ha mostrado un alto grado de aceptación hacia la producción de estos materiales y el trabajo en grupos cooperativos.

Palabras clave: Producción de materiales hipermedia, Hipertexto cooperativo, Aprendizaje cooperativo, Química del agua.

Title: Water-related hypermedia authoring in telematic cooperative environments

Abstract: An innovative 3-year didactic experience is presented in this article. Students from a technical institute have learned about "ions in water" working cooperatively in groups to produce web-based projects using a free-to-use HTML editor in a telematic cooperative environment. Student feedback showed a high acceptance of this hypermedia-authoring cooperative experience.

Keywords: Hypermedia authoring, Cooperative hypertext, cooperative learning, Water Chemistry.

Introducción

En los últimos años ha habido un auge en el uso de los materiales multimedia y de Internet en la enseñanza de la química (Jiménez y Llitjós, 2005a). En nuestro caso, se aplica la investigación al tema del agua. Los materiales multimedia han venido a suplir carencias de los libros de texto en cuanto a interactividad, dinamismo y tridimensionalidad. Sin embargo, se ha prestado menos atención a la posibilidad de que los estudiantes sean los productores[1] de materiales hipermedia. La posibilidad de utilizar Internet como fuente de información y para publicar materiales curriculares junto con la producción de hipermedia en grupos de estudiantes en entornos telemáticos que posibilitan el trabajo cooperativo *on-line* permiten introducir las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) en el aula, constituyendo un ejemplo de lo que se denomina *blended learning* o

[1] Utilizamos el término "producción" en un sentido amplio, es decir, en él se incluye la creación o la edición de hipermedia, la integración de nuevos nodos o el reagrupamiento de éstos, o la transformación de textos tradicionales en hipertextos.

b-learning, es decir, la integración armoniosa de experiencias *on-line* en la instrucción presencial tradicional (Garrison y Kanuka, 2004).

Metodología

Hipertexto y producción cooperativa de hipermedia

Podemos definir hipertexto como un documento compuesto de bloques de texto y los enlaces telemáticos que los unen (Landow, 1995). Estos bloques de texto constituyen lo que se denomina *nodos* del documento hipertextual. Si los nodos contienen información multimedia (texto e imágenes o vídeo, por ejemplo), hablamos entonces de hipermedia, si bien hay autores que no realizan esta distinción y consideran hipertexto a cualquier documento asociativamente estructurado y no lineal consistente en enlaces y nodos, con independencia del tipo de nodo (Unz y Hesse, 1999).

Los materiales hipermedia representan un avance cualitativo en la tecnología educativa principalmente porque proporcionan un medio multidimensional que representa de una forma más natural el funcionamiento de la mente humana y que, al no estar constreñidos a presentaciones lineales, permiten que el alumnado elija libremente los hiperenlaces más adecuados en cada momento Esta libertad de elección estimula la curiosidad de los estudiantes y además les permite administrar mejor su propio proceso de enseñanza, ya que pueden ajustar los enlaces que eligen en función de sus propias necesidades, convirtiéndose, por tanto, en una herramienta que facilita el aprendizaje autónomo (Delisle y Schwartz, 1989; Whittington, 1996).

Pero las ventajas educativas que presentan nuestros materiales hipermedia sobre el agua van más allá del papel que juega el estudiante como lector o consumidor de los mismos, ya que también puede producir dichos materiales. Hasta hace no mucho, la creación de materiales hipermedia era una actividad reservada para aquellos que eran, por ejemplo, especialistas en el diseño de páginas web. Actualmente, la situación ha cambiado debido a la amplia disponibilidad de software que permite crear páginas web y la simplificación en el manejo de los mismos. La producción de materiales multimedia sitúa, por tanto, al alumnado en una perspectiva diferente.

Los estudiantes adquieren y retienen el conocimiento cuando participan activamente en su construcción (Bodner, 1986) y la producción de materiales hipermedia permite al alumnado crear y organizar su propio conocimiento (Jonassen, 1991) ya que les incita a pensar cómo representar una idea, cómo establecer relaciones entre ellas y cómo unir diferentes representaciones de las mismas (Lehrer *et al*., 1994).

Los materiales hipermedia pueden ser producidos por grupos cooperativos de estudiantes, aprovechando los beneficios que se derivan de una correcta implantación de las técnicas cooperativas: mejora del rendimiento de los estudiantes, incremento de su responsabilidad y participación activa en el proceso de aprendizaje, mayor autoestima, mayor interés por la material objeto de estudio y relaciones interpersonales más positivas (Slavin, 1995). La producción cooperativa de materiales hipermedia es complicada ya que los miembros de un grupo cooperativo

tienen que ser conocedores de lo que el resto de miembros de su grupo está haciendo si se desea generar un resultado coherente.

La producción de hipermedia provoca automáticamente además otro tipo de cooperación, el *hipermedia cooperativo*, ya que cualquier documento introducido en un sistema en red que soporte enlaces electrónicos o telemáticos existe en cooperación con todos y cada uno de los documentos presentes en el sistema y, por tanto, todo documento electrónica o telemáticamente unido con otro coopera con él (Landow, 1995). De hecho, algunos autores definen hipertexto en términos de cooperación: "software informático para organizar y almacenar información, a la que se accede de manera no secuencial y que se construye cooperativamente por autores y usuarios" (Jonassen, 1991). En esta definición de Jonassen, el *hipermedia cooperativo* no sólo afecta a los autores, sino que también intervienen los usuarios. Esto sucede automáticamente cuando un usuario consulta un hipermedia determinado y elige los enlaces que le interesan, pero también ocurre cuando el usuario pasa a ser productor de hipermedia. Un ejemplo extendido de este segundo enfoque es la Wikipedia[2], enciclopedia cooperativa en la que un usuario puede ampliar la información contenida mediante la producción de nuevos hipertextos, pasando de lector a creador.

Desarrollo de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo durante los cursos 2001-02, 2002-03 y 2003-04 en el IES Mercè Rodoreda de L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona) con estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Superior de Química Ambiental (RD 812/1993), de edades comprendidas entre 18 y 30 años. Los materiales hipermedia se crearon dentro de la unidad didáctica "iones en aguas" correspondiente al módulo de "Depuración de Aguas". En el CFGS de Química Ambiental se matriculan cada año unos 50 estudiantes, distribuidos en tres grupos-clase. Las características de este alumnado han sido descritas en otro estudio (Jiménez *et al*., 2006).

Chen (1997) ha sugerido el uso de espacios compartidos de trabajo (*shared workspaces*) para poder producir hipermedia cooperativamente. Los espacios compartidos de trabajo son un tipo de *groupware* (software que facilita el trabajo en grupo) consistente en áreas virtuales en donde los miembros de un grupo cooperativo pueden compartir información y documentos, gestionar datos y estar informados del trabajo de los otros miembros del grupo, dentro de un proyecto determinado, mediante un ambiente integrado de comunicación, normalmente asincrónica (es decir, en tiempo diferido), lo que permite el acceso e intercambio de documentos o información en cualquier momento y lugar. Todos los miembros del grupo reciben información sobre el proceso global a través de un sistema de eventos que informa sobre si un objeto ha sido creado, movido, borrado o editado y quién realizó tal acción y en qué momento (Jiménez y Llitjós, 2006a). Recogiendo la sugerencia de Chen, se utilizaron dos espacios compartidos de trabajo como soporte para la producción cooperativa de hipermedia: en los cursos 2001-02 y 2002-03 se utilizó el BSCW (Jiménez y Llitjós, 2005b) y durante el curso 2003-04, se usó el entorno Synergeia (Jiménez y Llitjós, 2006b). Tanto BSCW como Synergeia son entornos

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Portada

telemáticos gratuitos que posibilitan el trabajo cooperativo entre estudiantes que no necesariamente coinciden en el espacio o en el tiempo, lo cual resulta de mucha utilidad –por no decir que son imprescindibles- cuando estudiantes de distintos grupos-clases (o de diferentes centros educativos) deben generar un único proyecto.

Con anterioridad al inicio de la experiencia, el alumnado recibe formación sobre el trabajo en grupos cooperativos en el módulo de "Relaciones en el Entorno de Trabajo". Los estudiantes se organizan en grupos cooperativos, de 2 a 4 estudiantes, del mismo o de distinto grupo-clase, para realizar un proyecto web sobre un ion en aguas. En concreto, cada proyecto tiene, como mínimo, las siguientes secciones: presencia en aguas naturales, niveles máximos en aguas potables según la legislación española, métodos de análisis y efectos sobre la salud de ese ion en aguas.

El alumnado debe realizar dicho proyecto en formato de página web utilizando un editor de HTML. Se decide utilizar un editor gratuito de HTML (Netscape Composer 4.78) y dado que menos del 5% del alumnado de cada curso escolar tiene conocimientos previos sobre cómo crear una página web, las primeras clases se dedicaron a explicar los procedimientos básicos para usar dicho editor y poder crear páginas web sencillas, con ayuda de varios tutoriales web creados por el profesor, y que pueden consultarse en: http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/tutorials/composer/ También se explicaron las funcionalidades básicas de BSCW o Synergeia destinadas a la realización del proyecto.

De este modo, al inicio del proyecto grupal, el alumnado está habituado al uso del editor HTML y al trabajo en entornos telemáticos cooperativos. Durante la realización del trabajo, el profesor animó a los estudiantes para que crearan tantos hiperenlaces como sea posible. Los estudiantes podían crear enlaces en sus trabajos hacia páginas web ya existentes o, especialmente, hacia los proyectos web de otros grupos de estudiantes (*hipermedia cooperativo*).

Los estudiantes consultan Internet no sólo para encontrar páginas web con las que enlazar sus proyectos, sino también para buscar la información necesaria para completarlos. En ambos casos, deben analizar la información de las páginas web consultadas, teniendo que rechazar aquellas con errores o información química incorrecta. La navegación por Internet potencia no únicamente el espíritu crítico y la necesidad de analizar correctamente la información encontrada, sino que también desarrolla habilidades grupales, tales como la negociación y la toma de decisiones, ya que constantemente los miembros de un grupo deben llegar a acuerdos sobre las páginas web que encuentran, bien para extraer información sobre ellas o bien para decidir si crean un enlace a dicha página.

El hipermedia cooperativo promueve la cooperación entre estudiantes del mismo grupo-clase, de diferentes grupos-clase o incluso de distintas promociones. En este último caso hablamos de *hipercooperación diferida*.

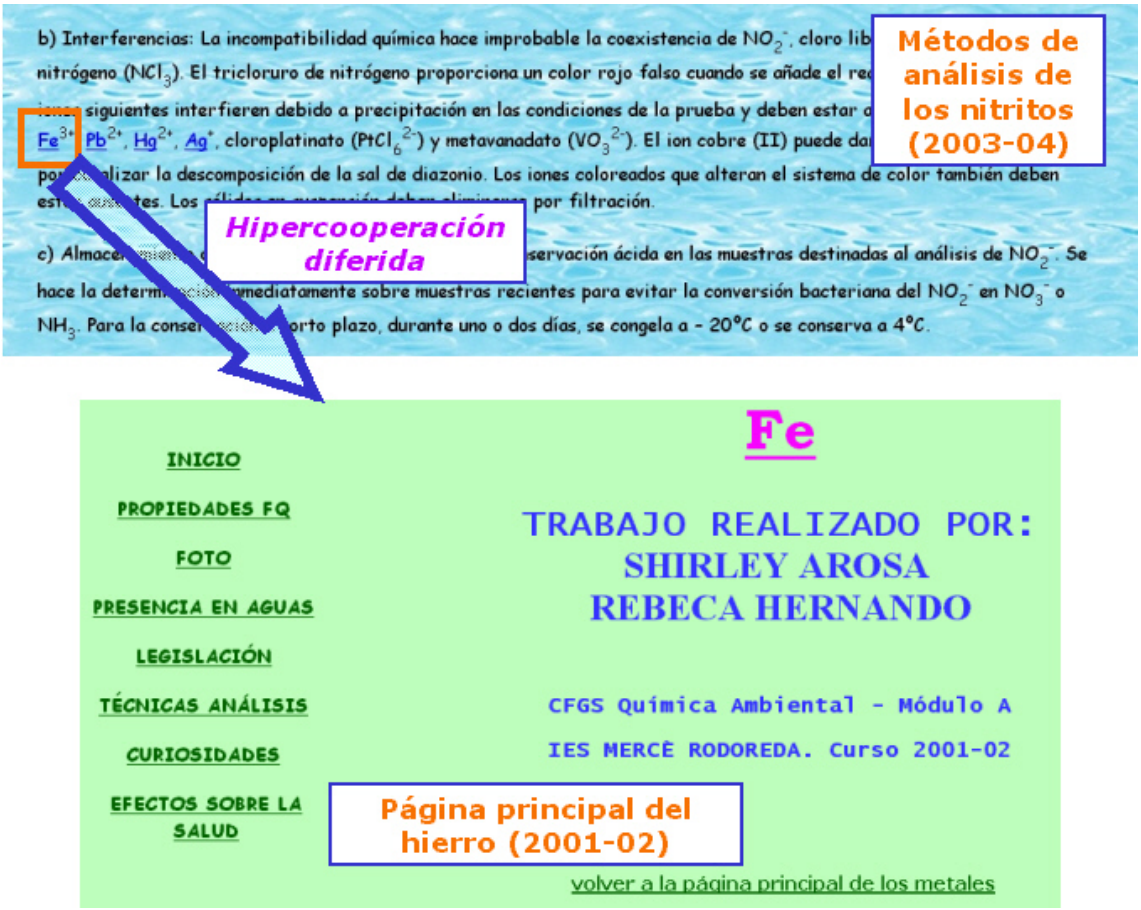


Figura 1. Ejemplo de hipermedia cooperativo entre distintas promociones (*hipercooperación diferida*): proyecto sobre los nitritos (curso 2003-04) y proyecto sobre el hierro (curso 2001-02).

Todos los trabajos de los estudiantes pueden consultarse en: http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/

Evaluación

Se han realizado tres evaluaciones diferentes sobre:

Los proyectos hipermedia. Los proyectos producidos fueron evaluados conjuntamente por el profesor y el alumnado, de acuerdo con una plantilla común, adaptación de la propuesta por Marqués (2006), en la que los ítems a evaluar se distribuyen en 5 categorías: aspectos funcionales, aspectos técnicos y estéticos, aspectos científicos, aspectos pedagógicos y justificación de la calificación otorgada y otras observaciones (ver anexo). La calificación de cada proyecto consistió en una media ponderada entre la puntuación otorgada por el profesor y la media aritmética de las puntuaciones recibidas por otros estudiantes.

Los estudiantes. En lo que respecta a la evaluación individual de los estudiantes, se aplicó el método descrito por Jiménez y Lltijós (2006c) para obtener calificaciones individuales a partir de la nota del proyecto, ya que el aprendizaje cooperativo no implica necesariamente la evaluación individual de los estudiantes en los grupos cooperativos. Dicho método además disminuye el número de *polizones*, es decir, estudiantes que eluden su

responsabilidad dentro de su grupo cooperativo pero que intentan conseguir la misma calificación que sus otros compañeros, más responsables.

La experiencia educativa. En cuanto a la evaluación de esta experiencia, cabe decir que la respuesta del alumnado la respaldó ampliamente, con un 70% de comentarios positivos en la encuesta que completaron al finalizar la. Entre las ventajas que apuntaron un mayor número de estudiantes, se encuentra el trabajo en grupos cooperativos, el aprendizaje de diseño de páginas web, el hipertexto cooperativo, el desarrollo de habilidades grupales de cooperación, el uso de Internet como fuente de información y el diferente enfoque con el que han aprendido sobre iones en aguas. Las principales desventajas señaladas fueron los problemas surgidos con estudiantes muy individualistas o que eludían su responsabilidad individual, determinados problemas técnicos surgidos (básicamente, cortes ocasionales de la conexión a Internet) y la falta de tiempo o ayuda para completar el proyecto.

Conclusiones y valoración

La creación cooperativa de material hipermedia en entornos telemáticos como BSCW o Synergeia constituye una modalidad alternativa e innovadora de aprendizaje cooperativo que integra las TICs en el aula y además lo hace en un contexto de cooperación. A pesar de los escasos o nulos conocimientos en editores HTML que presentaba inicialmente el alumnado, los estudiantes han creado sus propios proyectos web sobre el agua y han mostrado una actitud favorable tanto al aprendizaje de producción de hipermedia como al trabajo cooperativo. Durante los tres años en los que se ha desarrollado la investigación, los estudiantes han tenido la posibilidad de crear enlaces cooperativos con los proyectos de otros compañeros de su misma u otra clase, pero también han tenido la posibilidad de cooperar, gracias al hipertexto cooperativo, con estudiantes de promociones anteriores, ya graduados, con lo que se produce una cooperación a través del tiempo (*hipercooperación diferida*), y además el alumnado de cursos previos se convierte en "educador" de los estudiantes de promociones posteriores cuando éstos consulten la información que generaron aquéllos.

En las actividades centradas en el estudiante, como el aprendizaje cooperativo o la producción de hipermedia, el alumnado tiene que mostrar una actitud mucho más activa que en las actividades tradicionales, ya que sino puede verse sobrepasado por el alcance de la actividad, no sabiendo qué hacer. También es necesario un cambio en el papel del docente: ha de moverse de su posición centrada y segura y ceder parte de la responsabilidad del proceso docente al alumnado, para que éste pueda construir mejor su propio conocimiento, aunque esto pueda inicialmente causar al docente una sensación de "pérdida del control" de las clases.

En resumen, la creación de proyectos basados en páginas web no sólo proporciona a los estudiantes una oportunidad de aprender química, sino que también les proporciona la oportunidad de desarrollar habilidades demandadas por la sociedad como son la cooperación, la búsqueda e interpretación de la información, el razonamiento crítico o el aprendizaje sobre la tecnología, todo ello de gran importancia para muchos docentes, padres y estudiantes en nuestra sociedad actual, altamente competitiva.

Referencias bibliográficas

Bodner, G. M. (1986). Constructivism: a theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.

Chen, C. (1997). Writing with collaborative hypertext: analysis and modeling. *Journal of the American Society for Information Science*, 48(11), 1049-1066.

Delisle, N. y Schwartz, M. D. (1989). Collaborative writing with hypertext. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 32(3), 183-188.

Garrison, D. R. y Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7(2), 95-105.

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2005a). Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 1-14. Consultado el 24/5/2006 en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART1_Vol5_N1.pdf

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2005b). BSCW: Trabajo cooperativo on-line en la clase. *Quark*. Consultado el 24/5/2006 en: http://www.fq.profes.net/apieaula2.asp?id_contenido=45567

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006a). Procesos comunicativos en entornos telemáticos cooperativos. *Comunicar*, 27 (aceptado para su publicación).

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006b). Synergeia, un entorno telemático cooperativo en el área de ciencias. *Alambique*, 50 (aceptado para su publicación).

Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006c). Deducción de calificaciones individuales en actividades cooperativas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 3(2), 172-187. Consultado el 24/5/2006 en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen3/Numero_3_2/Jiménez_Llitjos_2006.pdf

Jiménez, G., Llobera, R. y Llitjós, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 59-70.

Jonassen, D. H. (1991). Hypertext as instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 39(1), 83-92.

Landow, G. (1995). *Hipertexto: la convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*. Barcelona: Paidós.

Marqués, P. (2006). *Plantilla para el análisis de webs docentes*. Consultado el 24/5/2006 en: http://dewey.uab.es/pmarques/webdocen.htm

Lehrer, R., Erickson, J. y Connell, T. (1994). Learning by designing hypermedia documents. *Computers in the Schools*, 10(1/2), 227-254.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative Learning: theory, research and practice*. Boston: Allyn & Bacon.

Unz, D. C. y Hesse, F. W. (1999). The use of hypertext for learning. *Journal of Educational Computing Research*, 20(3), 279-295.

Whittington, C. D. (1996). MOLE: Computer-Supported Collaborative Learning. *Computers & Education*, 26(1/3), 153-161.

Anexo: Plantilla de evaluación de los proyectos web

Trabajo a evaluar: Nombre del/de la evaluador/a:	CALIFICACIÓN		
ASPECTOS FUNCIONALES	ALTA	CORRECTA	BAJA
Relevancia e interés de los contenidos para los destinatarios			
Facilidad de uso: entorno claro y amigable			
		SÍ	NO
Proporciona múltiples enlaces externos			
Facilita la comunicación: correo-e de los autores, chat, foros			
Proporciona recursos para el proceso de datos y la búsqueda de información			
Idioma homogéneo y corrección gramatical			
Ausencia (o poca presencia) de publicidad			
ASPECTOS TÉCNICOS Y ESTÉTICOS	ALTA	CORRECTA	BAJA
Calidad del entorno audiovisual: homogéneo, pantallas, tipografía			
Iconicidad (presencia de elementos gráficos) del entorno			
Calidad y cantidad de materiales multimedia en los contenidos			
Gestión ágil de los enlaces: nombres claros, ventanas nuevas...			
Interacciones con el usuario: enlaces, formularios, mapas...			
Estética, entorno agradable			
		SÍ	NO
Enlaces correctos y actualizados			
Página de inicio correcta (autores, módulo, curso, IES, enlace menú iones y resto de secciones)			
Velocidad de acceso y carga aceptable			
Originalidad y uso de tecnología avanzada			
¿En todas las páginas extensas está el enlace "volver al inicio"?			
¿Todas las páginas tienen 'título' del tipo <title> </title>?			
¿Se requiere algún programa/*plugin*/*applet* externo para visualizar correctamente el trabajo?			
ASPECTOS CIENTÍFICOS	ALTA	CORRECTA	BAJA
Calidad, estructuración y actualización de los contenidos			
Cantidad de los recursos que ofrece			
Terminología y corrección científica			
		SÍ	NO
Incluye bibliografía y otros enlaces			
La información total del trabajo cubre adecuadamente todo el tema			
La información se presenta de manera objetiva			
ASPECTOS PEDAGÓGICOS	ALTA	CORRECTA	BAJA
Capacidad de motivación, atractivo, interés			
Adecuación de los contenidos a los destinatarios			
Potencialidad de los recursos didácticos: ejemplos, esquemas...			
JUSTIFICACIÓN DE LA CALIFICACIÓN Y OTRAS OBSERVACIONES			

La identidad de los líquidos en la obra de Piaget

Fernández Durán, E.*, Solano Martínez, I. y Jiménez Gómez, E. ****

Dpto. de Física Teórica y del Cosmos. Universidad de Granada. E-mail: efedu@ugr.es.**Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia. E-mail: isolano@um.es , ejimenez@um.es

Resumen: En este trabajo se comentan los aciertos y fracasos presentes en el capítulo VII del libro "La Causalidad Física en el Niño" de Piaget. La sumersión de cuerpos en líquidos se usa para tratar de poner de manifiesto la delimitación de los conceptos de peso y volumen que usan los niños; pero todo ello al margen de la identidad de los líquidos y de las relaciones de los cuerpos con los líquidos, a pesar de que son el fundamento de esta experiencia de Piaget. Aunque afirma que la generación de las nociones del niño se debe a disociaciones no indica en qué ni cómo se producen dichas disociaciones. Tampoco indica cómo dichas disociaciones se entroncan con su esquema de operaciones mentales y sus mecanismos de generación y evolución.

Palabras clave: Líquidos, evolución mental, identidad de los líquidos y relaciones de los cuerpos con los líquidos.

Title: The identity of liquids in the Piaget's works.

Abstract: In this paper the successes and failures that are present at the Piaget' work "The Physical Causality in the child" (chapter VII) are discussed. The submersion of bodies in liquids is used to try show the delimitation of the concepts of weight and volume that are used by children; but that has been done outside the liquids' identity and the relations of bodies with liquids, although they are the basis of all the Piaget' experience. Although he affirms that the generation of the child's notions is on account of dissociations, he doesn't indicate in what or how these dissociations take place. Neither he indicates how these dissociations are connected with his mental operations' scheme and his mechanisms of generation and evolution.

Keywords: Liquids, mental evolution, identity of liquids and the relations of bodies with liquids.

Introducción

Los escritos de Piaget han tenido una gran divulgación. Esta divulgación tan amplia se ha debido, principalmente, a las necesidades educativas impuestas por el desarrollo tecnológico, a las tendencias redentoras de los organismos internacionales, a la adopción generalizada de ciertos mitos modernos y a los medios de comunicación, divulgación y publicidad.

Los dirigentes de numerosos países y los de ciertos organismos internacionales, impulsaron la enseñanza como el instrumento idóneo para alcanzar sus expectativas de evolución social, cultural y tecnológica. Ello se tradujo en la aparición, a mediados del siglo pasado, de planes de enseñanza en, prácticamente, todos los países. Pero ninguno de tales planes tuvo en cuenta las aspiraciones personales, familiares, sociales y profesionales de los discentes, ni se preocupó de la adecuada preparación profesional de los docentes. Éstos, ajenos a los intereses de los discentes y

propugnando, de modo implícito, sus creencias personales, familiares, sociales y profesionales, así como sus propios intereses, han colaborado al fracaso total de dichos planes de enseñanza. Porque a los docentes no se les exige otra cosa que el dominio del paradigma específico que debe enseñar; pero la enseñanza de todo paradigma va acompañada implícitamente del conjunto de creencias con el que fue elaborado y las que posee el docente, porque éstas determinan el paradigma concreto que adopta el docente.

Sin embargo, el fracaso de los planes de enseñanza se debe más a los propios paradigmas en que se basan, que en la inadecuada preparación de los docentes. Los paradigmas de tales planes de enseñanza, preparados por especialistas de las denominadas ciencias de la educación, se fundamentan en concepciones idealizadas e imaginarias de los discentes y de la enseñanza, que nada tienen que ver con las verdaderas necesidades y expectativas de los discentes ni con la práctica de la enseñanza. Es cierto que tales paradigmas se han racionalizado a partir de principios que parecen evidentes; pero ni dichos principios son evidentes ni la racionalización hecha sobre ellos tiene nada que ver, con los complejos conjuntos que impulsaron grandes logros en la enseñanza, como fueron los de la Institución libre de Enseñanza, los de las escuelas del Ave María Manjonianas, los de las Montesori, etc. Los principios de tales instituciones, fueron muy diferentes de los que fundamentan los paradigmas actuales de la enseñanza, y su eficacia se debió más a los métodos, técnicas y prácticas, que se desarrollaron por los criterios empleados para aplicar dichos principios a los discentes, que a los propios principios.

La necesidad social de la enseñanza ha determinado su obligatoriedad para todos los ciudadanos. Ante este reto sin precedentes, los docentes y quienes elaboran los planes de enseñanza, han querido ver en las teorías de la enseñanza, las directrices, criterios pedagógicos y acciones didácticas, necesarias para diseñar los paradigmas de dicha enseñanza y para desempeñar eficazmente su práctica.

Es cierto, que los escritos de Piaget se basan en información evidente, pues toda persona cree saber lo que es un cuerpo, lo que es un sólido, lo que es un líquido, etc. También es cierto que todos los docentes, a consecuencia de los procesos de habituación a los que han sido sometidos en su etapa de discentes, han adoptado como evidentes numerosos conceptos relacionados con la ciencia, como son la densidad, el peso, la fuerza, etc. que no lo son, y han aceptado numerosas reglas y criterios para reproducir las identidades, que se establecen en los paradigmas aprendidos, y las relaciones que las coordinan. Así la constancia en el valor numérico de las magnitudes, se toma como equivalente a su conservación y a su identidad, lo que lleva a confundir conceptos como el tamaño y el volumen, la velocidad y la velocidad media, la sustancia y la materia, etc.

Sin embargo, la evolución mental en el niño no es un proceso de racionalización (Palacios, 1979) ni el niño logra las denominadas operaciones mentales de modo infuso. En consecuencia, toda enseñanza que se apoye en procesos diseñados lógicamente, porque suponen la existencia de operaciones mentales, está abocada al fracaso. Esto es lo que muestran los fracasos de todos los planes de enseñanza diseñados en base

a los argumentos, afirmaciones y conclusiones de las teorías que racionalizan la enseñanza de los niños, que fueron puestos en práctica en muchos países, a partir de mediados del siglo XX.

En un trabajo anterior titulado "Sobre las Conservaciones de Piaget" (Fernández, Jiménez y Solano, 2004), se mostraba que en sus textos se toma como información física evidente y, por lo tanto accesible a toda mente, la que figura en los paradigmas actuales de la física. Esto no es correcto, porque la mayor parte de la información que aparece en dichos paradigmas es producto de una evolución que ha durado milenios. Tampoco es correcto suponer que la información evidente para una mente, es evidente para toda otra mente, que equivale a negar la existencia de discapacitados mentales y la desigualdad de inteligencia. Son evidentes todas las clases de información y todos los conjuntos de clases de información, que han sido completamente disociados de sus similares, en consecuencia, lo evidente para una mente dada depende del nivel de la estructura conceptual que haya logrado. Así, aunque son muchos los que creen compartir ciertos paradigmas, lo único que comparten es la suposición de que no conocen otro mejor. Además, los niños, antes de los seis años no poseen estructura conceptual alguna, porque las identidades, que han logrado establecer, aún no están agrupadas en un único conjunto ni éste ha podido ser estructurado. Cada uno de los grupos de identidades logrado por el niño, se coordina y jerarquiza en base a la norma, el criterio o la regla que permitió generar dichas ideas. Esta coordinación y jerarquía es la que aparece en niños con menos de 6 años, cuando repiten refranes, sentencias o conclusiones oídas a personas mayores. Muchos mayores, guiados por su deseo sobre dichos niños, llegan a pensar que razonan, porque confunden la repetición concreta de una norma lógica, que constituye la base y apoyo de las identidades logradas por el niño, con la estructura lógica a la que pertenece.

Como prueba de la confusión, que aparece en los textos de Piaget, entre la información evidente y la que figura en los paradigmas físicos, se señalaba la pobre delimitación con la que procedía a identificar los conceptos de materia, sustancia, peso y volumen, pues, incluso los propios autores toman como equivalentes la sustancia y la materia, y no llegan a comprender que todo volumen es el simple valor numérico de un tamaño y que dicho valor numérico sólo se puede obtener en base a una forma.

También se ponía de manifiesto, que el orden cronológico, que asignan los textos de Piaget a la generación de esos conceptos en el niño, no coincide con el que aparece en la evolución histórica (Brock, 1998) y que éste sí coincide con la evolución mental del niño, como ponen de manifiesto numerosos trabajos del campo de la Psicología Cognitiva y la Didáctica de las Ciencias (Stavy y Stachel, 1985; Samuelson y Smith, 2000, 2005; Huntley-Fenner, Carey y Solimando, 2002; Krnel, Glazar y Watson, 2003).

En el presente trabajo se insiste en el mismo planteamiento del anterior; porque la obra de Piaget, tanto de modo inmediato como mediato, sigue inspirando una gran mayoría de las investigaciones didácticas, sin que los investigadores lleguen a plantearse la necesidad de aclarar, cuáles son los conceptos evidentes para los niños según su edad y evolución mental, ni el proceso mediante el cual los adquieren. Este proceder de los que planifican

la enseñanza y tratan de investigar sobre ella, se debe a que creen que sus paradigmas son los únicos correctos para el desarrollo mental del niño, a pesar de que desconocen su propio desarrollo mental y el proceso que los llevó a adoptar tales paradigmas. En concreto, es la frontera de la evolución mental del propio investigador, la que se supone en el discente.

Los aciertos y fracasos de Piaget, referentes a los líquidos

Toda la obra de Piaget está plagada de buenas intuiciones, pero no les presta la debida atención y las oculta con muchos y graves errores.

Así en el capítulo VII de su libro "La Causalidad Física en el Niño" (Piaget, 1934, pg. 159), Piaget escribe: *"Para poner en claro la significación dinámica que tiene la idea de peso en los niños más jóvenes y también la dificultad que para ellos representa concebir el volumen de los cuerpos, nada tan útil como el estudio de los efectos que produce la inmersión de un sólido en un vaso con agua.*

El problema, tal y como se plantea a los sujetos, es extremadamente sencillo, y de ahí su ventaja en relación con la flotación de buques. Se enseña al niño una piedra y un vaso conteniendo agua en sus tres cuartas partes. Se le dice: "Voy a echar esta piedra en el vaso con agua y va a ir al fondo. ¿Qué ocurrirá? ¿Qué le pasará al agua? Si el sujeto no responde en seguida: "El agua subirá", se añade: ¿Quedará el agua en el mismo sitio o no? …

Naturalmente, este interrogatorio debe efectuarse antes que los niños sean preguntados respecto a la flotación, con lo cual se evita toda perseverancia".

Es cierto, que para lograr la determinación del tamaño de los cuerpos, su valor numérico o volumen, el niño debe complementar la información que tiene de ellos, con las que obtiene de sus contactos con los líquidos y de las relaciones entre los cuerpos y los líquidos. Pero antes de lograr la información de las relaciones de los cuerpos con los líquidos, el niño debe lograr una identidad intrínseca de los líquidos. Esto no es fácil, porque las delimitaciones de las porciones de líquidos son extrínsecas, ya que son los recipientes los que delimitan el peso y el tamaño de las mismas (Krnel y otros, 2003). Todas las porciones de líquido están delimitadas por el recipiente ya sea éste un vaso, una botella, un odre, una piscina, un pozo, un río, un lago, un mar o un océano. Además, los contactos de los niños con los líquidos no son lo suficientemente numerosos, para que el niño obtenga, por sí mismo, el complemento al recipiente para la delimitación de las porciones de líquidos (la información correspondiente a la superficie del líquido que no está en contacto con el recipiente o superficie libre de contacto con el recipiente) y su identidad.

La sumersión de un cuerpo en una porción de líquido no es más sencilla que la flotación, pues si un trozo de mármol sumerge en el agua, un trozo de piedra pómez flota y todo trozo de piedra flota en mercurio. No se puede comparar la sumersión de una piedra en agua con la flotación de los barcos, porque es tan ilógico como comparar la sumersión de una piedra con la flotación de las piedras en mercurio. Cuando se sumerge una piedra en un vaso con agua, lo único que se puede afirmar es que la piedra se mojará y que el agua, quizás tome sabor. Las anteriores preguntas y respuestas sobre la sumersión de la piedra en el vaso con agua, están sesgadas y son producto de la enseñanza recibida y no de la correcta disociación y

estructuración de la información presente en las experiencias de sumersión, pues el agua queda en el mismo sitio (dentro del vaso) o no (se derrama). Porqué no pregunta lo correcto ¿variará el nivel del agua?

En la línea inventiva de Piaget hay que señalar, aunque sólo sea porque figura en el texto seleccionado, que lo que él denomina "significación dinámica" del peso en el niño, no es otra cosa que la proyección de la idea animista de la materia. Esta idea no es exclusiva ni privativa de los niños, sino de toda mente poco evolucionada y de todas las que intentan explicar una clase dada de fenómenos de los que aún no conoce su identidad intrínseca (ni sus variables ni sus estados). Esta idea animista aparece en todos los contextos con los que se inicia la explicación de una clase de fenómenos, como muestra el primer enunciado newtoniano del movimiento: *"Todo cuerpo* persevera *en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser en tanto que sea obligado por fuerzas impresas a cambiar su estado"* (Newton, 1987, pg. 135).

Lo que Piaget denomina "significación dinámica" del peso, no es una evolución en la delimitación de la información sobre el peso; sino una evolución en la habituación al modelo con el que se interpreta una fenomenología. El niño evolucionaría en la delimitación de la información sobre el peso, si practicase la pesada con interés, por ejemplo, pesando las fresas que le corresponden según su edad y en disputa con sus hermanos.

Pero Piaget no se contenta con la simple relación de los cuerpos con los líquidos (sumergir cuerpos en el vaso con agua), sino que le agrega la compleja interacción de suspenderlos con un hilo: *"…le preguntamos si una piedra sostenida con un hilo en medio del agua, sin apoyar en el fondo, haría subir el nivel, y nos contestan en general que no porque la piedra no pesa ya sobre el agua"* (pg. 163).

La interacción de la piedra con el agua, se complica con el contacto entre la piedra y la cuerda, la interacción de la piedra con la cuerda, el contacto entre la cuerda y la mano, la interacción de la mano con la cuerda y la interacción elástica interna de la cuerda. Piaget argumenta sobre la idea de peso del niño, pero su propia idea de peso parece tener una delimitación tan artificial como la del niño, porque falla la información necesaria para la delimitación rigurosa del conjunto informativo que constituye el peso. Sin embargo, lo que sí queda de manifiesto en los ejemplos que expone es, cómo los niños van adquiriendo la identidad intrínseca de las porciones de líquidos (su peso y su tamaño), a partir de la identidad extrínseca impuesta por la delimitación del recipiente que los contiene (el tamaño de una porción de líquido viene determinada por el tamaño que ocupa en la capacidad del recipiente y su peso por la diferencia entre el peso del conjunto y el peso del recipiente vacío). Para comprender la relación intrínseca de un cuerpo con un líquido, hay que poseer la identidad intrínseca de la materia como densidad. La densidad va precedida de la eliminación de la figura, que es la variable principal en la identidad a los cuerpos. La identidad de los cuerpos se establece en función de las variables figura, tamaño y sustancia. Al estructurar las identidades de los cuerpos se genera una idea de materia no animista, cuyas variables son la figura, el tamaño y la sustancia. Esta idea de materia asociada a la estructura de las identidades de los cuerpos, es la que debe evolucionar hasta la idea de materia que posee como variables el tamaño y la sustancia. La posterior evolución del tamaño al volumen y de la

que aplica el peso a la sustancia de los líquidos, lleva a la determinación numérica de la materia que recibe la denominación de densidad.

Las explicaciones de los niños, que Piaget interpreta como comprensión de las variables que posee la relación de los cuerpos con los líquidos, sólo muestran la aceptación de dicha relación y la justificación de la misma con los vocablos que esperan de ellos quienes les interrogan.

En la pg. 165 escribe: *"Sería difícil encontrar casos más evidentes de disociación entre la previsión de la inteligencia motriz y la explicación de la inteligencia verbal"*.

Aunque es cierto, que la información que la mente capta a través del sentido del tacto permanece primariamente aislada de la información suministrada por los demás sentidos corporales y que el uso racional y lógico de la palabra no aparece hasta que se alcanza un nivel dado en la estructura conceptual, resulta excesivo hablar de una inteligencia motriz y de una inteligencia verbal, porque la inteligencia es el resultado eficaz de la estructura mental lograda y no hay inteligencia si los registros de los sentidos corporales aún no se han integrado en una unidad estructural (Wallace, 2004; Macaluso y Driver, 2005). Es cierto que la evolución mental progresa en base a la integración de los registros generados por los distintos sentidos corporales y esto es lo que las explicaciones de los niños muestran: el progreso de dicha integración.

En la pg. 167 escribe: *"…las explicaciones…obedecen…a una ley evolutiva muy clara: el niño va del dinamismo al mecanismo. Para los pequeños la piedra es activa, produce viento, burbujas de agua, corriente, etc. Para los mayores el peso explica que la piedra se hunda y la subida del nivel del agua se debe al desplazamiento de volumen"*.

Aunque describe de modo acertado cómo expresan su evolución mental los niños, tal evolución no se debe al paso del dinamismo al mecanicismo; sino del animismo o justificación de los fenómenos de los cuerpos como si éstos fuesen animales, a la identidad, primero extrínseca y después intrínseca de los fenómenos que experimentan dichos cuerpos.

En la pg. 169 escribe: *"Por otra parte, la existencia de esta segunda etapa nos muestra la manera cómo tales nociones se crean en el niño. No es mediante asociación de nuevos datos, sino por disociación de ideas confusas y sincréticas; en la primera etapa peso y volumen están confundidos, constituyen dos aspectos de un todo mal definido, cada uno de los cuales, aun sin ser opuesto al otro, posee caracteres que no le pertenecen. En la segunda, por el contrario, ambos aspectos están en vías de disociación, y en la tercera la separación es total. Si tratáramos de averiguar el origen de dichas nociones, iniciales y confusas, no sería difícil poner de manifiesto, a propósito del peso (como ya lo hicimos con la fuerza), que son resultado de una asimilación de lo real a ciertos esquemas musculares".*

En el párrafo anterior hay una gran intuición, que ha sido negada por muchas teorías de la evolución mental, que es la generación de nociones por disociación (Smith, Carey y Wiser, 1985). El niño comienza su evolución mental adquiriendo identidades a partir de la información que recoge con sus sentidos corporales. Pero las nociones de las propiedades de dichas identidades y las de sus fenomenologías, se establecen por las disociaciones sobre las identidades y no sobre ideas, porque toda idea, aunque sea confusa, siempre será una noción elaborada y posterior a la noción correspondiente y mucho menos sobre ideas sincréticas, porque éstas son productos asociativos de ideas previas. Para que se produzca disociación en el conjunto de información de una identidad dada, éste debe tener una acumulación mínima e interferir con alguno de los conjuntos de

información, que sobre la misma identidad, obtienen los otros sentidos corporales.

La información de una identidad es mucho más rica y abundante que la proporcionada por los datos correspondiente, pues éstos sólo son los valores numéricos de aquellos observables cuyas clases de información son conjuntos unívocos. Conocer una carretera no es lo mismo que conocer que tiene 80km de longitud. Además, sólo unas pocas clases de información son conjuntos unívocos con valor numérico (dato); pero incluso, tal dato no contiene toda la información del observable correspondiente, así los 80km del ejemplo anterior, no indican nada de los cambios de orientación ni de los desniveles que posee tal longitud, por supuesto que tal dato no da cuenta de otras cualidades de la carretera, como son su anchura, peraltes, de dónde sale, adónde va, cómo está su calzada, sistemas de seguridad que posee, poblaciones que rodea, atraviesa o interrumpe, etc.

Según se desprende de la lectura de todo el citado capítulo VII, para Piaget, el peso y el volumen son conceptos que existen con independencia de la mente que los conciba y por lo tanto la preceden. Por eso, según él, en la primera etapa están confundidos, en la segunda están en vías de separación y en la tercera su separación es total. Este supuesto, que figura en toda la obra de Piaget es falso, aunque es compartido, sin la más mínima duda, por todos sus lectores. En la naturaleza no existe el peso, lo que existe es un complejo conjunto de información, parte del cual se manifiesta a partir de intersecciones entre los distintos conjuntos de información suministrados por los distintos sentidos corporales, por ejemplo, la intersección entre la vista y el esfuerzo muscular del tacto. Una parte de dicho conjunto complejo de información, se determina mediante la balanza y como ello se hace en función de las pesas, al valor numérico asignado en función de dichas pesas se le denomina peso. Toda asociación entre el esfuerzo muscular y el valor determinado por la balanza, es pura imaginación, porque el esfuerzo muscular depende de numerosas variables del organismo en todo momento, siendo incapaz de asignar una valoración numérica aproximada. Además, el concepto de peso ha tenido diferentes contenidos informativos, debidos a las numerosas evoluciones históricas que han sufrido los paradigmas científicos y culturales. Según los griegos, el peso hacía que los objetos de tierra y agua, tendiesen a su lugar natural en el centro de la Tierra, y dicho centro era la antípoda de la perfecta y absoluta séptima esfera celeste. En la actualidad, el peso se confunde con la masa, con la inercia, con la fuerza de gravedad, con la sustancia e incluso, con la materia. Esto se debe a que al conjunto de información, que se selecciona con la balanza, se le agregan o sustraen otras clases de información de manera explícita o implícita, y a que se sigue usando el mismo vocablo para designar a los distintos nuevos conjuntos de información que se establecen.

El niño accede a sus primeras identidades, que son las de los cuerpos, gracias a la delimitación intrínseca de los cuerpos y a una propiedad intrínseca del funcionamiento de su sistema neuronal. En función de la estructura conceptual lograda con las identidades de los cuerpos, los niños acceden a identificar las porciones de líquidos. Luego, a partir de las relaciones entre los cuerpos y las porciones de líquidos, el niño obtendrá nuevas propiedades intrínsecas tanto de los cuerpos como de los líquidos.

La evolución mental, es una continua adquisición de nuevas identidades, por asimilación con las ya logradas y una continua disociación debida a la intersección de los diversos registros cerebrales pertenecientes a una misma porción de materia. La identidad de los líquidos y de las relaciones de los cuerpos con los líquidos, constituyen una etapa decisiva en la evolución mental, que al no estar plenamente cubierta por la experiencia personal impide la correcta evolución mental. Esto es lo que muestran los paradigmas relacionados con los líquidos y sobre todo, los relacionados con los gases y con aquellas porciones de la materia delimitadas por complejas interacciones externas, como son los plasmas, las nubes, los isleros de agua marina (son solitotes en rotación), las bolsas térmicas de aire, etc.

Conclusiones

1.- A la vista de lo anterior queda claro que la utilización de las afirmaciones, aseveraciones y propuestas de Piaget no son adecuadas para dilucidar los conceptos que pretende investigar en el niño.

2.- En cambio, es patente el abandono de la enseñanza de los líquidos en su etapa más primaria, que es justamente la manipulación y aceptación de su identidad y de su fenomenología, necesarios para que el niño obtenga la información adecuada sobre ellos y complemente la que posee sobre los cuerpos.

3.- Los conceptos físicos usados por Piaget son tan ambiguos que no se sabe lo que realmente investiga ni lo que pregunta. Por supuesto, que ante ellos resulta imposible determinar cuál es la información que el niño ha llegado a disociar y estructurar. Además, son tan ambiguos, que todo lector acaba creyendo que sabe física y se cree capaz de comprender la evolución del niño, aunque la suya propia le sea completamente desconocida.

Referencias bibliográficas

Brock, W.H. (1998). *Historia de la Química.* Madrid: Alianza Editorial.

Fernández, E., Jiménez, E. y Solano, I. (2004). Sobre las conservaciones de Piaget. En P. Díaz Palacio y otros (Ed.), *La Didáctica de las Ciencias Experimentales ante las Reformas Educativas y la Convergencia Europea* (pp. 521-526). San Sebastián: Servicio Editorial Universidad del País Vasco.

Huntley-Fenner, G., Carey, S. y Solimando, A. (2002). Objects are individuals but stuff doesn't count: perceived rigidity and cohesiveness influence infants' representations of small groups of discrete entities. Cognition, 85 (3), 203-221.

Krnel, D., Glazar, S.S. y Watson, R. (2003). The development of the concept of "matter": a cross-age study of how children classify materials. Science Education, 87(5), 621-639.

Macaluso, E. y Driver, J. (2005). Multisensory spatial interactions: a window onto functional integration in the human brain. Trends in Neurosciences, 28(5), 264-271.

Newton, I. (1987). *Principios matemáticos de la Filosofía Natural. 1. Introducción y libro I.* Madrid: Alianza Editorial.

Palacios, J. (1979). *La cuestión escolar. "Críticas y alternativas".* Barcelona: Laia.

Piaget, J. (1934). *La causalidad física en el niño.* Madrid: Espasa-Calpe.

Samuelson, L.K. y Smith, L.B. (2000). Children's attention to rigid and deformable shape in naming and non-naming tasks. Child Development, 71(6), 1555-1570.

Samuelson, L.K. y Smith, L.B. (2005). They call it like they see it: spontaneous naming and attention to shape. Developmental Science, 8 (2), 182-198.

Smith, C., Carey, S. y Wiser, M. (1985). On diferentiation: a case study of the development of the concepts of size, weight and density. Cognition 21, 177-237.

Stavy, R. y Stachel, D. (1985). Children's ideas about "solid" and "liquid". European Journal of Science Education, 7(4), 407-421.

Wallace, M.T. (2004). The development of multisensory processes. Cognitive Processing, 5(2), 69-83.

Veinticinco años de Museos y Centros Interactivos de Ciencia en España

Mª. Pilar Díaz Palacio [1], Isabel Echevarria Ugarte [1], Maite Morentin Pascual[1] y Margarita Cuesta Lorenzo[2]

[1]Dpto. Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. E-mail:mariapilar.díaz@ehu.es;isabel.echevarriau@ehu.es;maite.morentin@ehu.es.[2]Dpto. Química Orgánica II. E-mail: qopculom@lg.ehu.es. Universidad del País Vasco/EHU.

Resumen: El objetivo de este artículo es ofrecer una visión panorámica de la evolución de este tipo de instituciones y de sus posibilidades como recurso educativo para la Educación en Ciencias.

Palabras clave: Museos de Ciencia, Centros de Ciencia, Divulgación científica, Actividades online de los Centros de Ciencia, Relación Escuela-Museo.

Title: Twenty five years of Sciences Centres and Museums in Spain

Abstract: The purpose of this article is to offer a panoramic vision of the evolution of this kind of institutions and of their possibility as educative resource for Science Education

Keywords: Science Museums, Science Centres, Online Activities, School -Museum Relation

Introducción

En 1981 abría sus puertas en Barcelona el Museu de la Ciencia, hoy CosmoCaixa Barcelona, bajo la dirección de Jorge Wagensberg, el primer centro de sus características en nuestro país.

Han pasado ya 25 años de aquella fecha y la idea de contar con lugares "donde el público pueda familiarizarse con los detalles de la Ciencia y la Tecnología, despertar su curiosidad latente y satisfacer por lo menos algunas preguntas" (Oppenheimer, 1968) ha estimulado a organizaciones diversas a la creación de Museos y Centros de Ciencia en muchas ciudades, en número que ronda la veintena. Un elenco de los mismos se encuentra en el Anexo 1. Hemos elegido estos centros porque consideramos que son los más representativos de este tipo de instituciones, han sido visitados por el equipo y hemos seguido la evolución de los mismos desde su inauguración, de diferentes formas (Internet, revistas especializadas, visitas...). No están incluidos los Planetarios erigidos en algunas ciudades y otros Centros de divulgación científica, por no responder al criterio de Museo Interactivo.

El objetivo principal de estos museos sigue siendo el acercar la ciencia al público y "convertir el mundo que nos rodea en algo comprensible y divertido" (Danilov, 1989). El creciente número de visitantes a este tipo de instituciones avalan su aceptación por la ciudadanía en general y por los educadores en particular.

En estos años no sólo ha aumentado el número de estos museos sino que existe también un crecimiento en cada uno de ellos en cuanto a la diversificación de sus contenidos y actividades, sus áreas de influencia y sus formas de comunicación. Se han establecido relaciones entre ellos y con otros museos y centros de ciencia, principalmente a través de ECSITE (European Collaborative for Science, Industry & Technology Exhibitions), relaciones con centros de enseñanza mediante proyectos comunes de aprendizaje de las ciencias y formación de profesorado y también con otro tipo de instituciones interesadas en la divulgación científica.

Todas estas características son comunes a la evolución de los museos de ciencia en todo el mundo. El presente trabajo pretende, después de una breve presentación de algunos de los museos que hay actualmente en España, hacer una aproximación a esta evolución y su repercusión en la educación en ciencias.

Museos y centros de ciencia en España hoy: espacios en constante innovación

Como hemos indicado anteriormente, el número de Museos y Centros de Ciencia ha aumentado considerablemente pero este crecimiento ha sido muy significativo en la última década. De los quince Museos reseñados en el Anexo 1, trece han sido inaugurados a partir de 1995.

Merecen especial mención los museos científicos coruñeses, que han constituido un complejo museístico de divulgación científica a partir de la Casa de las Ciencias inicial, abierta en 1985. Tras el éxito de acogida social pensaron ampliar sus exhibiciones y optaron por una nueva edificación; así, se inauguró Domus-Casa del Hombre diez años más tarde, para albergar exposiciones cuyo eje temático lo constituyen los conocimientos sobre el ser humano. Finalmente, el Aquarium Finisterrae-Casa de los Peces está dedicado a la educación ecológica, buscando despertar en los ciudadanos actitudes de respeto y protección al medio ambiente (Núñez, 2000). Es el caso de tres centros en una misma ciudad.

Otra forma diferente de solucionar la necesaria ampliación e innovación de contenidos la constituye el nuevo museo de la ciencia de Barcelona, CosmoCaixa. Después de 20 años de trayectoria y de haber sido el referente de su género en España, cerró sus puertas en junio de 2002 para renovar casi por completo sus instalaciones y fue reinaugurado dos años más tarde, tras ampliar sus espacios expositivos cuatro veces más. Del mismo modo, el Parque de las Ciencias de Granada se encuentra en la cuarta fase de su ampliación que se puede seguir día a día mediante sus webcams y participar en sus foros virtuales.

Uno de los *retos* que tienen los Museos de Ciencia si quieren seguir cumpliendo los objetivos, anteriormente mencionados, es decir, la alfabetización científica y el apoyo a la enseñanza de la ciencia en la educación formal, es *su permanente actualización*. (Delacôte, 2003).

Durante estos 25 años, todos los centros, incluso los inaugurados recientemente, han renovado sus secciones y sus actividades, adaptándose a la demanda actual de la sociedad, a los avances de la ciencia y la tecnología y, de forma particular, a los resultados que emanan de la investigación en Didáctica de las Ciencias. Para evaluar esta renovación

hemos constatado los cambios realizados en las exposiciones permanentes, en las actividades, en las ofertas didácticas y en el contenido de las páginas web.

La diversificación de actividades ha traído consigo un crecimiento de sus áreas de influencia y del número de visitantes: niños y jóvenes en periodo escolar y fuera de él, familias, personas de la tercera de edad, grupos con necesidades educativas especiales, educadores, etc. Como ejemplo, los Museos coruñeses han pasado de tener 150.000 visitantes el año 1995 (Ecsite Directory 1995) a 700.000 en el 2004 (Núñez, entrevista en TVE 2).

Otro aspecto en el que la innovación es muy palpable es la ampliación de las estrategias de comunicación utilizadas. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han permitido tanto a los visitantes del museo, como a aquellos que por diferentes circunstancias no acceden al museo, un acercamiento a los contenidos del centro de forma interactiva y personalizada.

Nos vamos a detener de forma especial en las páginas web de estos museos, cuyo formato, diseño, contenido, etc. ha experimentado un cambio espectacular en muy pocos años. Este hecho se puede comprobar fácilmente comparando las páginas web de hoy con estudios sobre las mismas realizados hace un quinquenio (Cuesta et al. 1999, Baratas 1999).

Las páginas web de esos Museos -que contienen textos, imágenes, videos, webcams y otras muchas posibilidades de comunicación (conferencias online, chats...)- presentan la información en un formato no lineal y pueden ser un instrumento muy importante en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias (Cuesta et al. 2002).

Su utilización puede servir, para realizar una *visita virtual* a las exposiciones, o bien, pueden ser fuente de *recursos educativos* en Ciencias de la Naturaleza.

La visita virtual a los museos es una de las formas que tienen de dar a conocer sus contenidos, ya sean colecciones de objetos e instrumentos científicos de valor histórico, o bien módulos, en su mayor parte interactivos, que explican los principios científicos y las leyes de la naturaleza. Se pueden utilizar con fines didácticos por profesores y educadores para la preparación o síntesis final de una visita presencial con su alumnado, o bien para la motivación y profundización del aprendizaje de determinados temas (Díaz et al. 2005).

Las páginas dedicadas a los *recursos educativos* son atrayentes y lúdicas, contienen informaciones, demostraciones, juegos, experimentos interactivos para realizar on line, en casa, en el aula... con sugerencias para ser realizados en la familia. Un ejemplo a destacar es la página Experimentalia del Miramón Kutxaespacio de San Sebastián; en ella se presentan experimentos de distintas áreas de la física, biología, comunicación, describiendo el material necesario, el diseño del experimento con animación flash y una explicación del principio científico que subyace a la experiencia. Otro ejemplo lo constituiría el Museo de la Ciencia y del Agua de Murcia que invita a realizar un test de autoevaluación de conocimientos sobre la naturaleza, propiedades físicas etc., del agua. En la página web de los museos CosmoCaixa podemos descubrir enigmas a través de juegos

interactivos simulando la utilización de diferentes sentidos. Las webcams de los Museos Científicos Coruñeses o del Miramón Kutxaespacio de San Sebastián permiten contemplar imágenes reales del cielo, del mar y en general del entorno físico del Museo.

Relación Museo-Escuela

Entre las relaciones de estos Centros con otras instituciones, queremos destacar por su importancia en la educación científica, la conexión con los centros educativos. Así se ha reconocido recientemente en las Jornadas Internacionales "Los museos de Ciencias y la Escuela", celebradas en Buenos Aires en Agosto de 2005.

Cuando se inauguraron los primeros centros de ciencia, era el primero de los objetivos citados al comienzo de este trabajo, promover la alfabetización científica del público en general, el que se quería potenciar especialmente, ya que se consideraba que en una sociedad dominada por la ciencia y la tecnología era vital que la ciudadanía poseyera los conocimientos que le permitieran comprender los avances que se estaban produciendo en este campo.

Sin embargo, con el paso de los años, si bien esa idea se ha ratificado ampliamente, el segundo objetivo, es decir, contribuir a la construcción del conocimiento científico escolar, favoreciendo actitudes positivas hacia la ciencia, se ha consolidado como igualmente primordial, tras acordar que los ciudadanos del mañana deberán ser copartícipes del desarrollo de la cultura científica a todos los niveles (Dierking et al. 2004; Echevarría et al. 2005).

Por este motivo, los museos y centros de ciencia han ido incluyendo entre sus actividades más representativas talleres, visitas-guiadas, materiales y juegos didácticos, etc. dirigidas especialmente a los escolares, de forma que la enseñanza formal en el aula tenga su complemento en el museo. En este punto hay que señalar el papel destacado que tienen los profesores y educadores en general, ya que ellos son el nexo de unión entre el curriculum escolar y los contenidos científicos del museo.

a) ¿Qué aportan los museos al proceso de construcción del conocimiento científico?

Los museos proporcionan un contexto físico muy diferente al escolar. Cuando los niños y niñas visitan un centro de ciencia *juegan y disfrutan* como parte del proceso de aprendizaje, aspecto éste que además de ser motivador, favorece la realización de actividades y la adquisición de competencias. Jugar con las manos y con la mente no son actividades excluyentes, sino que normalmente una cosa conduce a la otra. Por ello, los museos han reforzado en estos años la idea de crear ambientes interactivos que estimulen y motiven más que eduquen, ya que el verdadero aprendizaje se producirá posteriormente en la escuela.

Estos centros también proporcionan a los estudiantes acceso a los procesos mediante los cuales *los científicos han desarrollado nuevos conocimientos*; los propios módulos y exposiciones facilitan a los estudiantes la recopilación de datos en formas diferentes a las que se llevan a cabo en un laboratorio escolar, la realización de observaciones y comparaciones, la emisión de hipótesis, el poder establecer relaciones entre

ideas, comunicarlas y contrastarlas con otras experiencias, etc. De esta forma, el alumnado puede reafirmar o cuestionar sus ideas y dar sentido al mundo que le rodea.

Gil y colaboradores (2004) nos recuerdan que el primer paso para dar sentido a nuestro mundo es familiarizarnos con él. Plantearnos cuestiones sobre nuestro mundo viene determinado por nuestra propia experiencia y por una serie de experiencias interrelacionadas que confieren un carácter significativo al aprendizaje. Una de las contribuciones más importantes que proporcionan los museos de ciencias es facilitar que nos enfrentemos con *'fenómenos reales'* y en muchos casos, experimentar en una variedad de situaciones estos 'fenómenos reales' a través de interacciones sensoriales, es un paso importante para desarrollar competencias específicas (Guisasola et al. 2005). En este sentido conviene distinguir entre manipulación e interacción, ya que no siempre se cumple que una manipulación provoca una implicación intelectual; parafraseando a Wagensberg se puede decir que la verdadera interacción debe ser hands-on, minds-on y heart-on (manipulativa, intelectual y sensitiva).

No obstante, es necesario tener en cuenta que, en la actualidad, los museos de ciencia no tienen unos objetivos centrados exclusivamente en la mejora del conocimiento de conceptos científicos sino que tienden a impulsar objetivos más amplios relacionados con la cultura, el desarrollo personal, las actitudes y la socialización. Hodson (1996) describe estos amplios objetivos dentro de las características de la alfabetización científica, es decir, 'aprender ciencia' (adquisición de conocimientos), 'hacer ciencia' (implicaciones manuales y prácticas) y 'aprender sobre la ciencia' (cómo se hace ciencia, su naturaleza, su relevancia social...).

Para ello, los museos de ciencias ofertan cada vez más *actividades complementarias* a la exhibición propiamente dicha, como por ejemplo:

- materiales didácticos para el alumnado y para el profesorado, con el objetivo de favorecer la preparación de la visita, su realización y posterior reflexión y/o obtención de conclusiones (Ej: Miramón KutxaEspacio de la Ciencia)

- talleres didácticos relacionados con temas de actualidad o adaptados a los diferentes niveles educativos (Ej: Cosmocaixa, Madrid)

- seminarios para profesores, educadores, etc. (Ej: Cosmocaixa, Barcelona)

- visitas guiadas, adaptadas a las características del grupo y al tipo de contenido a trabajar (la mayoría de los centros).

- programas didácticos en los que participan escuelas cercanas (o lejanas, vía Internet) e incluso otros centros de ciencia (Ej: Cosmocaixa, Barcelona)

- proyectos de formación en relación con la universidad o centros de formación de profesorado (Ej: Centro Principia, Málaga)

- conferencias, cursos, convocatorias de premios… (Ej: Coruña)

Respecto a las múltiples dimensiones del aprendizaje, Falk y Dierking (2000) consideran que el aprendizaje en las visitas a museos se desarrolla en un contexto más amplio: además del contexto físico del museo, hay que tener en cuenta el contexto personal del estudiante, que incluye los intereses, expectativas y motivaciones del propio visitante, junto con una amplia gama de conocimientos y experiencias anteriores. Pero además, existe un tercer aspecto que no se puede menospreciar: *el contexto social* que les proporciona oportunidades para la interacción social y el aprendizaje cooperativo, por lo que "aprender juntos" es uno de los lemas que ha contribuido a que estas instituciones sean consideradas como recursos válidos de aprendizaje no formal.

Sin embargo, queremos citar a Feher y Rice (1992) para recordar que "aunque la inmersión en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje tenga lugar, no es condición suficiente". Hace falta que la visita al centro quede integrada dentro del currículum escolar, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero.

b) ¿Qué aporta la escuela al proceso de construcción del conocimiento científico?

La escuela es la responsable de la *integración de las visitas* a un museo o centro de ciencia con el currículum escolar. Hoy en día, los organismos oficiales de enseñanza están impulsando al profesorado para que tenga en cuenta en sus programaciones curriculares de aula las salidas de campo en general y las visitas a museos y centros de ciencias, en particular. Pero como ya se ha comentado anteriormente, los maestros y maestras deben concienciarse de que se aprende mucho en contextos no formales, por lo que deberán preparar a su alumnado para dicho aprendizaje, sin olvidar que para el propio profesorado también son contextos eficaces de aprendizaje, ya que les proporcionan diferentes puntos de vista sobre la ciencia a la vez que aumentan sus posibilidades pedagógicas (Smith et al. 1998).

En estos últimos años, la investigación ha demostrado que el profesorado deberá *preparar la visita al museo*, incluyendo actividades para antes, durante y después de la visita, para que el aprendizaje sea realmente significativo. Esta labor que exige un importante esfuerzo a maestros y maestras, que sin duda se verá recompensado al comprobar que las actitudes de los escolares hacia la ciencia y hacia el museo de ciencia en particular se han visto favorecidas; quieren volver al centro y animan a amigos y familiares para que lo visiten (Guisasola y Morentin 2005)

Por último, la escuela tiene la labor de aportar a los museos de ciencias el feed-back necesario para facilitar la continua innovación educativa del centro. El profesorado debe ser miembro activo del proceso, participando en aquellas actividades que sean de su interés de entre las que el centro oferta y proporcionando sugerencias de mejora (Cox-Petersen 2003).

Desde nuestra experiencia como formadores de educadores que llevamos utilizando este recurso a lo largo de varios años desde diferentes perspectivas educativas e investigadoras hemos sido testigos de su evolución y de su eficacia en el aprendizaje de las Ciencias desde un punto de vista cognitivo, procedimental y actitudinal.

Finalmente queremos mostrar nuestro agradecimiento a todas aquellas personas –unas por todos conocidas y otras que posiblemente permanecerán en el anonimato- que con su ilusión, creatividad y esfuerzo han hecho posible esta realidad a lo largo de estos veinticinco año.

Referencias bibliográficas

Baratas, L.A. y Del Egido, M.A. (1999) Museos científicos en Internet. *Museum International*, 204, 51 (4), 35-41.

Cox-Petersen, A.M.; Marsh, D.D.; Kisiel, J. y Melber, L.M. (2003) "Investigation of guided school tours, student learning and science reform recommendations at a Museum of Natural History". *Journal of Research in Science Teaching* 40 (2) 200-218.

Cuesta, M.; Diaz, M.P.; Echevarria, I. y Morentin, M. (2002) *La divulgación Científica a través de los Museos y Centros de Ciencia en Internet.* Soporte electrónico. Actas Congreso Internacional "La Ciencia ante el público. Cultura humanista y desarrollo científico-tecnológico", Salamanca 2002. Univ. de Salamanca.

Cuesta, M.; Diaz, M.P.; Echevarria, I. y Morentin, M. (1999)"Los museos y centros de ciencia en Internet " *Alambique*, 21, 49-52

Danilov, V.J. (1989) «El Exploratorium de San Francisco veinte años después». *Museum* 163, 155-159.

Delacôte, G. (2003) "Apoptosis: the way for science centres to trive" *Int. Journal of Technology Management*, 25 (5), 371-380.

Díaz, M.P.; Echevarria, I.; Morentin, M. y Cuesta, M. (2005). *Museos y Centros de Ciencia: Un recurso didáctico para la Educación Primaria*. Ponencia en el Curso de Formación del Profesorado de Enseñanza Primaria. UIMP. Santander 2005 (en prensa).

Dierking,L.D./Ellenbogen, K.M./Falk, J.H. (2004) In principle, in practice: perspectives on a decade of museum learning research (1994-2004). *Science Education* 88 (Suplem.1). S1-S3

Echevarria Ugarte, I./ Cuesta Lorenzo, M. /Díaz Palacio, M.P. y Morentin Pascual, M. (2005). "Aportaciones de los Museos y Centros de Ciencias a la Educación Científica: Una investigación con estudiantes de la Diplomatura de Educación Social"*. Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso, 1-7.

Falk, J.H. y Dierking, L.D. (2000) *Learning from Museums.* Altamira Press. Maryland.

Feher, E. y Rice, K. (1992) "Children's conceptions of color" *Journal of Research in Science Teaching* 29 (5), 505-520.

Gil, D.; Vilches, A.; González, M. y Edwards, M. (2004) "Las exposiciones y museos de ciencias como instrumentos de reflexión sobre los problemas del planeta". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1 (1), 66-69.

Guisasola, J.; Azcona, R.; Etxaniz, M.; Mujika, E. y Morentin, M. (2005) "Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares

a los museos de ciencias". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 2 (1), 19-32.

Guisasola, J. y Morentin, M. (2005) "Museos de ciencias y aprendizaje de las ciencias: una relación compleja". *Alambique* 43, 58-66.

Hodson, D. (1996) "Practical work in school science: exploring some directions for change". *Int. Journal of Science Education,* 18 (7), 755-760

Núñez R. (2000). Casa de las Ciencias. Domus. Aquarium- Finisterrae. A Coruña. *Alambique* 26, 35-40

Oppenheimer, F. (1968) "A rationale for a Science Museum". *Curator* 11 (3):206-210.

Smith, W.S.; Mclaughlin, E. y Tunnicliffe, S.D. (1998) "Effect on Primary level students of Inservice Teacher Education in an Informal Science setting". *Journal of Science Teacher Education* 9 (2), 123-142.

Anexo 1: ALGUNOS MUSEOS Y CENTROS DE CIENCIA DE ESPAÑA

- Museos Científicos Coruñeses:
  1. Casa de las Ciencias. La Coruña (1985)
  2. Domus-Casa del Hombre. La Coruña (1995)
  3. Aquarium Finisterrae-Casa de los Peces. La Coruña (1999)
- Museo de la Ciencia y el Cosmos. La Laguna. Tenerife (1993)
- Parque de las Ciencias. Granada (1995)
- Museo de la Ciencia y del Agua. Murcia (1996) I
- Museo de las Ciencias de Castil1a-La Mancha. Cuenca (1999)
- Centro de Ciencia Principia. Málaga (1999)
- Casa de las Ciencias. Logroño (1999)
- Museo Elder de la Ciencia y la Tecnología. Las P. de G. Canaria(1999)
- CosmoCaixa. Alcobendas. Madrid (2000)
- Museo de las Ciencias Príncipe Felipe. Valencia (2000)
- Miramón- Kutxaespacio de la Ciencia. San Sebastián (2001)
- Museo de la Ciencia. Valladolid (2003)
- CosmoCaixa. Barcelona (25/11/2004) (Inauguración del nuevo museo de la Ciencia de Barcelona, existente desde 1981)

Experimentos de bajo coste en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias. Un proyecto europeo

Mª Carmen Pérez de Landazábal Expósito[1], Mª Piedad Martín Pérez[2] y Lina Sierra Ayala[3]

CSIC-Universidad de Alcalá. Departamento de Física. UAH. Campus Externo. Carretera de Barcelona km. 33.300. 28804-Madrid. E-mail: 1: carmen.perez@uah.es; 2:piedad.martin@uah.es y 3: lina.sierra@uah.es

Resumen: Esta comunicación describe el proyecto europeo Sócrates Comenius 2.1 "CON-SCIENCE: Science as a Tool for Life: Conceptual Change"[1], sus objetivos, metodología, productos, etc. El proyecto, dirigido a la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias, ha sido financiado por la Comunidad Europea y en él participan ocho instituciones europeas. Por último, dado que uno de los objetivos fundamentales del proyecto es diseñar y elaborar experimentos científicos con materiales económicos, se ha seleccionado dos experimentos para incluirlos en este póster a título de ejemplo.

Palabras clave: Formación Inicial de Profesores de Ciencias, experimentos científicos de bajo coste económico, procedimientos científicos, aproximación lingüística.

Title: Inexpensive experiments in Initial Science Teacher Training. An European project.

Abstract: This paper describes the European Socrates Comenius 2.1 project 'CON-SCIENCE: Science as a Tool for Life: Conceptual Change', financed by the European Community trough Socrates programmes. The project is addressed to Initial Teacher Training in Science for Secondary School. Project aims, methodology and products are also described. Eight European Institutions are involved. Finally, as one of the project main aims is to design and elaborate non-expensive scientific experiments, two of them has been selected to be included in this paper as a practical example.

Keywords: Initial Science Teacher Training, non-expensive scientific experiments, scientific procedures, linguistic approach.

Antecedentes

Esta comunicación presenta un proyecto europeo Sócrates Comenius 2.1., proyectos cuyo objetivo es contribuir a la mejora de la formación inicial del profesorado por medio del intercambio de experiencias entre los diferentes países europeos participantes. El proyecto nace de la preocupación que los miembros del mismo muestran ante los informes Pisa

[1] El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta comunicación es responsabilidad exclusiva de su autor. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

(OECD 2001, 2003) que reflejan las carencias en la competencias científicas de los alumnos de Educación Secundaria de 14 y 15 años de España, Italia, Alemania y Portugal, entre otros países. Otro problema constatado en dichos países es la disminución progresiva en el número de estudiantes universitarios en carreras de Ciencias (Merino, 2002; Zamora, 2004), lo cual podría dar lugar a un menor número de profesores de Ciencias en un futuro cercano y crearía dificultades a la hora de cubrir las demandas de los centros escolares en el siglo XXI.

En el Seminario organizado por la Fundación Santillana (2006) para presentar la evaluación PISA 2006, los expertos destacaron la discrepancia entre las capacidades que evalúa el PISA y los objetivos de la enseñanza de las ciencias en una mayoría de los centros escolares españoles. PISA define la capacidad científica como *"la capacidad para identificar preguntas y obtener conclusiones a partir de pruebas*..." y por ello supera la simple evaluación de conocimientos científicos. En cambio, los criterios de evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria (MEC, 1995) conceden más importancia a la adquisición de conocimientos conceptuales que al desarrollo de procedimientos científicos. De ahí que un alto porcentaje de nuestros alumnos no esté acostumbrado a hacer análisis cualitativos de situaciones cotidianas, ni a emitir hipótesis sobre las mismas, ni a analizar datos, ni a poner a prueba modelos (científicos) para hacer predicciones o dar explicaciones y, entonces, resulta normal que no se obtengan buenos resultados en una prueba que evalúa dichas habilidades.

Marco teórico

Este proyecto se enmarca en un enfoque constructivista del aprendizaje (Driver, 1993; Gil et al., 2002) en el cual el alumno construye activamente su aprendizaje a partir de la explicitación de sus ideas previas sobre el fenómeno en estudio para conseguir un aprendizaje significativo en la línea de Ausubel. Como señala Lillian McDermott (2001), resumiendo los resultados de más de dos décadas de investigación sobre el aprendizaje de las ciencias, "la enseñanza tradicional no consigue superar algunas dificultades conceptuales" ni potenciar "las conexiones entre conceptos, representaciones formales y el mundo real". La enseñanza expositiva, los laboratorios tipo "receta de cocina" y la evaluación mediante problemas cuantitativos tipo estándar muestran una y otra vez su ineficacia. La alternativa es la implicación activa del estudiante en su propio aprendizaje, lo que, además de tener una base fundamentada en la psicología de la educación, ha demostrado repetidamente ser eficaz a la hora de conseguir aprendizaje significativos.

En base a la argumentación propuesta, el proyecto pretende diseñar contextos de aprendizaje que trabajen los procedimientos (Lawson, 1994; Pro, 1998) y faciliten el desarrollo de destrezas mediante la interacción del alumno con experiencias motivadoras que le permitan explicitar sus esquemas conceptuales previos sobre los fenómenos en estudio, contrastarlos tanto con la información recogida como con las ideas de sus compañeros y argumentar adecuadamente para defender sus opiniones o para refutar la de los otros.

Por otra parte, el proyecto intentará una aproximación lingüística explicando al alumno los términos científicos que puedan conducirle a una interpretación errónea. Muchas veces, los problemas de comprensión no sólo se deben a la carencia de conocimiento científico, sino a la pobreza del lenguaje específico por parte de los alumnos o a la interferencia del lenguaje científico con el lenguaje cotidiano (Galagovsky, Bonán y Adúriz, 1998).

En nuestra opinión esta metodología puede favorecer también la motivación del alumno hacia la ciencia (Alonso Tapia, 2005) e incrementar la confianza en sí mismo pues, al convertirle en miembro activo de su propio proceso de aprendizaje, le permite valorar sus avances. Para potenciar la motivación se ha abandonado la práctica de laboratorio tradicional (Hodson, 1994; McDermott, 2001) para potenciar la realización de experimentos científicos con elementos de la vida diaria que el alumno puede efectuar también en casa.

Por último, este planteamiento requiere un cambio en el papel del profesor que ya no puede ser un mero transmisor de conocimientos sino que debe ser un guía que proporcione al alumno experiencias educativas que le permitan vincular sus conocimientos previos con la nueva información que recibe, haciéndola significativa. Una posibilidad de encarar el problema es incidir en esa línea durante el proceso de formación de los futuros profesores de Ciencias. Por eso nuestros materiales se implementarán en el aula durante las prácticas que los futuros profesores realizan en los centros escolares para adquirir el Certificado de Aptitud Pedagógica. Además, el proyecto prevé que los futuros profesores compartan sus experiencias con las realizadas en los países durante las visitas de intercambio, lo que contribuirá a su perfeccionamiento profesional.

Objetivos

El objetivo fundamental del proyecto es promover la calidad e innovación de la enseñanza de las Ciencias tratando de uniformizar estándares dentro del marco europeo, para lo cual se identifican una serie de objetivos específicos que enumeramos a continuación:

- Promover acciones de movilidad de los futuros profesores durante su formación inicial.

- Intercambiar información y buenas prácticas en la enseñanza de las Ciencias entre los profesores en ejercicio y los profesores en formación de los diferentes países participantes.

- Diseñar materiales que, basados en experimentos con materiales económicos, permitan a los estudiantes trabajar los procedimientos científicos y el léxico científico específico.

- Evaluar la idoneidad de los materiales diseñados y el aprendizaje que los mismos producen en los alumnos implicados en la experimentación.

Miembros del proyecto

El proyecto tendrá una duración de tres años desde octubre 2004 a septiembre de 2007 y en él participan ocho instituciones europeas, tres de ellas españolas: la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad de Alcalá, la Universidad SEK de Segovia; dos italianas la Universidad de Sassari en Cerdeña y la de Pavia; *The Education Centre* en Tralee en Irlanda; el *Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung* en Rottweil (Alemania) y la Universidad de Pitesti (Rumania).

Metodología

El plan de trabajo se desarrolla en diversas fases. En una primera fase y a partir de un análisis de necesidades en el que se estudian y comparan los programas de formación inicial de profesorado de los diferentes países miembros del proyecto, se seleccionan una serie de temas curriculares comunes que se consideran esenciales. Para cada tema se efectúa un análisis bibliográfico de los esquemas conceptuales alternativos existentes en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y cada miembro del proyecto elabora diversos experimentos con su correspondiente guía didáctica y un glosario de términos científicos.

Los experimentos deberán permitir trabajar los procedimientos de forma que los alumnos pongan a prueba sus ideas previas sobre el tema abordado. Los investigadores deben preparar también un conjunto de cuestiones cualitativas para identificar los esquemas mantenidos por los alumnos, cuestiones que durante la implementación en el aula serán utilizadas como pruebas de pre y postest.

En una segunda fase cada uno de los miembros del proyecto implementará los materiales diseñados en su propio país con una metodología de aula que implique:

- Aplicación del pretest para identificar los esquemas conceptuales de los alumnos sobre el tema.

- Planteamiento de cuestiones cualitativas relativas al experimento que permita al alumno efectuar predicciones sobre el mismo (tareas de iniciación).

- Realización del experimento para que el alumno contraste sus predicciones con los resultados del experimento y los discuta con sus compañeros tratando de argumentar los puntos débiles y fuertes de su predicción inicial (tareas de reestructuración). Los alumnos deben presentar sus conclusiones (desarrollo de destrezas de comunicación) y discutirlas también con el profesor.

- Planteamiento de nuevas situaciones o experimentos sobre el tema para afianzar un modelo conceptual más “científico” (tareas de aplicación).

- Aplicación del postest para evaluar la eficacia de los materiales o su posible modificación.

En una última fase, los profesores en formación inicial viajarán a los diferentes países que forman parte del proyecto mediante un programa

Sócrates de Movilidad. Esta implementación a nivel europeo sirve de evaluación tanto de los experimentos como del proceso del proyecto.

Materiales diseñados

Los criterios para la selección de los temas fueron: presencia en todos los planes de estudio de los países miembros del proyecto, grado de persistencia de los esquemas alternativos implicados, cotidianeidad de los contenidos temáticos para el alumno y factibilidad de la experimentación en el aula. Ello condujo a descartar temas relacionados con la cinemática y la dinámica, menos motivadores y más difíciles de contrastar experimentalmente. Tampoco se consideró la electricidad debido a que en algunos países se introduce en el área de la tecnología. Con estos requisitos los temas elegidos fueron: *Calor y temperatura*, *Propiedades del agua y del aire* y *Cambios físicos y químicos*.

Como ejemplo se presentan dos experimentos relativos a *Propiedades del agua y del aire*, que permiten que los alumnos discutan cuestiones como "¿El aire ocupa un espacio? y ¿El aire pesa?".

Estos experimentos permiten trabajar esquemas alternativos como

- Solamente los gases con color tienen materialidad: los gases invisibles como el aire son inmateriales (Séré, 1982).
- Los gases son penetrables y, como consecuencia, no ocupan espacio y no tienen volumen (Benson, Wittrock y Baur, 1993; Séré, 1982).
- Un émbolo vuelve a su sitio porque "el vacío chupa" (Hierrezuelo et al., 1992).
- El aire contenido en un recipiente cerrado no pesa y por tanto no ejerce presión. Sólo cuando está en movimiento ejerce presión. (Hierrezuelo et al., 1992).

Para contestar la pregunta ¿El aire ocupa un espacio?, se utiliza el montaje de la Figura 1, dónde el embudo está sellado herméticamente al cuello de la botella por medio de plastelina o silicona. Al alumno se le plantea la cuestión de si es posible llenar completamente de agua la botella. Tras discutir sus ideas con los compañeros, debe escribir sus predicciones antes de realizar el experimento. Finalizado éste debe contrastar el resultado obtenido con sus predicciones e intentar sacar conclusiones.

Figura 1. El aire ocupa lugar.

El objetivo es que el alumno asimile que los gases, al igual que los líquidos y los sólidos, ocupan un volumen. Como actividad de aplicación

posterior se les pide que, a partir de su experiencia cotidiana, diseñen un procedimiento para completar el llenado de la botella (pasando una pajita estrecha por el embudo como cuando toman un refresco, por ejemplo, de forma que al ir sacando el aire pueda entrar más agua). Otra actividad complementaria, dónde pueden comprobar que el aire sólo se puede comprimir hasta cierto límite, es que los alumnos experimenten la compresión y expansión del aire en el interior de jeringuillas cerradas herméticamente.

Para discutir la cuestión ¿El aire pesa?, se utiliza el experimento de la Figura 2. A los alumnos se les plantea si el agua subirá por el interior de un vaso ligero colocado boca abajo en una vasija grande con agua. Los alumnos hacen las correspondientes predicciones y realizan el experimento. Una vez constatado que el agua no sube, se les pide que propongan un método para conseguirlo. El procedimiento adecuado se presenta en la figura.

Figura 2. El aire pesa.

Conclusiones

Hasta el momento el proyecto ha desarrollado solamente su primera fase, de la cual se puede concluir que:

- La discusión de los temarios y metodologías de los diferentes países participantes ha constituido un enriquecimiento profesional de los miembros del proyecto al permitir constatar una problemática común en lo relativo a la enseñanza de las Ciencias en la Educación Obligatoria.

- Esta problemática se materializa en un déficit en el aprendizaje de procedimientos científicos de los alumnos de este nivel educativo, destreza considerada fundamental en los estándares europeos (PISA).

- Para abordar este problema se ha consensuado el diseño de experimentos con material de bajo coste y por tanto de fácil aplicación en el aula sobre un conjunto de temas comunes a todos los países.

Referencias bibliográficas

Alonso Tapia, J. (2005). *Motivar en la escuela, motivar en la familia.* Madrid: Ediciones Morata.

Benson, D.L., Wittrock, M.C. y Baur, M. (1993): Students' preconceptions of the nature of gases. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (6), 587-597.

Driver, R. (1993). Una visión constructivista del aprendizaje y sus implicaciones para la enseñanza de las Ciencias. En *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias*. Madrid: MEC-CIDE.

Fundación Santillana. (2006). *La enseñanza de las Ciencias y la evaluación PISA 2006*. VII Seminario de Primavera. Madrid, 22 de mayo.

Galagovsky, L., Bonán, L. y Adúriz-Bravo, A. (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 315-321.

Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A.M., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené, A., Dumas-Carré, A., Tricárico, H. y Gallego, R. (2002). Defending constructivism in Science Education. *Science & Education*, 11, 557-571.

Hierrezuelo (Ed.) et al. (1992): *Ciencias de la Naturaleza. Educación Secundaria Obligatoria Ciclo 12 – 14. 1er Curso. Comentarios*. Vélez-Málaga: Elzevir.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.

Lawson, A. E. (1994). Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 165-187.

McDermott, L. C. (2001). Oersted Medal Lecture 2001: Physics education research: The key to student learning, *American Journal of Physics,* 69, 1127-1137.

Ministerio de Educación y Ciencia. (1995). Real decreto 1390/1995 (modificación del R.D. 1345/1991) por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.

Merino, M. (2002). La crisis de la física: una crónica de la Semana Europea de Ciencia y Tecnología 2000. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 185-190.

OECD (2001). *Knowledge and Skills for Life. First Results from PISA 2000*. Paris: OECD.

OECD (2003). *Literacy Skills for the World of Tomorrow. Further Results from PISA 2003*. Paris: OECD

Pró Bueno, A. de. (1998)¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp. 21-41.

Séré, M.G. (1982): A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *European Journal of Science Education,* 4, 299-309.

Zamora, J. (2004). *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-técnicas? El tránsito de la enseñanza secundaria a la universidad*. Informe FECYT, octubre 2004.

Recursos audiovisuales para la enseñanza-aprendizaje de la química en la World Wide Web

Àngels Galán Giró

Grupo Consolidado de Innovación Docente de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática. Universidad de Barcelona. E-mail: angels.galan@telefonica.net

Resumen: Los medios audiovisuales utilizados en la didáctica de la química han tenido una evolución acorde con los medios tecnológicos que se han ido desarrollando a lo largo del siglo XX. Actualmente se dispone de entornos de aprendizaje basados en tecnologías digitales, y se pueden utilizar recursos basados en la World Wide Web de una manera innovadora. No obstante, debe poseerse un conocimiento adecuado de cuales son los recursos audiovisuales a los que se puede tener acceso a través de la web. Por ello se ha realizado una búsqueda específica de este tipo de recursos y se ha creado una base de datos para conservar y gestionar los materiales localizados en la web.

Palabras clave: Química, audiovisuales, web

Title: Audio-visual resources for the teaching-learning of the chemistry in the World Wide Web

Abstract: The audio-visual means used in chemistry education have had an evolution accordant with the technological means that have kept being developed throughout the 20th century. At present, we have environments of learning based on digital technologies, and resources based on the World Wide Web in an innovative way can be used. However, an adequate knowledge must be had of which are the audio-visual resources that can be accessed through the web. Thus, a specific search for this type of resources was carried out, and a database has been created to keep and to manage the located materials in the web.

Keywords: Chemistry, audiovisuals, web

Introducción

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha hecho extraordinariamente fácil crear, distribuir y guardar información. Internet y especialmente la World Wide Web ya no es un posible recurso que debe considerarse en la enseñanza-aprendizaje de una materia determinada o en una investigación, sino que se ha erigido en un instrumento necesario, con independencia del campo científico de que se trate (Martínez el al., 2001). A medida que la tecnología audio/video se generaliza, se produce un aumento considerable del contenido multimedia e hipermedia asequible a través de la web.

Los medios audiovisuales empleados en la didáctica de la química han tenido una evolución en consonancia con los medios tecnológicos que se

han ido desarrollando a lo largo del siglo XX. Cada vez más, las actuales tecnologías educativas –DVD y ordenadores– también están siendo utilizados en el aula para representar los fenómenos químicos de maneras innovadoras (Habraken, 2004). Por otra parte, desde mediados de los noventa, los recursos basados en la web se han vuelto ampliamente asequibles y dirigidos a una variedad de temas de química (Dorland, 2002).

Aprovechando las posibilidades de los multimedia e hipermedia basados en la web, pueden realizarse actividades que requieren que los estudiantes tengan en cuenta la correspondencia entre diversas representaciones del mismo fenómeno, lo cual favorece que los efectos instructivos sean más duraderos (Ardac y Akaygun, 2004). También pueden realizarse planteamientos instructivos basados en problemas abiertos, en entornos de aprendizaje colaborativo (Slocum et al., 2004) o cooperativo entre estudiantes, tanto en situaciones presenciales como no presenciales, con resultados satisfactorios ya que permiten un aumento de protagonismo por parte del alumnado en su propio aprendizaje (Llitjós et al., 2005).

Localización de recursos audiovisuales en la web

Cuando se impuso la flexibilidad del protocolo http y del lenguaje HTML de las páginas web, transcurrió poco tiempo para que prácticamente toda la información disponible en Internet se volcara en la WWW. En la actualidad la web permite el acceso a millones de documentos y el sistema más utilizado para localizar la información deseada es a través de los buscadores o robots de búsqueda.

Para localizar recursos audiovisuales en la web es necesario utilizar un buscador específico de las extensiones de archivo correspondientes a formatos audiovisuales (AVI, DivX, MPEG, Real, QuickTime). Entre ellos cabe destacar a Alltheweb, Altavista y Yahoo, los cuales, a través de una búsqueda simple o avanzada, permiten seleccionar el tipo de formato deseado. Es de destacar que proporcionan una imagen de cada uno de los resultados obtenidos, así como una pequeña descripción relacionada con el documento, el tiempo de duración, el tamaño, el formato y el vínculo para poder acceder al recurso seleccionado. En la figura 1 se muestran diversas imágenes correspondientes a algunas pantallas de resultados.

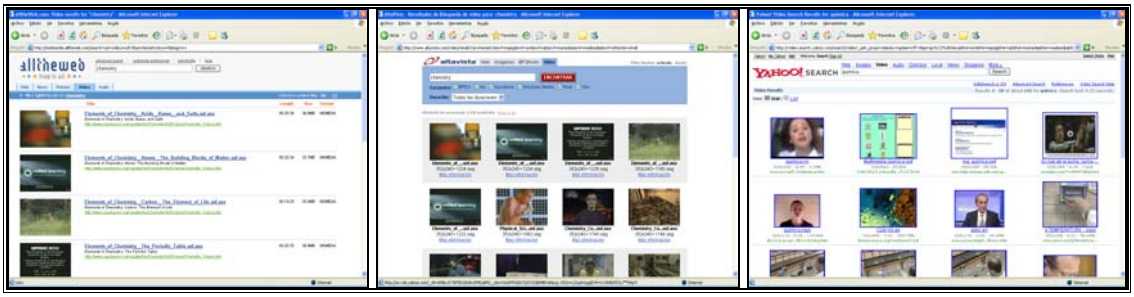


Figura 1. Pantallas de resultados de una búsqueda realizada con Alltheweb, Altavista y Yahoo!.

Se efectuó una búsqueda de recursos audiovisuales relacionados con la química empleando el buscador Alltheweb. Los más de dos mil recursos localizados y seleccionados se descargaron des de su ubicación en la web y se guardaron en formato digital para su estudio posterior. Para poder

gestionar la información obtenida de su valoración tanto desde un punto de vista formal como didáctico se creó la base de datos documental «AV-QUÍMICA-WWW». En la figura 2 se muestra la pantalla de consulta general. Cabe destacar que con la creación de los correspondientes vínculos informáticos, es posible visualizar los recursos seleccionados en la pantalla del ordenador desde la misma base de datos.

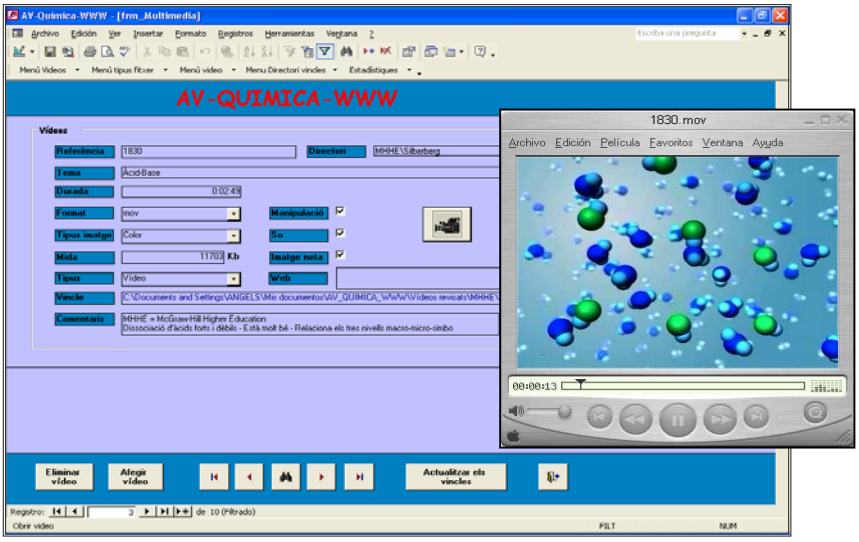


Figura 2. Pantalla de uno de los registros de la base de datos «AV-QUIMICA-WWW» con una imagen del documento al cual está vinculado y que se obtiene al clicar encima de .

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral «Análisis de documentos audiovisuales desde la didáctica de la química» (Galán, 2006). La confección de la base de datos descrita anteriormente, además de facilitar la consulta y localización de recursos, tiene un interés adicional que es el de conservar unos materiales que pueden desaparecer de la web y que, por otra parte, pueden resultar de mucha utilidad en la enseñanza-aprendizaje de la química.

Tipos de recursos audiovisuales de química en la web

Se ha observado que existe una gran variedad de tipos de recursos audiovisuales relacionados con la química que se han agrupado en las siguientes categorías principales: vídeo, animaciones, simulaciones y páginas web.

Vídeos digitalizados. Tanto puede tratarse de vídeos enteros como de fragmentos seleccionados según alguna característica determinada. En la mayoría de casos se trata de demostraciones de experiencias de laboratorio.

Aunque es conveniente que el alumnado realice experiencias reales, el visionado de estos vídeos puede disminuir el número de prácticas realizadas en el laboratorio. Permite mantener el nivel de experiencia respecto al comportamiento de muchas reacciones, sin necesidad de realizarlas en el

laboratorio. Se corresponde con un planteamiento de química sostenible ya que supone un menor gasto en productos químicos así como en los residuos producidos en la realización de prácticas de laboratorio. En la figura 3 se muestran diversas imágenes de vídeos obtenidos de la *Central Michigan University* (CMU).

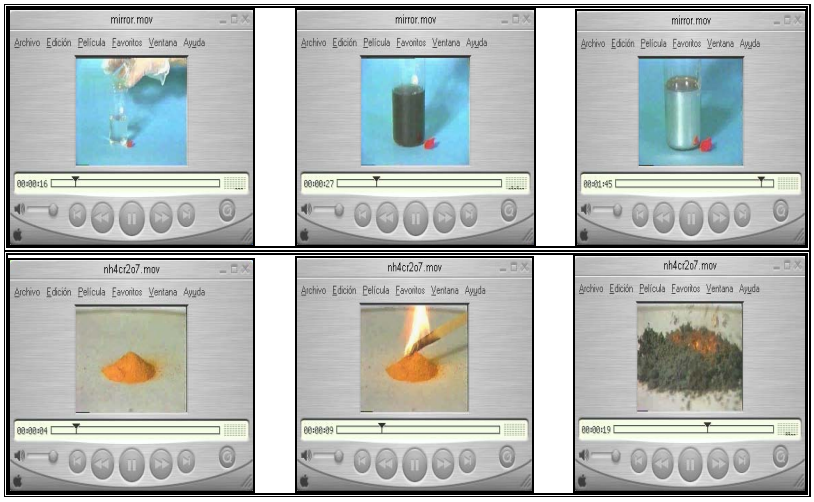


Figura 3. CMU. Imágenes de la reacción de reducción de los aldehídos con formación de un espejo de plata, y de la descomposición del dicromato de amonio.

Animaciones. Se utilizan especialmente para mostrar a nivel submicroscópico aspectos relacionados con conceptos químicos diversos: estructura molecular, geometría, isometría –generalmente conformacional–, reacciones químicas y procesos relacionados con actividades realizadas en el laboratorio, como son el funcionamiento de partes de aparatos, técnicas instrumentales y analíticas.

También se muestran visualizaciones de moléculas orgánicas e inorgánicas y de estructuras cristalinas a partir de imágenes bidimensionales que además pueden manipularse de manera interactiva. En la figura 4 se muestran diversas imágenes de una animación sobre la fuerza de los ácidos en agua.

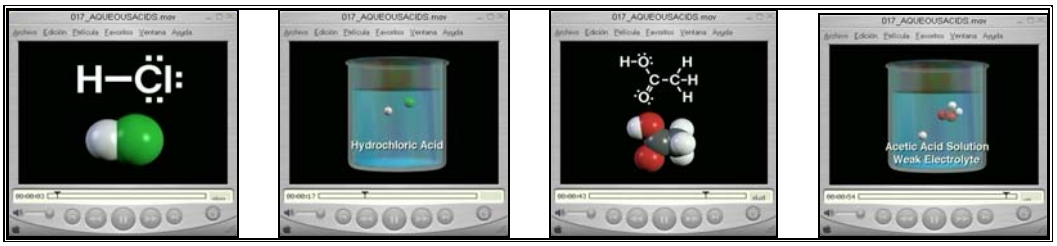


Figura 4.- Prentice Hall. Disolución acuosa de HCl y de CH_3COOH en agua.

En la figura 5 se muestran las pantallas de presentación de las animaciones sobre “Estados de la materia” y de soluciones acuosas procedentes de la *Universidad de Purdue*.

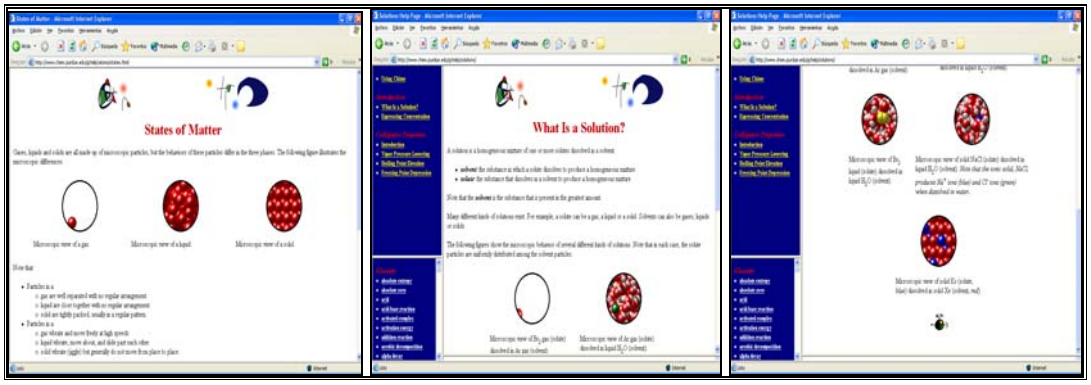


Figura 5.- Purdue. Pantallas de presentación de "Estados de la materia" y de "Soluciones".

Simulaciones. Presentan modelos o entornos dinámicos, generalmente a partir de gráficos o animaciones interactivas, y facilitan la exploración y la modificación por parte de los estudiantes. Muchos de ellos reproducen experiencias de laboratorio.

Páginas web. En diversos casos, como el mostrado en la figura 5, los recursos audiovisuales deben ser visionados directamente en la página web en la que están inseridos. En la figura 6 se muestra otro ejemplo en el que se puede observar el proceso de disolución de un sólido iónico en agua, a través de una animación con modelos moleculares.

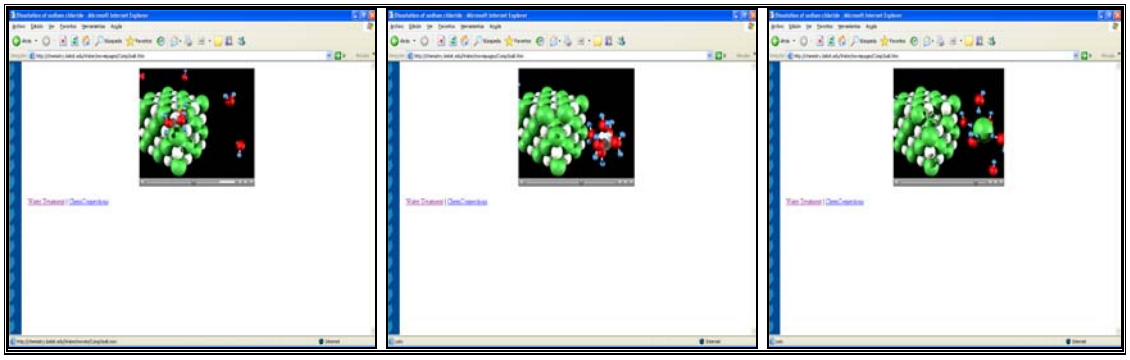


Figura 6.- Animación del proceso de disolución de un sólido iónico en agua.

Un grupo muy importante es el constituido por los recursos audiovisuales que han estado creados como páginas web. En la figura 7 se muestra la página de presentación de un proyecto de este tipo elaborado por la ChemLinks Coalition (Beloit College) y el ModularChem Consortium (Universidad de California, Berkeley). Su objetivo es diseñar nuevos currículos, materiales y métodos para mejorar la valoración de la ciencia y su aprendizaje, especialmente el de la química, para garantir el aprendizaje continuado a lo largo de la vida, así como la adquisición de conocimientos y habilidades necesarios para tomar decisiones adecuadas en la vida profesional.

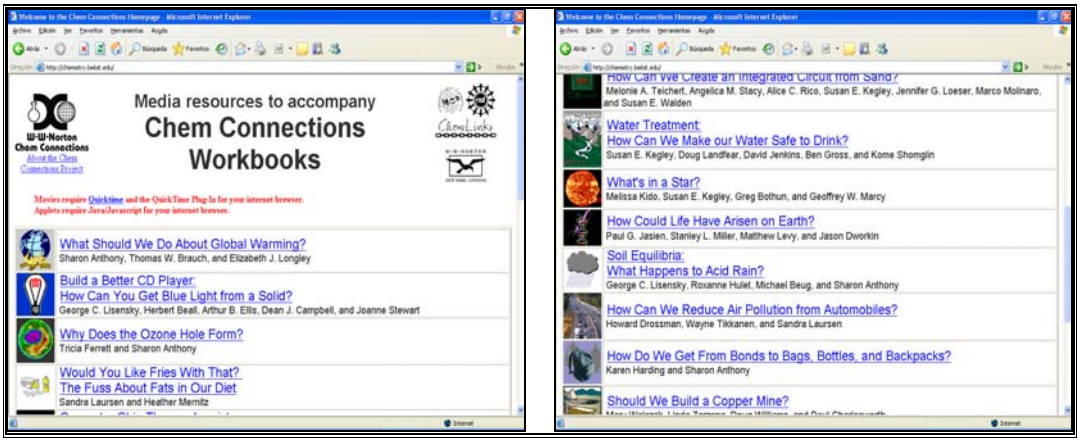


Figura 7.- Página de presentación del proyecto *Chem Connections* (Berleley)

El proyecto, denominado *Chem Connections* está constituido por una serie de módulos, muy interdisciplinarios, en los que se plantean cuestiones relevantes para la vida normal y en los que se desarrolla la química necesaria para obtener una respuesta válida. Se pretende conseguir que los estudiantes comprendan el progreso de la química de forma real y que descubran las conexiones que tiene con otras ciencias, con la tecnología y con la sociedad. Son adaptables, variando la profundidad con que se traten los temas planteados, a una diversidad muy amplia de escenarios educativos.

Uno de los módulos trata la cuestión de la contaminación del agua, de su tratamiento y purificación. Además establecen las relaciones adecuadas con el carácter ácido-básico, la disolución de productos en el agua, entre otras, para realizar un enfoque lo más completo posible. En la figura 8 se muestra la pantalla de presentación de este módulo: *Tratamiento del agua: ¿como podemos hacer que nuestra agua sea segura para beber?*

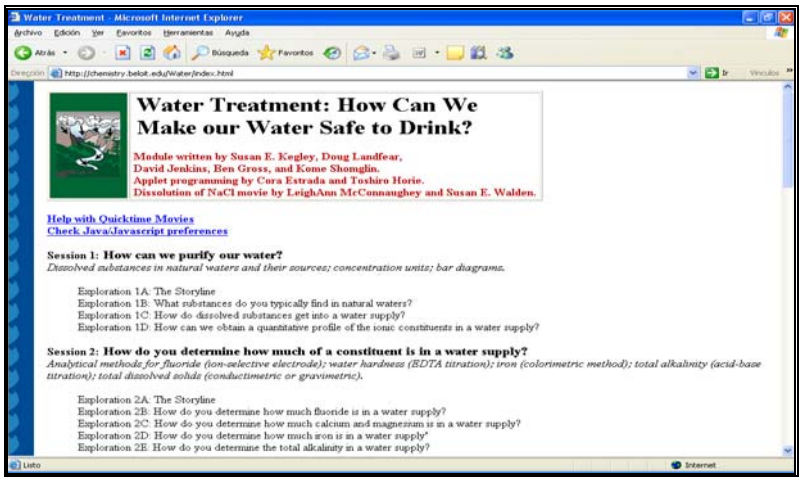


Figura 8.- Página inicial del módulo "Tratamiento del agua: ¿cómo podemos hacer que nuestra agua sea segura para beber?"[1]

[1] Copyright © 2004 by the trustees of Beloit College and the Regents of the University of California

Otro módulo relacionado con el agua, es el denominado *Equilibrio del suelo: ¿qué ocurre con la lluvia ácida?*, donde se tratan cuestiones como la formación de la lluvia ácida, qué es un ácido, cual es el pH normal del agua de lluvia, como interacciona la lluvia ácida con el suelo o si el suelo resultante es tóxico o no. En al figura 9 se muestra la pantalla de presentación.

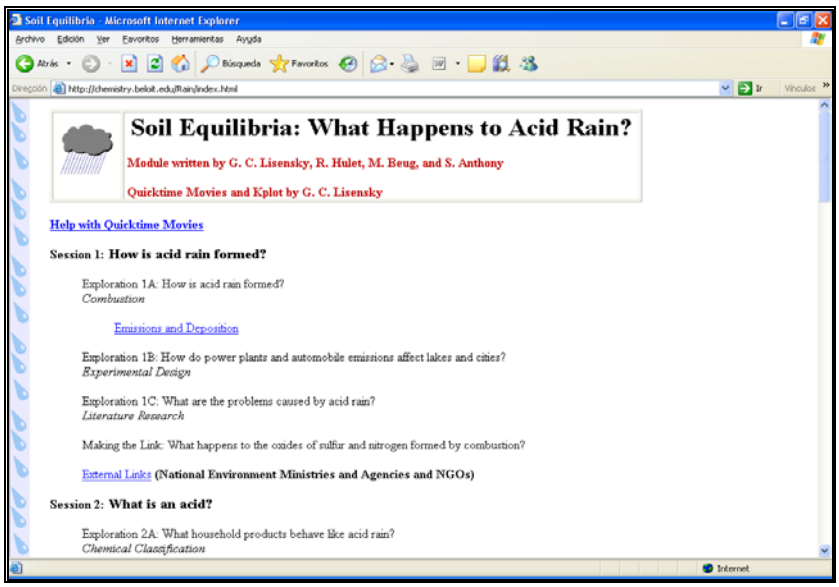


Figura 9.- Página inicial del módulo "Equilibrio del suelo: ¿qué ocurre con la lluvia ácida?[2]

Su planteamiento se centra en el trabajo activo de cada estudiante y en el trabajo cooperativo entre estudiantes. Se realizan actividades basadas en la investigación, se procura evitar el modelo de clase tradicional así como las actividades de laboratorio basadas en la verificación. En las páginas web de cada módulo existen vínculos a recursos audiovisuales, en formato QuickTime, y en los casos en que se considera oportuno se ofrecen enlaces a otras páginas web externas relacionadas con el tema tratado, con lo que se favorece el contacto y el aprovechamiento de otras fuentes de información.

Valoración final

La utilización adecuada y racional de los recursos audiovisuales basados en las actuales tecnologías digitales puede ser de gran ayuda para la correcta construcción de significados sobre los conceptos relacionados con el mundo que nos rodea. La gran variedad existente posibilita que puedan ser empleados en diversidad de escenarios educativos. Es necesario, de todas maneras, conocer muy detalladamente cuales son los recursos que tenemos a nuestra disposición de manera libre y gratuita en la web, así como sus características formales y didácticas para poder seleccionar el que más se adapte a nuestra intencionalidad educativa.

[2] Copyright © 2006 by the trustees of Beloit College and the Regents of the University of California

Referencias bibliográficas

Ardac, D.; Akaygun, S. (2004). Effectiveness of Multimedia-Based Instruction that emphasizes Molecular Representations on Students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.

Dorland, L. (2002). News from online. What's new with chime?. *Journal of Chemical Education*, 79(7), 778-782.

Galán, A. (2006). *Anàlisi de documents audiovisuals des de la didàctica de la química*. Barcelona: Universitat de Barcelona. Tesis doctoral. En: http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0302106-091528/

Habraken, C.L. (2004). Integrating into chemistry teaching today's student's visuospatial talents and skills, and the teaching of today's chemistry's graphical language. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 89-94.

Llitjós, A.; Miró, A.; Sanz, MC.; Puigcerver, M. (2005). Treball telemàtic cooperatiu en Ciències. *Enseñanza de las Ciencias*, E-172, 1-6.

Martínez, F.J.; Luna, P.; Fernández, R.; Salmerón, J.L. (2001). *Internet para investigadores. Hacia la e-ciencia*. Huelva: Universidad de Huelva.

Slocum, L.E.; Hamby, M.; Zielinski, T.J. (2004). Online chemistry modules: interaction and effective faculty facilitation. *Journal of Chemical Education*, 81(7), 1.058-1.065.

Las Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias: instrumentos para su representación.

Emilio Solís Ramírez(*), Rafael Porlán Ariza(**) y Ana Rivero García(***)

(*) Consejería de Educación. Junta de Andalucía, esolisr@telefonica.net
(**) Universidad de Sevilla, rporlan@us.es
(***) Universidad de Sevilla, arivero@us.es

Resumen: En esta comunicación se presentan algunos instrumentos de investigación para representar las Concepciones Curriculares del Profesorado de Ciencias. Dichos instrumentos se han construido y experimentado utilizando como técnica el análisis de contenidos de documentos escritos. Tienen como Marco teórico los referentes conceptuales del Proyecto curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar).

Palabras clave: Metodología de investigación, Formación del profesorado, Didáctica de las ciencias, Modelos didácticos.

Title: The Curricular Conceptions of the Science Teachers: instruments for their representation.

Abstract: In this communication some investigation instruments are presented to represent the Curricular Conceptions of the Science Teachers. This instruments have been built and applied using the analysis of written contents documents techniques. They are include in the theoretical framework for the conceptual reference of the curricular Project IRES (Investigation and School Renovation).

Keywords: Investigation methodology, Teacher training, Didactics of the Science, Didactic patterns.

1. Justificación teórica

1.1. Modelos Didácticos y Modelos de Formación

Un modelo se puede definir como un *esquema teórico* relacionado con una *realidad compleja* y que se elabora para *facilitar* su comprensión y el *estudio* de su comportamiento Esta idea de modelo es recurrente en la Historia de la Ciencia y ha venido constituyéndose en una herramienta intelectual imprescindible para el desarrollo de las teorías científicas. En coherencia con esto, en el caso de la Enseñanza de las Ciencias, como indica García Pérez (2000), empleamos la idea de Modelo Didáctico para tratar de comprender, analizar y transformar la realidad escolar.

A nuestro entender, la idea de Modelo Didáctico surge como elemento regulador y dialéctico entre lo que “se piensa”, es decir, los principios y teorías que fundamentan la toma de decisiones curriculares, y lo que “se hace”, es decir lo que podemos denominar la práctica curricular (Solís y Porlán, 2003). Esta interacción origina lo que Ballenilla (2003) ha

denominado el Modelo Didáctico Personal (*MDP*), es decir la forma personal y particular de conducirse en la práctica, que puede coincidir o no, de una manera más o menos aproximada, con los modelos que se configuran teóricamente.

No existe una visión única y universal acerca de cuáles son los Modelos Didácticos relevantes, que características tienen, cómo se deben denominar, si existe alguno mayoritario o predominante, etc. Este trabajo de investigación se enfoca desde la perspectiva del Proyecto Curricular IRES (Investigación y Renovación Escolar), que ha realizado una tipificación de estos modelos, revisada por Porlán y Rivero (1998) y García Pérez (2000), atendiendo, fundamentalmente, a categorías relacionadas con ~~las~~ concepciones curriculares y epistemológicas. Estos tipos son: Modelo Didáctico Tradicional o Transmisivo (*MDTR*), Modelo Didáctico Tecnológico (*MDTC*), Modelo Didáctico Activista o Espontanéista (*MDES*) y Modelo Didáctico Alternativo (Modelo de Investigación en la Escuela) (*MIE*).

Otro tanto podríamos decir de los Modelos Formativos, de tal manera que si relacionamos el saber profesional que intentan desarrollar cada uno de ellos, siguiendo a Porlán y Rivero (1998) y Rivero (2003), y los Modelos Didácticos mencionados llegaríamos a un esquema como el de la Figura 1.

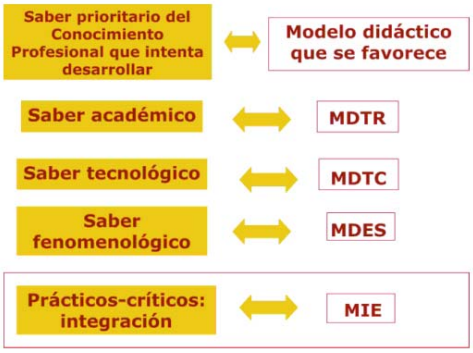


Figura 1

1.2. Conocimiento Práctico Profesional (CPP) desde la perspectiva de IRES. Los Ámbitos de Investigación Profesional.

En el fondo de esta interacción entre Modelos Didácticos y Modelos de Formación del Profesorado, subyacen diferentes respuestas a la pregunta: ¿qué conocimientos debe tener el profesorado de ciencias para desarrollar su actividad docente? O, dicho de otra manera ¿qué naturaleza, qué componentes, cómo se organiza y como evoluciona el Conocimiento Profesional Deseable (CPD) para los profesores de ciencias?

Según el proyecto IRES, este CPD es de naturaleza *práctica*, ya que se trata de un conocimiento para la intervención rigurosa en la realidad. Es c*omplejo e integrador,* ya que requiere de la interacción e integración de distintos tipos de saberes. Es *crítico,* ya que debe orientar la actuación desde perspectivas éticas e ideológicas. Finalmente, es de carácter *profesional* ya que se construye en torno a los problemas específicos y relevantes de la enseñanza de las ciencias.

Uno de los ejes organizadores de este Conocimiento Práctico Profesional (CPP) son los denominados Ámbitos de Investigación Profesional (AIP). Los AIP son cuestiones relacionadas con la planificación escolar y el desarrollo

curricular, cuyas respuestas no vienen sugeridas solamente desde el conocimiento experiencial, sino que necesitan una cierta articulación con los conocimientos disciplinares e implican una aproximación al Modelo Didáctico de Referencia.

Los AIP se organizan, por tanto, en torno a preguntas o problemas centrales que se plantean, o se deben plantear, en el desarrollo de la práctica docente. El Grupo DIE (Didáctica e Investigación Escolar) del proyecto Curricular IRES, (Porlán y Rivero, 1998; Azcárate et al., 1999), ha propuesto una serie de AIP, revisados posteriormente por Martín del Pozo y Rivero (2001), Porlán y Rivero (2001), Rivero (2003) y Solís (2005). Teniendo en cuenta estos precedentes, los AIP abordados en este trabajo de investigación son los siguientes: *Las materias escolares. Las ideas de los alumnos/as. La formulación de contenidos escolares. La metodología de enseñanza. La evaluación y la regulación del proceso de enseñanza y de aprendizaje.*

En cada uno de estos AIP se establecen distintos niveles de formulación del conocimiento profesional asociado: *Nivel de partida. Nivel intermedio. Nivel deseable* (el vinculado al Conocimiento Práctico Profesional Deseable).

1.3. Los cambios en el Conocimiento Práctico Profesional. Hipótesis de Progresión.

El Desarrollo Profesional de los profesores está relacionado con los cambios que se producen en el sistema teórico-práctico del Conocimiento Práctico Profesional. Desde la perspectiva de IRES, estos cambios proceden de un determinado "grado de toma de conciencia, control y superación relativa de diversos obstáculos" y no se conciben como del "todo o nada", (Porlán, 1993; Porlán y Martín del Pozo, 1996).

Podemos encontrarnos desde situaciones didácticas muy próximas al MDTR (nivel de partida) hasta situaciones cercanas al MIE (nivel de referencia). Este abanico de posibilidades lo consideramos como un continuo; es decir, existen posiciones intermedias que se pueden representar por las ideas que subyacen en el MDTC y/o MDES (niveles intermedios), considerando que dichos modelos son un intento de superación (un salto de "obstáculo") del MDTR. (Figura 2).

Figura 2

En resumen, el CPP Deseable no es un estado ideal, sino que se formula como una hipótesis de progresión que implica una paulatina superación de los obstáculos que se presentan en la evolución del CPP.

2. Instrumentos y representaciones

En una revisión realizada recientemente (Solís, 2005), hemos observado que en la literatura existen pocos instrumentos que permitan representar la evolución y el cambio de las concepciones del profesorado. Pensamos que estos instrumentos pueden ser muy útiles para la investigación y también para la formación. En este trabajo se presentan algunos de ellos, elaborados con éxito para una investigación.

2.1. Breve descripción de la investigación.

La muestra de la investigación en la que se utilizaron los instrumentos que vamos a presentar estaba estuvo constituida por los alumnos y alumnas inscritos en uno de los grupos del MDFQCAP[1] del curso 99/00. El universo era fue de veinte sujetos, aunque el trabajo de investigación se realizó con once.

El *problema* de investigación se centró en las concepciones curriculares. Tratamos de averiguar ¿Qué ideas manifiesta este Profesorado sobre las finalidades y objetivos educativos, las concepciones e intereses del alumnado, la formulación de los contenidos escolares, la metodología y la evaluación escolar? Estas concepciones, además, analizadas desde una doble perspectiva: ¿Existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito? ¿Qué hipótesis de progresión se pueden establecer? A su vez pretendimos detectar ¿qué grado de coherencia presentan entre sí estas concepciones curriculares? ¿Es posible establecer correspondencias entre estas concepciones y la presencia de distintos Modelos Didácticos?

Las *categorías* curriculares analizadas fueron: ¿Para qué enseñar? (OBJ), ¿Qué enseñar? (FCE), Concepciones e intereses de los alumnos/as (CONALU), ¿Cómo enseñar? (MET) y ¿Qué, Cuando, Cómo y a Quién evaluar? (EVAL). Estas categorías se cruzaron con las cuatro posibles tipificaciones de los Modelos Didácticos y los niveles de formulación definidos en los AIP: Nivel de partida: *MDTR,* Nivel intermedio: *MDTE* y/o *MDES* y Nivel de referencia: *MIE*

El *instrumento* utilizado fue la Memoria presentada al final del curso por los once sujetos de la muestra. Para el *análisis* de las Memorias se siguió el análisis de contenido (Bardin, 1986).

2.2. Los momentos declarativos y temporales.

En el establecimiento de las Unidades de Información (UI) de las memorias, se le asignó a cada una de ellas una letra (*J*, *P*, *R*) que hacía referencia a lo que denominamos *momento en el que se hace la declaración*. La letra *J* se adjudicó a aquellas UI que se relacionaban con la justificación teórica y/o personal de los determinados apartados y contenidos de las memorias. La letra *P* se reservó para aquellas UI relacionadas con la propuesta concreta de intervención en el aula, que se contemplaba en la memoria correspondiente. La letra *R* indicaba aquellas UI que implicaban procesos de negociación, valoración y/o reflexión de lo desarrollado en el aula.

[1] Módulo de Didáctica Especial de Física y Química del Curso para la obtención del C.A.P.

Esta diferenciación de la información declarada en un mismo documento, también conllevaba una secuenciación temporal en el proceso formativo seguido. La Figura 3 ilustra esta relación.

Figura 3

Un primer instrumento derivado de esta propuesta de análisis (Tabla 1) nos permite establecer la tendencia del autor/a de la memoria hacia una mayor componente teórica (Memoria B de la Tabla 1), o bien a una mayor componente reflexiva (Memoria A de la Tabla 1), o bien a un cierto equilibrio entre (Memoria C de la Tabla 1), en función de la predominancia o no de un tipo de UI (*J*, *P* o *R*) en el total de las obtenidas en el documento.

Tabla 1 Tipo de unidad	Total UI	J: justificación teórica		P: propuesta de trabajo		R: reflexión sobre la intervención	
Memoria A	78	18	23 %	20	25'6 %	40	51'4 %
Memoria B	109	59	54 %	26	23'8 %	24	22'2 %
Memoria C	59	22	37'2 %	17	28'9 %	20	33'9 %

Tabla 1

2.3. Tablas resúmenes de niveles, momentos y categorías y mapas de progresión por categoría.

Una vez analizadas todas las UI de una misma categoría, se plasmaron en una tabla resumen los Constructos Hipotéticos propuestos y los niveles reseñados en cada una de las categorías y en los distintos momentos (Tabla 2):

Categoría Y	Concepciones e intereses del alumnado
	Memoria X (MX)
Momento	Constructos hipotéticos/Niveles
J: justificación teórica	Considera las ideas de los alumnos/as. **Nivel intermedio**.
P: propuesta de trabajo	No propone acciones ni actividades para trabajar las ideas de los alumnos, ni siquiera en la concepción del aprendizaje aditivo complejo, sino como aprendizaje aditivo simple. **Nivel de partida**.
R: reflexión sobre la intervención	No realiza reflexión alguna sobre este aspecto. **Nivel de partida.**

Tabla 2

Esta tabla permite estudiar la progresión en la categoría y elaborar un *Mapa de progresión por categoría* analizada (Figura 4), donde se pueden observar las transiciones entre los diferentes momentos declarativos.

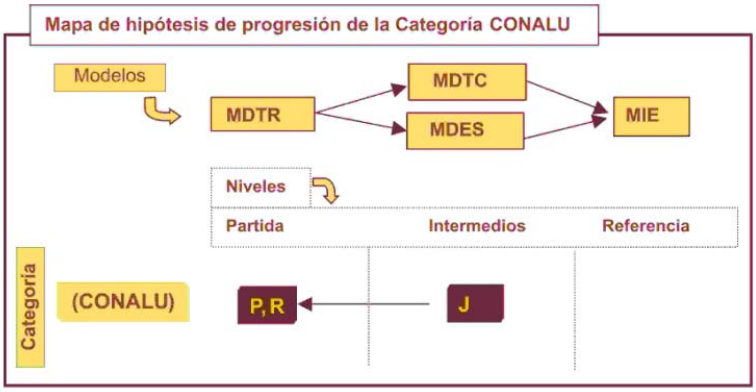


Figura 4

2.4. Mapas de progresión general.

A partir de estos mapas de cada categoría, se puede establecer un resumen con todas las progresiones de cada una de ellas, dando lugar a lo que hemos denominado *Mapa de progresión general* (Figura 5).

Este mapa presenta distintas zonas de "densidades", que nos permite realizar una lectura visual e icónica de cada sujeto estudiado con sus tendencias más acusadas. En el ejemplo que presentamos podemos observar que la mayoría de los momentos se ubican en zonas entre los niveles intermedios y de partida, siendo pocos los momentos los ubicados en los niveles de referencia.

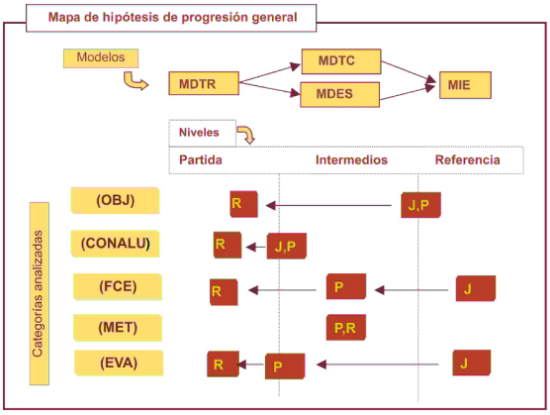


Figura 5

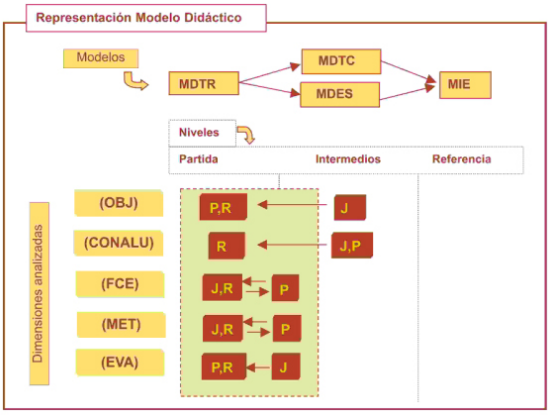


Figura 6

2.5. Representaciones de Modelos Didácticos.

A partir de esta última representación se puede proponer otra que, en función de las zonas de mayor densidad, nos proporcione una imagen del modelo didáctico personal de cada sujeto y su relación con los modelos didácticos teóricos. La Figura 6 muestra un ejemplo de esta propuesta. Como se puede observar la zona de mayor densidad de momentos se ubica en una zona muy próxima a los niveles de partida o próximos a los intermedios. Podríamos considerar que dentro de la tipificación de moldeos didácticos que planteamos al principio de este trabajo, el autor o autora de la memoria presenta en sus concepciones un *MDTR* con ciertas connotaciones de los *MDES* y/o *MDTC*.

2.6. Mapas de densidades de momentos J, P y R para una categoría de una muestra completa.

Si tenemos una muestra compuesta de varios sujetos, podemos realizar una representación de las densidades de los momentos J,P,R una determinada categoría, lo que nos puede aproximar a las concepciones curriculares de dicha muestra respecto, por ejemplo, a las Ideas y Concepciones del alumnado (Figura 7).

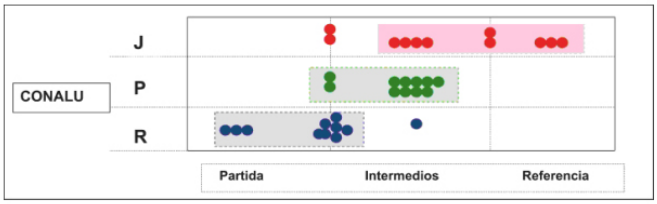


Figura 7

2.7. Mapas de densidades de momentos J o P o R para el conjunto de categorías de una muestra.

En este caso, la representación se refiere a la densidad de un determinado momento (J o P o R) en todas las categorías analizadas y en una muestra completa. La comparación de las densidades de los tres momentos nos puede dar una idea de la evolución de una muestra en el paso de un momento declarativo a otro (Figuras 8, 9 y 10).

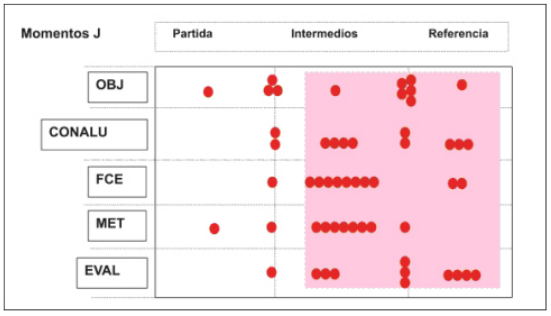


Figura 8

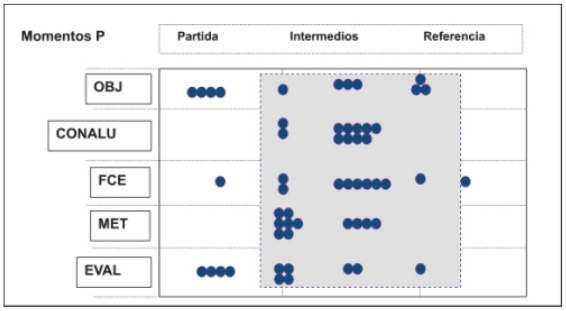


Figura 9

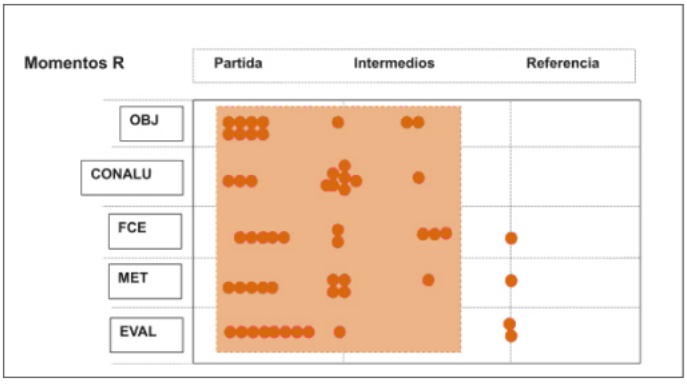


Figura 10

En la muestra que fue objeto de la investigación antes aludida, las representaciones que obtuvimos nos indican que en el momento J, se encuentran mayoritariamente entre los niveles intermedios y los de referencia (Figura 8). En el caso de los momentos P, esta densidad es mayor en los niveles intermedios (Figura 9). Finalmente, en el caso de los

momentos R, la mayoría de la muestra está próxima a los niveles de partida. (Figura 10).

3. Conclusiones

Nos parece oportuno destacar, como aportación conceptual derivada de la metodología empleada, que estas representaciones, permiten una aproximación a las concepciones subyacentes de cada uno de los sujetos de una muestra o al conjunto de la misma, mediante un lenguaje icónico y sencillo.

4. Referencias bibliográficas

Azcárate, P., Ballenilla, F, García Díaz, J.E., Martín del Pozo, R., Martínez, C.A. y Porlán, R. (1999). *Cuadernos de Pedagogía,* 276.

Ballenilla, F. (2003). *El practicum en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Bardin, L., (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

García Pérez, F.F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, 205 Biblio 3W.* Universidad de Barcelona (http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm).

Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los Ámbitos de Investigación Profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 63-79.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada Editoras.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada Editoras. Serie Fundamentos, 9. Colección Investigación y Enseñanza.

Porlán, R y Martín del Pozo, R., (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique,* 8, 23-32.

Porlán, R. y Rivero, A., (2001). Nature et organisation du savoir profesionnel enseignant "souhaitable". *Aster,* 32, 221-251.

Rivero, A. (2003). *Proyecto Docente. Globalización e Investigación del Medio*. Universidad de Sevilla.

Solís, E. (2005). *Concepciones Curriculares del Profesorado de Física y Química en Formación Inicial*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de Ciencias de Secundaria en Formación Inicial ¿Obstáculo o punto de partida? *Investigación en la Escuela*, 49, 5-22.

Los conocimientos de los alumnos de secundaria sobre los fenómenos de contaminación de las aguas

Lacosta Gabari, Idoya[1]; Sánchez González, Mª Dolores[2]; Fernández Manzanal, Rosario[2]

[1]I.E.S. Peralta. Navarra. e-mail: ilacosta@eresmas.com

[2] Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza.

Resumen: En este trabajo se presenta el proceso seguido para diseñar un cuestionario que explore los conocimientos de los estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria sobre los procesos de contaminación de las aguas en general, y de las aguas subterráneas en particular. Como resultado, obtenemos un cuestionario de 10 preguntas con validez de contenido y de fácil aplicación en el aula. Así mismo, utilizamos el proceso de elaboración del cuestionario para llevar a cabo una exploración inicial de los conocimientos que presentan los estudiantes de la muestra elegida. El análisis de los resultados nos orienta a la hora de diseñar posteriores actuaciones didácticas.

Palabras clave: Educación Secundaria Obligatoria, Didáctica de la Química, Evaluación, Aguas subterráneas.

Title: Secondary school students' knowledge about water pollution phenomena.

Abstract: This paper presents the process that is followed to design a questionnaire that measures the knowledge of a population of middle school chemistry students towards water and groundwater pollution process. As a result, a 10 question- scale has been obtained, this being valid and easy to apply in the classroom. The development process of the questionnaire allows us to carry out an initial assessment of the knowledge that is present in the chosen sample of the population of students. The analysis of the results will provide information for the design of future educational procedures.

Keywords: Middle School Science, Chemical Learning, Assessment, Groundwater

Introducción

Habitualmente, se considera que un agua está contaminada cuando su calidad ha cambiado de tal modo que es inadecuada para un determinado uso (EPA, 2002). En este sentido, el concepto de contaminación de las aguas está relacionado con los conocimientos y actitudes de la población y, por tanto, sometido a sus cambios.

Por ello, es de vital importancia formar al conjunto de la ciudadanía en el uso sostenible de los recursos hídricos (Río, 1992; Marcote y Álvarez, 2005;

Courela y César, 2006) y es en la enseñanza obligatoria donde, según marca el currículo, estos ciudadanos deben ser formados.

Para mejorar las actitudes hacia el medio ambiente, es necesario mejorar los conocimientos puesto que, *un cambio de actitud será inestable en el tiempo si no existe una relación consistente entre afectividad y conocimiento* (Rosenberg y Hovland, 1960; De Posada, 2002).

Esta es la razón por la cual nos interesa conocer lo que los alumnos y alumnas saben realmente acerca de los fenómenos de contaminación del agua.

Presentamos aquí el diseño y validación de un cuestionario destinado a este fin, así como los primeros resultados que nos orientaran a la hora de proponer posteriores actuaciones didácticas.

Metodología

1. Elaboración del cuestionario.

Primeramente, se procedió a enmarcar el objeto de conocimiento en cuatro categorías que fueron:

C1: Agua y abastecimiento

C2: Origen de la contaminación del agua

C3: Agentes contaminantes del agua

C4: Gestión del agua contaminada

Estas categorías se corresponden con las definidas en la elaboración de un cuestionario específico para evaluar actitudes que no se incluye en esta comunicación.

Se formularon las cuestiones de cada categoría y se decidió el número de cada una de ellas. La experiencia y la opinión del profesorado de Ciencias (Física y Química; Biología) de Enseñanza Secundaria ha permitido averiguar las concepciones de los estudiantes, que se han tenido en cuenta a la hora de elaborar el cuestionario (Roda Calvera y Sánchez González, 1999). También se ha tenido en cuenta los contenidos sobre las aguas subterráneas de los libros de texto más utilizados en Secundaria Obligatoria (Benayas, 1990).

El cuestionario incluye preguntas de diferentes tipos (Ander-Egg, 1993) con la finalidad de tener una información más variada de los conocimientos del alumnado. Las opciones elegidas han sido:

- Respuesta múltiple
- Respuesta abierta
- Explicación de esquemas o dibujos

Como se puede ver en el anexo 1, las cuestiones se presentan en un lenguaje sencillo.

El cuestionario se cumplimentó de manera anónima, por una muestra representativa de 51 alumnos y alumnas de 2º Ciclo de ESO.

2. Evaluación del cuestionario.

Para obtener una puntuación preliminar se valoran de 1 a 3 las respuestas a cada pregunta. Aplicamos el valor de 3 a las respuestas correctas, 2 para respuestas parcialmente correctas y 1 a las no contestadas o incorrectas. Los criterios de corrección se reflejan en la tabla 1.

Cuestiones	1	2	3
C1	No contempla la existencia de las aguas subterráneas en el ciclo	Las aguas subterráneas tienen un carácter estático	Las aguas subterráneas intervienen activamente en el ciclo
C2	Incorrecta/No sabe	No está seguro	Correcta
C3	Relaciones incorrectas	Alguna correcta	Todas correctas
C4	Incorrecta/No sabe	Alguna correcta	Correcta
C5	Incorrecta/No sabe	Alguna correcta	Correcta
C6	Ninguno/Incorrecta	Uno o dos	Correcta
C7a	Incorrecta/No sabe	Correcta/No explica	Correcta
C7b	Incorrecta/No sabe	Correcta/No explica	Correcta
C7c	Incorrecta/No sabe	Correcta/No explica	Correcta
C7d	Incorrecta/No sabe	Correcta/No explica	Correcta

Tabla 1. Criterios de corrección del cuestionario de conocimientos

Resultados de la aplicación del cuestionario.

Los resultados de la aplicación del cuestionario se recogen en la tabla2.

Cuestión	1	2	3	Media	Desviación típica
C1	84,3	13,7	2,0	1,1765	,43386
C2	23,5	45, 1	31,4	2,0784	,74413
C3	39,2	56,9	3 ,9	1,6471	,55941
C4	41,2	29,4	29,4	1,8824	,84017
C5	49,0	41,2	9,8	1,6078	,66569
C6	27,5	62,7	9,8	1,8235	,59011
C7a	54,9	5,9	39,2	1,8431	,96690
C7b	66,7	11,8	21,6	1.5490	,83220
C7c	52,9	35,3	11,8	1,5882	,69790
C7d	64,7	33,3	2,0	1,3726	,25767

Tabla 2.- Puntuaciones, medias y desviaciones típicas de cada cuestión

Se ha considerado que las cuestiones con media inferior a 2, indican un deficiente conocimiento del tema tratado. Si observamos la tabla anterior, todas las preguntas, salvo C2, obtienen puntuaciones inferiores a este valor.

Cabe destacar que más de la mitad de los estudiantes contesta incorrectamente o no contesta (puntuación 1) a las cuestiones C1, C7a, C7b, C7c y C7d.

Ninguna cuestión es contestada correctamente por un porcentaje de estudiantes superior al 50%, destacándose los bajos porcentajes en la puntuación 3 de las preguntas C1, C3, C5, C6, C7c y C7d.

Conclusiones

Los resultados presentados nos permiten, en este momento, extraer las siguientes conclusiones:

La mayoría de los alumnos no contemplan las aguas subterráneas como integrantes del ciclo del agua. Cuando los alumnos contemplan su existencia lo hacen de forma estática, nunca dinámica.

Muchos estudiantes de este nivel no saben de dónde procede el agua corriente de su casa.

Sólo unos pocos estudiantes son capaces de asignar correctamente a un determinado sector económico los contaminantes más característicos que genera.

La mayoría puede identificar correctamente varios focos de contaminación, aunque tiene dificultades para saber si la contaminación generada afectaría a las aguas. El problema crece cuando se trata de evaluar si la contaminación afectará a las aguas subterráneas.

Muy pocos estudiantes son capaces de asociar un contaminante concreto a una acción cotidiana.

Aunque todo el grupo propone contaminantes que puede llevar el río de su localidad, sólo unos pocos pueden concretar algún contaminante que tenga relación con las actividades reales de la zona en la que vive.

Es muy alto el porcentaje de estudiantes que confunden potabilizadora con depuradora.

Un elevado número de alumnos y alumnas considera que las aguas subterráneas no están contaminadas y no necesitan tratamiento alguno.

Los bajos conocimientos detectados sugieren la necesidad de seguir reforzando los contenidos tradicionalmente incluidos en el currículo de biología y geología de ESO. Así mismo, deberían incluirse en el currículo de física y química contenidos referentes a los contaminantes químicos del agua y a sus procesos de depuración y potabilización.

Los contenidos referentes al ciclo del agua y a los procesos que se llevan a cabo en una depuradora de aguas residuales son los más tratados en los libros de texto de este nivel y los que, curiosamente, se muestran menos interiorizados por los estudiantes de la muestra. Esto nos sugiere la conveniencia de proponer estrategias de enseñanza-aprendizaje que consigan mejorar la comprensión de los alumnos y alumnas sobre los contenidos tratados y propicien un cambio actitudinal hacia los mismos.

4

Referencias bibliográficas

Ander-Egg, E. (1993). *Técnicas de investigación social*. México: Editorial Ateneo.

EPA.(2002) *Federal Water Pollution Control Act.* Environmental Protection Agency Home Page. www.epa.gov/safewater (acceso marzo 2006)

Benayas, J. et al. (1990). *Fichero de sugerencias didácticas para explorar el complejo mundo del agua*. Pamplona: Mancomunidad de la Comarca de Pamplona

Conferencia de las Naciones Unidas para el Medioambiente y el Desarrollo, Río (1992).

Courela, C. y César, M. (2006). Promovendo a sustentabilidade: Una experiêcia de partilha entre a escola e a comunidade envolvente. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5 (1).

Disponible en:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/numero1/Art5.pdf.

De Posada, J.M. (2002). Memoria, Cambio Conceptual y Aprendizaje de las Ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (2).

Disponible en:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/numero2/Art4.pdf.

Marcote Vega, P. y Álvarez Suárez, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Medioambiental para un desarrollo sostenible. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 4 (1).

Disponible en:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/numero1/Art4.pdf.

Roda Calvera, V.M. y Sánchez González, Mª.D. (1999). ¿Qué saben los alumnos de secundaria sobre la potabilización del agua?. Elaboración de un cuestionario. En S. García Barrios y M. C. Martínez Losada (cord.): *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*: 449-462.

Rosenberg, M. J. y Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective and behavioural components of attitudes. En C. I. Hovland y M. J. Rosenberg (Eds.), *Attitude Organization and Change: An analysis of consistency among attitude components*, New Haven, Conn.: Yale University Press

5

Anexo 1. Cuestionario sobre la contaminación de las aguas

1.- Dibuja el ciclo del agua.

2.- ¿ De dónde viene el agua que sale por el grifo de tu casa?.

a.- del río

b.- de un embalse

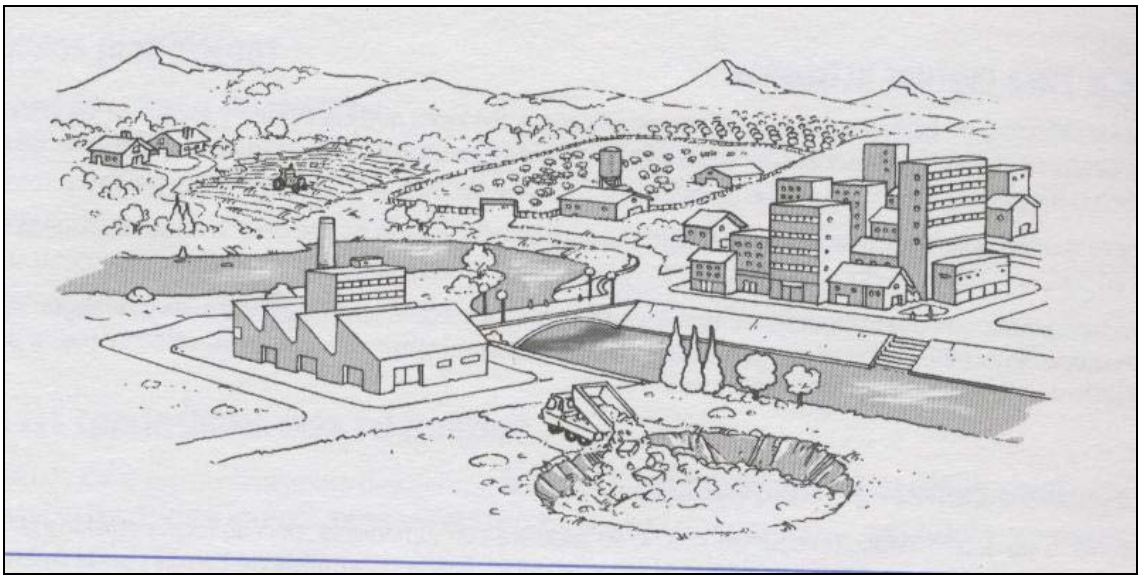
c.- de un acuífero

d.- No estoy seguro

3.- Une cada contaminante con el sector o sectores económicos que crees que lo genera:

Nitratos	
Fosfatos	Sector industrial
Herbicidas y pesticidas	Sector agrícola
Microorganismos patógenos	Sector ocio y hostelería
Metales pesados	

4.- En este dibujo, marca con un círculo los focos de contaminación que encuentres.



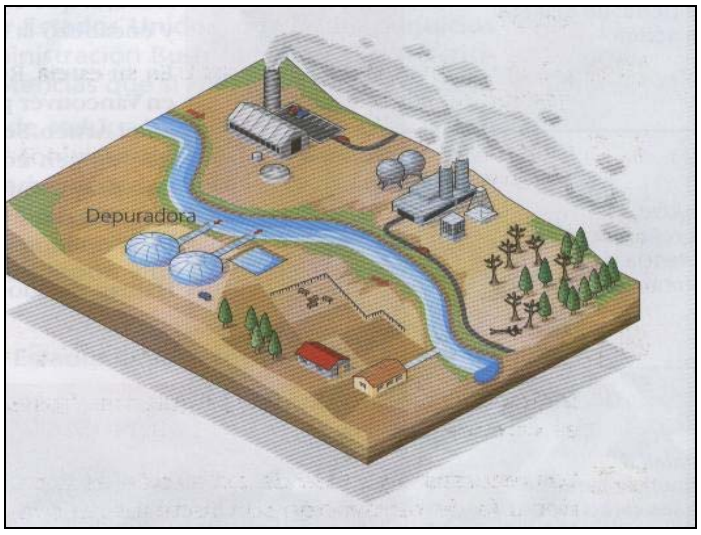
6

5.- Une cada una de estas acciones con el tipo de contaminante que se produce:

a.- Central térmica	1.- Nitratos
b.- Tirar aceite por el fregadero	2.- Insecticidas y pesticidas
c.- Abonar la tierra	3.- Partículas en suspensión
d.- Tirar las pilas a la basura	4.- Temperatura
e.- Usar detergentes para lavar	5.- Materia orgánica
f.- Tratar las plagas del campo	6.- Metales pesados
g.- Industrias agroalimentarias	7.- Fosfatos

6.- Indica tres contaminantes que deberíamos encontrar en las aguas del río a su paso por tu localidad.

7.- En el siguiente dibujo se muestra la situación de una depuradora de aguas residuales en una zona donde se realizan diversas actividades humanas. Después de mirar detenidamente el dibujo, contesta a las siguientes preguntas:



a.- ¿Está situada la depuradora en el punto más adecuado?¿Por qué?

b.- Propón otra solución para lograr una mayor eficacia en la depuración de las aguas residuales que se vierten al río. Justifica tu respuesta.

c.- Las aguas que salen de una depuradora, ¿son potables?. Explícalo.

d.- ¿Pueden las aguas subterráneas ser tratadas en una depuradora de aguas residuales?. Justifica tu respuesta.

7

Actividades de ciencias en red orientadas al profesorado de Secundaria

Bergua, C.; Camacho, A.; de Echave, A.; González, C.; Lozano, J.M.; Mazo, H.; Morales, M.J.; Roda, V.; Rodríguez, V.; Sánchez, M.D.; Sebastián, J.L.

Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales, San Juan Bosco 7, 50.009 Zaragoza; e-mail: dsanchez@unizar.es

Resumen: Se presenta un banco de actividades de ciencias en red dirigidas al profesorado de Secundaria para su utilización en las clases, adaptables a posibles modificaciones. Las actividades están clasificadas por categorías con un sistema de búsquedas, en una base de datos en web; también se adjunta una mensajería para la interacción entre el profesorado. Este trabajo es el resultado de la colaboración entre profesorado de universidad y de IES de Aragón, constituyendo un grupo de innovación para la enseñanza de la física y la química, con enfoque medioambiental.

Palabras clave: enseñanza de física y química, enfoque medioambiental, banco de actividades, Educación Secundaria, materiales en red.

Title: Science activities on the Internet addressed to Secondary School teachers

Abstract: We present different science activities on the Internet addressed to Secondary School teachers to be used in class, open to possible modifications.The activities are classified in categories with a searching system, in a database in the Web; a messaging system between the teachers is also provided. This work is the result of a collaboration between Secondary School and University teachers from Aragon, that form an innovation group for the teaching of physics and chemistry, focused on environmental subjects.

Keywords: physics and chemistry teaching, environmental teaching approach, science teaching activities, Secondary Education, materials on the Web.

Introducción

El grupo de trabajo, constituido por profesorado de didáctica de ciencias experimentales y profesorado de ciencias de seis centros de Educación Secundaria de Aragón, ha diseñado un banco de actividades (http://www.unizar.es/actividades_fq/) relacionadas con la física, la química

y el medio ambiente[1]. Están dirigidas al profesorado de Secundaria y Bachillerato para trabajar en el aula. El medio de elaboración y distribución elegido, página web y entorno de trabajo colaborativo (BSCW: Basic Support of Cooperative Work) es consistente tanto con el modelo didáctico de actividades subyacente como con el modelo de interacción del equipo de innovación docente.

Las actividades se han clasificado atendiendo a criterios diversos y en su diseño se han contemplado factores metodológicos y teóricos que han dado como resultado unas propuestas didácticas innovadoras, abiertas y flexibles. Esas características las hacen adecuadas, tras su adaptación a contextos concretos, para la enseñanza en los niveles educativos sugeridos.

Marco teórico

Para la selección de actividades se ha partido del currículo aragonés de Secundaria (Orden de 6 de mayo 2005, BOA 5 de julio 2005), de la experiencia docente del profesorado de Secundaria de este grupo de innovación y también de anteriores investigaciones del grupo ECEM (Enseñanza de las Ciencias y Educación Medioambiental) relacionadas con *los materiales del entorno y la vida cotidiana* (Sánchez y otros, 2002; 2004).

El medio escogido se justifica tanto en anteriores investigaciones (Llitjos y otros, 2002; 2004) como en experiencias docentes del grupo. Este medio condiciona la elaboración de la propuesta de actividades y permite la evaluación de su utilización por el profesorado (Landow, 1995). Se acepta el principio general de que los materiales multimedia se diseñan para los usuarios y usuarias y en función de su utilización (Orihuela y Santos, 1999). En este sentido, se aprenden con el uso. En nuestro caso, están dirigidas al profesorado de ciencias de secundaria que irán haciendo propias las propuestas didácticas para su uso en el aula.

Para el diseño de las actividades se ha utilizado el entorno telemático BSCW[2] para la cooperación entre los miembros del grupo de innovación.

Las actividades en red, cuyo objetivo final es su implementación en las clases de ciencias según el esquema que figura en el anexo 1, se han diseñado aplicando criterios de facilidad de uso y de lenguaje multimedia y organizado atendiendo a las categorías siguientes:

- C1. Metodologías habituales (en la web por *colores*)
- C2. Por su finalidad didáctica (Sanmartí, 2000) (en la web clasificación por *tipos*)
- C3. Enfoques docentes (en la web por *subtipos*)

[1]Este trabajo, coordinado por Mª Dolores Sánchez, ha sido posible mediante la financiación concedida por el Gobierno de Aragón en el concurso de proyectos de cooperación en materia de investigación entre departamentos universitarios y departamentos de IES de la Comunidad Autónoma de Aragón.

[2]El BSCW se encuentra disponible para uso general en un servidor público (bscw.fit.fraunhofer.de). Para ampliar la información: Sánchez, MD y otros (2004), nota 2 pp.503

- C4. Por nivel educativo

La primera categoría (C1) atiende a los métodos didácticos más frecuentemente utilizados entre el profesorado de secundaria consultado para el desarrollo de las actividades de ciencias, cuya especificación se incluye en el anexo como leyenda de la tabla I y se indica a continuación:

E	Experimental
I	Ilustrativa
P	Ejercicios prácticos
PI	Pequeñas investigaciones
IA	Internet para aprender
D	Debate en pequeños grupos
T	Aglutina aspectos de las anteriores

Estas opciones no son necesariamente excluyentes, se pueden dar algunos casos en los que se trabaja por ejemplo IA (Internet para Aprender) y D (Debate en pequeños grupos), clasificándose en la primera categoría por las características predominantes de la propuesta.

Según la finalidad didáctica, en función de los niveles de abstracción y complejidad, las actividades se clasifican en C2 y en la web aparecen como Tipos:

Iniciación y exploración
Desarrollo del aprendizaje y evolución de los modelos iniciales
Elaboración de conclusiones y síntesis
Aplicación y generalización

Este criterio de clasificación ha tenido en cuenta la naturaleza de los procesos de aprendizaje en cuanto a los contenidos científicos y las dificultades, habilidades de pensamiento o requisitos conceptuales del alumnado de Secundaria y Bachillerato.

La tercera categoría (C3) que se propone en este trabajo, atiende al enfoque docente preferente o prioritario del profesorado y a la experiencia. Esta clasificación se representa en la Tabla II del anexo y en la web aparece como Subtipos.

El nivel educativo constituye un criterio funcional para la selección de actividades por parte del profesorado y se ha incluido en la categoría C4.

Cada una de las actividades presentan una estructura común que está basada en propuestas anteriores (Sánchez y Llitjós, 1994):

- Presentación de la actividad (ficha) y sugerencias
- Introducción
- Materiales y alternativas
- Procedimiento
- Discusión de resultados
- Preguntas para la autoevaluación

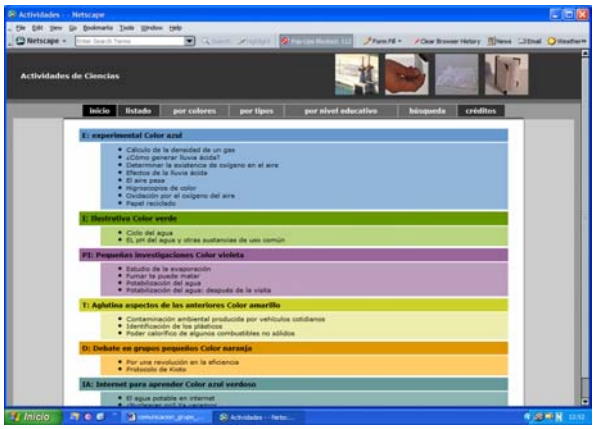
En cada actividad se permite el acceso al glosario y al foro. De esta manera se favorece la interacción entre el profesorado, aspecto que valoramos de gran importancia. Para facilitar el uso docente de estas actividades está la posibilidad de trabajarlas como texto secuencial (pdf) o de manera hipertextual en red.

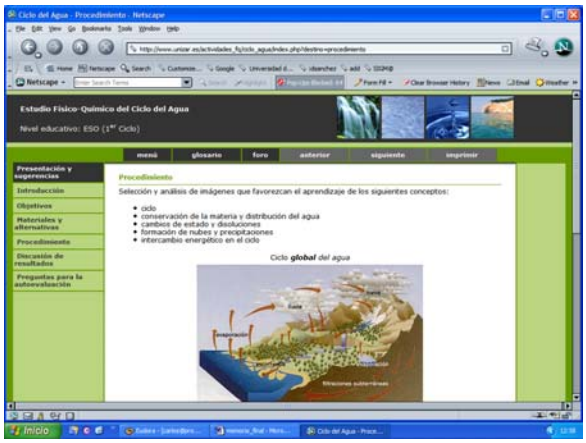
Resultados

El resultado de este trabajo es un banco de actividades en red (http://www.unizar.es/actividades_fq/). El enfoque predominante de las actividades se hace desde la física y la química hacia el medio ambiente. Esta propuesta está orientada al profesorado de Secundaria.

El *banco de actividades* es un sitio web que consta de una base de datos que permite la consulta atendiendo a las categorías C1, C2 y C4. En todas ellas se posibilita su impresión en formato pdf. En la presentación de cada actividad aparece una ficha con los subtipos correspondientes a las categorías C3.

A continuación y a modo de ejemplo se incluye una muestra de diferentes pantallas: presentación, listado de actividades por colores, consulta y tres actividades de distintos tipos.





A cada actividad se ha vinculado un correo coordinado por los distintos responsables en el equipo. Con esta mensajería se pretende abrir canales de comunicación con los usuarios y usuarias, recogiendo sus experiencias en el aula.

A modo de conclusiones

Esta propuesta de actividades en red tiene posibles repercusiones en la docencia y en la formación del profesorado de secundaria, en varios sentidos:

1. La interacción entre dos ámbitos educativos para compartir y aplicar experiencias ha dado lugar a la consolidación de un equipo formado por el grupo ECEM-UZ y profesorado de física y química de seis centros de Secundaria de Aragón.
2. Este *banco de actividades* innovadoras, abiertas y flexibles, se ha puesto a disposición para su uso docente, facilitando el acceso a través de la red.
3. El grupo de innovación a través de esta propuesta de actividades transmite un modelo didáctico con el propósito de que tenga un impacto positivo en las aulas de Educación Secundaria.
4. A través de estos materiales en red se pretende contribuir y facilitar la incorporación de estas tecnologías a la práctica cotidiana del profesorado.

Finalmente, pensamos que se han abierto perspectivas de interés a partir de este trabajo en la exploración del uso de hipertextos por parte del profesorado de ciencias de Secundaria y de sus posibilidades educativas.

Referencias bibliográficas

Landow, G.P. (1995). Hipertexto. *La convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*. Barcelona: Piados.

Llitjós, A. y otros (2002). *Entorno telemático para el trabajo cooperativo en ciencias experimentales.* XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La Laguna: Universidad de La Laguna.

Llitjós, A. y otros (2004). *Enseñanza semipresencial y formación en ciencias del profesorado. Entorno BSCW*. XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. San Sebastián: Universidad del País Vasco.

Llitjós, A. y Sánchez, M.D. (1994). *El Agua*. Zaragoza: Ice Universidad de Zaragoza

Orihuela, J.L. y Santos, M.L. (1999). *Introducción al diseño digital. Concepción y desarrollo de proyectos de comunicación interactiva*. Madrid: Anaya Multimedia

Sánchez, M.D. y otros (2002). *Elaboración de materiales de educación ambiental y su utilización a través de la red. Aplicación de entornos telemáticos.* XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La Laguna: Universidad de La Laguna.

Sánchez, M.D. y otros (2004). *Actividades didácticas para el aprendizaje cooperativo. Ejemplo en el entorno BSCW.* XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. San Sebastián: Universidad del País Vasco.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En P. Cañal y J. Perales (directores) *Didáctica de las Ciencias Experimentales* pp. 239-266, Alcoy: Marfil

Anexos

Anexo 1: Esquema de los procesos implicados en las *actividades en red*

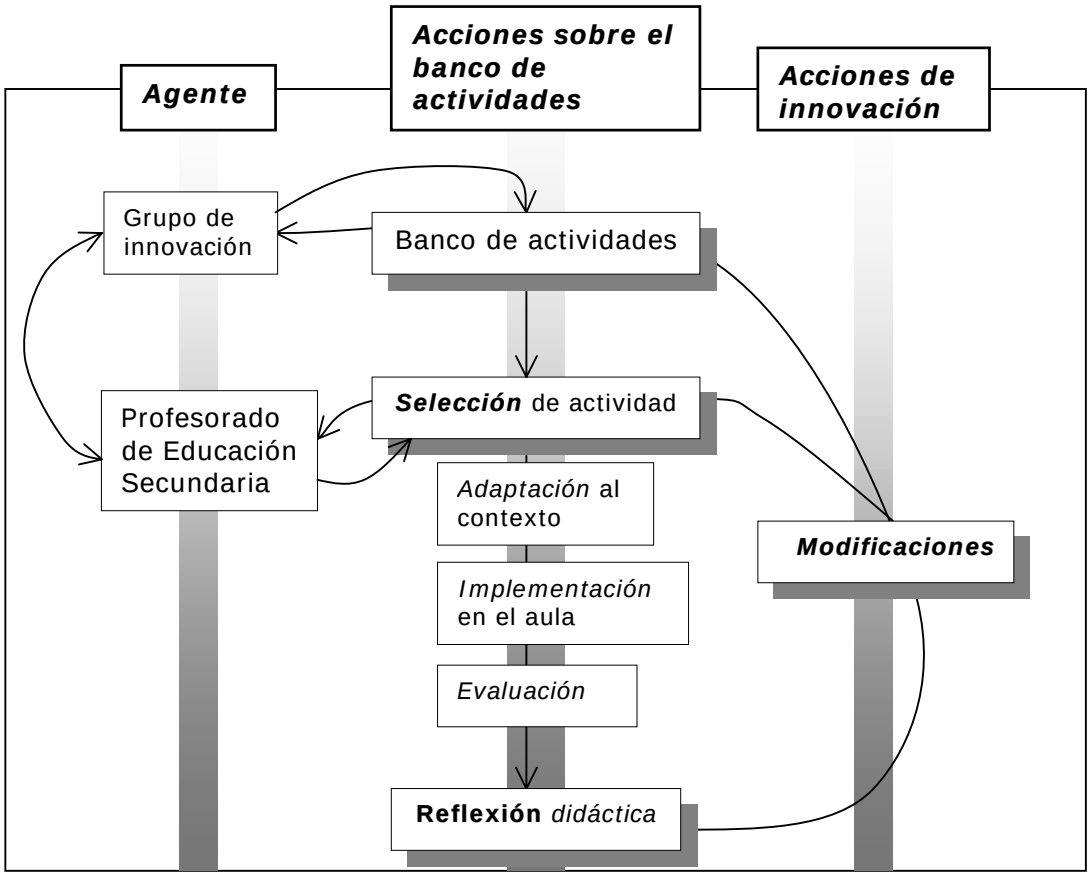


Tabla I[3]: Listado de actividades según C1

• Cálculo de la densidad de un gas	E
• Ciclo del agua	I
• ¿Cómo generar lluvia ácida?	E
• Contaminación ambiental producida por vehículos cotidianos	T
• Determinar la cantidad de oxígeno en el aire	E
• Efectos de la lluvia ácida	E
• El agua potable en internet	IA
• El aire pesa	E
• El PH del agua y otras substancias de uso común	I
• Estudio de la evaporación	PI
• Fumar te puede matar	PI
• Higroscopios de color	E
• Identificación de los plásticos	T
• ¿Nucleares no? Ya veremos	IA
• Oxidación por el oxígeno del aire	E

[3] Leyenda Tabla 1: **E**: experimental (azul); **I**: Ilustrativa (verde); **PI**: Pequeñas investigaciones (violeta); **T**: Aglutina aspectos de las anteriores (amarillo verdoso); **D**: Debate en grupos pequeños (naranja); **IA**: Internet para aprender (azul verdoso)

• Papel reciclado	E
• Poder calorífico de algunos combustibles no sólidos	T
• Por una revolución en la eficiencia	D
• Potabilización del agua	PI
• Potabilización del agua: después de la visita a la planta	PI
• Protocolo de Kioto	D
• Residuos Radiactivos	IA
• Wangari Maathai	IA

Tabla II: Listado de actividades según C3

SUBTIPOS (C3)	Según el tipo de actividad (A) ▪ Simulación ▪ Experiencia en el laboratorio ▪ Uso de audiovisuales ▪ Internet para aprender ▪ Visitas a instalaciones o procesos ▪ Análisis de textos ▪ Trabajo cooperativo ▪ De debate y consenso Según las habilidades cognitivas (B) ▪ De observación o descripción ▪ De formulación de hipótesis ▪ De planteamiento del problema ▪ De elaboración de conclusiones ▪ De análisis ▪ De síntesis ▪ De estructuración de conocimientos Según el tipo de contenidos (C) ▪ Priorice conceptos ▪ Priorice procedimientos ▪ Priorice actitudes ▪ Priorice valores Según los enfoques didácticos preferentes (D) ▪ Enfoques CTS ▪ Alfabetización científica ▪ Género, igualdad y diferencias ▪ Descubrimiento ▪ Pragmático ▪ Sistematización, normas y protocolos ▪ Desarrollo de la creatividad Según el papel del profesorado, las interacciones y mediaciones en las aulas (E) ▪ Papel destacado del profesor o profesora ▪ Papel destacado del alumnado ▪ Colaboración ▪ Interacción entre iguales

La Hipótesis de la Complejidad como integración reflexión-práctica.

Bartolomé Vázquez Bernal[1], Roque Jiménez Pérez[2] y Vicente Mellado Jiménez[3]

[1]IES Jorge Juan. San Fernando (Cádiz). bartolomevazquez@andaluciajunta.es [2]Dto. Didáctica Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva. rjimenez@uhu.es. [3]Dto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz. vmellado@unex.es

Resumen: En este trabajo se desarrolla el concepto de Hipótesis de la Complejidad. Se fundamenta en los aspectos reflexivos ligados a la práctica educativa y se decanta por dimensiones de complejidad creciente, desde la dimensión técnica, hasta la crítica, pasando por la práctica.

Palabras clave: complejidad, reflexión y práctica de aula.

Titlle: Complexity Hypothesis as integration between reflection and practice

Abstract: In this work the concept of Complexity Hypothesis is developed. It is based on the reflective aspects related to the educative practice and one shows preference for dimensions of increasing complexity, from the technical dimension, to the critic, happening through the practice.

Keywords: complexity, reflection and classroom practice

Introducción

Nuestra hipótesis, a la que denominamos de la complejidad, se considera heredera de desarrollos teóricos precedentes en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, en especial de los diversos enfoques que han ido refinándose con el avance de esta disciplina y que, al amparo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor, han sustentado y afianzado su lógica evolución. Desde una perspectiva constructivista, pronto surge, en el campo que nos atañe, el intento por caracterizar la enseñanza que los profesores utilizan en sus intervenciones en el aula. A partir de modelos teóricos precendentes, se proponen modelos de profesor ya clásicos en nuestra literatura: tradicional, espontaneísta, tecnológico, constructivista, en sus acepciones más aceptadas. Así, surge la búsqueda de los modelos didácticos personales propios de cada profesor. Fruto de estas indagaciones se elabora la Hipótesis de Progresión sobre el Conocimiento Profesional de los Profesores, que hunde sus raíces en las elaboraciones teóricas de distintos autores sobre las concepciones de los profesores (Porlán y Rivero, 1998; Wamba, 2001; Jiménez y Wamba, 2003).

Para vertebrar, más concretamente, nuestro discurso teórico, nos referiremos a la aportación de diversos investigadores, más específicos en cuanto a la caracterización de la capacidad de reflexión, aunque sin abandonar el campo educativo. En orden cronológico, Hoyle (1974) avanza

algunas ideas, incardinadas en el debate sobre el profesionalismo allá en la décadas de los setenta, ideas que nos muestras rasgos que, aunque no inciden especialmente en el ámbito de la reflexión, sí acogen ideas interesantes y que recogemos por su temprana contribución al debate. Así, Hoyle distingue dos ámbitos para la profesionalidad, una que denomina restringida y otra desarrollada. La primera centrada en las destrezas profesionales derivadas de experiencias y, la segunda, en las destrezas derivadas de una reflexión entre experiencia y teoría.

Se comprueba que aunque no incide de forma profunda en la reflexión de los profesores, sí la considera una característica de la profesionalidad avanzada. Otro autor, Van Manen (1977), sí desarrolla esos aspectos centrados en la propia reflexión, de esa forma, distingue tres niveles, a los que denomina de racionalidad técnica, práctico y crítico, caracterizados por la aplicación eficiente y eficaz del conocimiento educativo, en el primer nivel; la acción unida a compromisos de valor particular, en el segundo y, por último, la incorporación de criterios morales y éticos. Destacamos la compleja vertiente social que la educación conlleva (Tom, 1984). La aparición de este tipo de criterios no es contemporánea a la aportación de estos autores, proviene de los movimientos sociales del siglo XIX, aunque, en el campo de la reflexión educativa, sí podemos catalogarla de reciente. Profundizando en esta línea, Zimpher y Howey (1987) también encuentran tres niveles en la reflexión, uno tecnológico, asociado a la selección de técnicas específicas para lograr objetivos prefijados; otro práctico, relativo al juicio sobre lo que se debería ser hecho y, para finalizar, un nivel crítico, centrado en la autocrítica y crítica social.

De las contribuciones de los anteriores investigadores, en orden a su aparición cronológica, observamos que las niveles se van haciendo más complejas, adquiriendo una verdadera entidad teórica todo lo relativo a la crítica social y a la emancipación como base de la educación. Este movimiento se acentúa en autores como Carr y Kemmis, (1988) que desarrollan teóricamente este modelo de educación y, al igual que los autores precedentes, diferencian entre tres niveles diferentes de reflexión, el tecnológico y el práctico se corresponden con los niveles descritos con anterioridad y, el crítico en el profundizan en el sentido de dotar a la educación de herramientas que conduzcan a la emancipación que destierre la irracionalidad en las ideas, y siente las bases del sistema educativo sobre los pilares de la justicia social. Estos mismos argumentos son compartidos por múltiples autores, si bien, se discrepa en cuanto al número de niveles que constituye la capacidad de reflexión. Por ejemplo, Louden (1991), añade un nivel más de desarrollo en la reflexión, al distinguir entre lo personal y lo problemático, a caballo entre el tecnológico y el problemático (o práctico) y implicaría a la experiencia que conecta con el entendimiento de la propia vida de uno. Se desprende de las ideas previas que el profesor debe trascender las propias reflexiones que afectan a su vida personal y enfocarlas, además, hacia el plano profesional. En última instancia estarían las revisiones y el cuestionamiento de las propias ideas, orientadas hacia la acción crítica. Para Schön (1998), existen dos niveles de reflexión, uno técnico y otro, que surge desde la acción, el primero consisten en la aplicación rigurosa de la teoría científica y de la técnica. El segundo nivel

implica la definición de medios y fines de forma interactiva en una situación problemática.

Con el autor anterior, en cuanto al número de niveles, coincide también Elliot (1999), si bien su concepto de profesionalidad en el ámbito educativo posee una dimensión más humanística. Sus propuestas teóricas emergen de las teorías de Habermas (2002), distinguiendo dos niveles, el técnico, con pautas claras e inequívocas e impersonales y el práctico, con la autorreflexión crítica y la persona como fuente de pautas. Observamos que el nivel crítico parece integrarse dentro del nivel práctico, diluyéndose en este nivel, conformándose la propia persona como fuente de pautas potencialmente problemáticas.

Las metáforas como herramientas para la Complejidad

Aunque la literatura se decanta mayoritariamente por la existencia de tres niveles de reflexión, no hay que descuidar la hipótesis de Elliot, en la que podemos encontrar sólo dos niveles. Nosotros distinguimos con claridad dos niveles en la reflexión, ambos incompatibles entre sí, como son la perspectiva técnica o instrumental y la no técnica. En esta última, a su vez, en aras de una mejor conceptualización, distinguimos dos versiones, no incompatibles, todo lo contrario, podríamos decir que incluso complementarias; una versión centrada en la resolución de problemas de tipo práctico y otra que, englobando a la anterior, añade más complejidad y supone un paso más, esto es, la concienciación social y crítica.

A partir de todas las aportaciones anteriores, elaboramos nuestra Hipótesis de la Complejidad (Vázquez, 2005). En ella, diferenciamos tres dimensiones, que ocupan el lugar de los niveles descritos por los diversos autores, pero que llevan asociado un concepto algo diferente. Pasaremos a dar nuestros argumentos y para ello, recurriremos al uso de las metáforas. Lakoff *et al*. (1986) defienden que cualquier sistema conceptual humano es, en su mayor parte, de naturaleza metafórica. Dentro de la capacidad de reflexión, como expresábamos previamente, distinguimos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica. En nuestra hipótesis, cada dimensión se vuelve más compleja, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión. Desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación. Recurriendo a la metáfora, parecería que dentro de la dimensión técnica nos moveríamos en un universo unidimensional, que se cierra sobre sí mismo, plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, los cuales se retroalimentan a sí mismos, pero que, observado desde el mismo, nos parecería completo y suficiente. En una dimensión superior, la dimensión práctica, el mundo unidimensional daría lugar al universo plano, bidimensional, donde la resolución de problemas prácticos orienta a la reflexión. Nos hallamos en un mundo con un grado de libertad más. No existe solamente la perspectiva única, hacia delante o detrás, el ensayo/error como método de indagación de la práctica educativa. Otro tipo de presupuestos dan sentido a la educación y a la enseñanza y nuestras reflexiones encuentran sentido en ellas. Sin duda el espacio se amplía y nos movemos en el plano.

Finalmente, en el último grado de complejidad, encontramos la dimensión crítica. Nos desenvolvemos en el mundo tridimensional, con el

máximo grado de libertad. Las perspectivas se desarrollan y se abren ante nosotros. Dotamos de espacialidad a nuestras reflexiones, dicho sea de forma metafórica. Los problemas prácticos se vuelven más complejos con todas las posibilidades que las coordenadas sociales nos permiten. Todo problema de índole práctico está incardinado en un contexto social complejo y único. Tratamos con individuos que aprenden y la gama rica de diversidad que les acompañan. Sometemos a revisión nuestras ideas y pensamientos, interaccionando con el contexto y con la ayuda de nuestros compañeros, debatiendo y tratando de movilizar, e incluso, remover las concepciones que sustentan nuestra práctica y afloran en las reflexiones compartidas o en la soledad de la introspección. En definitiva, da sentido de forma racional a nuestra aspiración de conocimiento, conocimiento fundamentado en la práctica, inherente a nuestras acciones e intervenciones diarias. Hemos querido simbolizar la hipótesis de la complejidad de forma gráfica, en la que destacamos el grado de complejidad creciente que supone avanzar de una dimensión a otra, para ello hemos plasmado nuestras ideas en la figura 1.

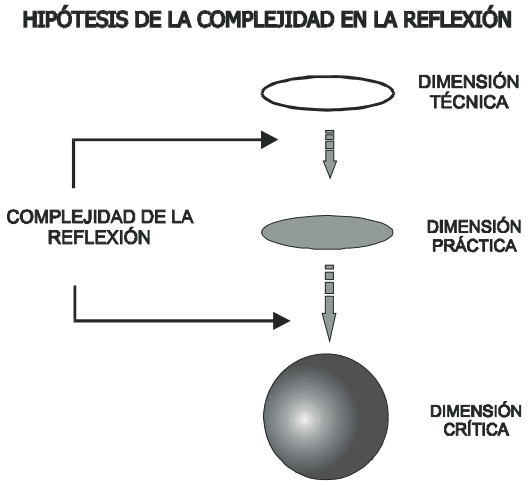


Figura 1. Hipótesis de la complejidad en nuestra investigación.

Sin embargo, así como preconizamos desde esta investigación un nivel creciente de complejidad en la reflexividad de los profesores, pensamos que esa misma hipótesis de la complejidad ha de vincularse a la práctica de aula, o sea, a las intervenciones que los profesores desarrollan en el proceso de e/a. La vinculación entre reflexión y acción es evidente. Montero (2001) se pregunta si, el conocimiento en la acción y la reflexión en la acción, son los constructos más potentes para explicar los vínculos entre conocimiento y acción; respondiendo que, mediante ellos, hemos accedido a la evidencia del conocimiento incrustado en la actuación profesional, desvelándose un proceso interno, activo, de construcción.

En este sentido, vincular significa emanar, por lo que es desde la reflexión y su análisis, del que derivaremos la búsqueda de significado de la acción educativa. No es ajena esta premisa a las aportaciones de investigadores de nuestro contexto cercano (Porlán *et al*., 1998), que ven el conocimiento como un conocimiento práctico, integrador, profesionalizado, complejo, tentativo, evolutivo y procesual.

La complejidad de la reflexión y la práctica

Para un autor crítico con el sistema de racionalidad técnica como Zeichner (1993), la reducción del proceso de reflexión a la consideración de las destrezas y estrategias docentes y la exclusión de la delimitación de los fines de la enseñanza de este proceso, es característico de la racionalidad técnica. Este autor considera los distintos enfoques que subyacen a los procesos de reflexión. En primer lugar una tradición académica, que hace hincapié en la reflexión de los profesores sobre su asignatura para promover la comprensión del alumnado. Una tradición de la eficiencia social, que resalta la aplicación de la investigación llevada a cabo por estudiosos universitarios. Otra tradición desarrollista que da prioridad a una enseñanza sensible a los intereses, pensamiento y pautas evolutivas de los alumnos. Por último, una tradición de práctica reflexiva, que considera la reflexión como un acto político que puede contribuir a una sociedad más justa y humana.

Nuestra visión de la reflexión como promotora del conocimiento es compatible con las teorizaciones de autores como Cochran-Smith y Lytle (2003), que distingue entre un conocimiento para la práctica, generado en la Universidad; un conocimiento en la práctica, generado en la propia práctica docente y, para finalizar, un conocimiento de la práctica, que compatibilizan ambos tipos de conocimientos.

Por otro lado, en la actualidad, las investigaciones del pensamiento del profesor están asumiendo un enfoque más dialéctico. En ellas, la relación teoría-práctica se ve de un modo interactivo: la acción pedagógica es orientada por las propias construcciones teóricas e influenciada y modificada por acontecimientos prácticos (Imbernón, 2002), reclamándose trabajos de investigación que se contextualizen con la formación y perfeccionamiento del profesorado, tanto en la formación inicial (Mellado, 1996), como en ejercicio. Por tanto, como hemos expuesto hasta ahora, partimos de la necesaria integración entre calidad de reflexión en los profesores, como generador de conocimiento y práctica de aula, lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de complejidad en el desarrollo/conocimiento profesional (figura 2).

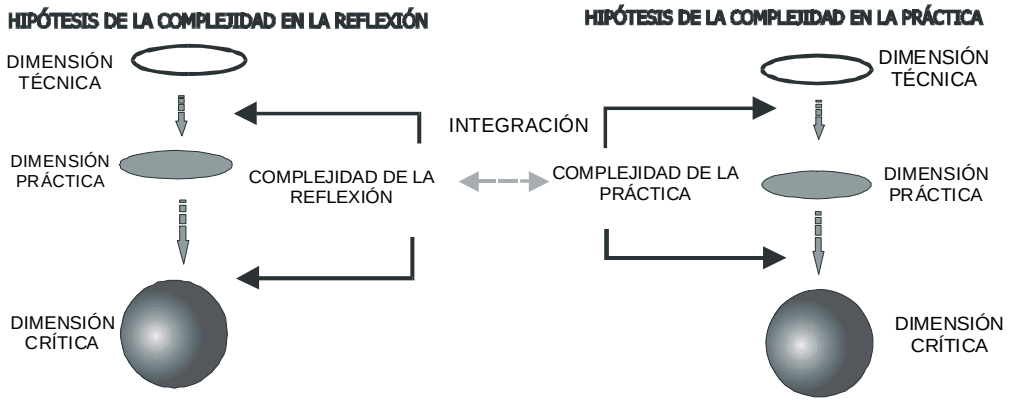


Figura 2. Integración reflexión – práctica.

Una vez expuestos los fundamentos de nuestra hipótesis, quisiéramos realizar algunas apreciaciones y establecer, con claridad, qué la diferencia

de anteriores hipótesis que, aunque comparten presupuestos teóricos, suponen, a nuestro juicio, visiones no radicalmente contrapuestas, pero sí, al menos formalmente, diferentes. En esencia, pensamos que las anteriores propuestas teóricas en cuanto al significado de progresión implican un gradiente de mejora y eficacia. Esto, bajo nuestra perspectiva, representa una paradoja. Recordemos que todos los autores, prácticamente, coinciden en que el nivel inferior sería una visión instrumental de la educación, donde se comparte el paradigma medios/fines y la búsqueda de la eficacia en el binomio enseñanza/aprendizaje. En primer lugar, recordar que el conocimiento humano carece, a estas alturas, de una Teoría del Aprendizaje aceptada por toda la comunidad (Richardson, 2001) y que compiten diferentes visiones teóricas de cómo aprende el ser humano, lo cual pone en entredicho la misma esencia de la eficiencia en la enseñanza, por supuesto, si se quiere ir más allá de contestar con acierto determinadas pruebas estándar de conocimiento.

En segundo lugar, la misma existencia de niveles e incluso, en la propia noción de progresión, creemos que está implícita la idea de mejora que precisamente se desea desvalorar o refutar. A lo largo de nuestro trabajo de investigación ponemos en evidencia, por otro lado, destacado hasta la saciedad por la literatura educativa, la complejidad del acto educativo; si a ello, además, añadimos el hecho de enseñar, por parte del profesor y el de aprender, por parte del alumno, contenidos de carácter científicos, pensamos que la dificultad se retroalimenta. Al expresar la palabra dificultad no deseamos infravalorarla, al contrario, queremos destacarla y realzarla, resaltando el carácter problemático de nuestra empresa, jamás resuelta del todo. Astolfi (1998), recuerda que los problemas pedagógicos no pueden resolverse jamás, sino únicamente negociarse.

Por otro lado, la omnipresencia del contexto que hace que, en similares circunstancias, aula, grupo, profesor, alumnos, contenido a estudiar, actividades a realizar, espacio, hora del día, etc., las decisiones que se tomen sean diferentes y hasta diametralmente opuestas, lo cual, a nuestro juicio, nos induce a emplear un término más adecuado, el de complejidad, en vez de anteriores denominaciones. Al utilizar este término, no queremos, conscientemente, emitir un juicio de valor sobre la bondad de un nivel u otro, sobre los beneficios de estar inscritos en un nivel de progresión y en los perjuicios de estar situados en un nivel inferior, ello sólo puede conducir a la creación de insatisfacciones, algunas más que añadir a la profesión docente. Nada más lejos de la realidad. Reconocemos de la importancia del contexto y de las múltiples variables que concurren en cada acto educativo para hacer que este sea único. Nos alejamos de impartir credenciales y certificados de validez. Aquel, empleando de nuevo la metáfora, que se mueve y desplaza por el universo unidimensional, tiene todo el derecho a hacerlo. Si se nos permite la licencia, nos viene al recuerdo el mundo imaginario descrito por un matemático (Gardner, 1980), Astria, un planeta discoidal que gira sobre sí mismo en un espacio planar; los astrianos, que caminan erguidos por el borde de su planeta, saben distinguir este y oeste, arriba y abajo, pero naturalmente no hay ni norte ni sur.

La elección de una determinada forma de desarrollar y realizar nuestras reflexiones y su repercusión en la práctica educativa es una elección personal. El adentrarse de forma voluntaria en el espacio tridimensional o

de permanecer en la unidimensionalidad, suponemos que es una elección que reporta beneficios personales, sociales y profesionales a quien las efectúa. Ello no implica que nosotros no defendamos una visión compleja y sistémica en el discurso del profesor, con la incorporación de diferentes voces o modelos (Pozo, 1999), sólo expresamos que la elección de la complejidad implica descubrir un vasto mundo y que, ese mismo acto, es por sí mismo motivador. La elección de la complejidad supone una opción ideológica orientadora de valores, pensamiento y acción, una perspectiva ética, una perspectiva de la construcción del conocimiento y una perspectiva de la acción (Bonil y Pujol, 2005).

Como expresan Joyce y Weil (1985), no existe un modelo perfecto, ni enfoques que resuelvan todos los problemas educativos, no hay método que tenga éxito con la totalidad del alumnado y para todos los objetivos. Esto no significa que "todo vale", sino que, por un lado, los diferentes objetivos de la enseñanza de las Ciencias requieren un amplio repertorio de estrategias de consecución (Jiménez, 2001), así, pues cada modelo tiene su ámbito de aplicación, que puede ser complementario con otros (Aliberas *et al*., 1989).

Referencias bibliográficas

Aliberas, J., Guitiérrez, R. e Izquierdo, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 277-284.

Astolfi, J.P. (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 375-385.

Bonil, J. y Pujol, R. M. (2005). La aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias,* Número Extra. VII Cong. Int. Invest. en la Didáctica de las Ciencias. Barcelona.

Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.

Cochran-Smith, M. y Lytle, S.L. (2003). Más allá de la certidumbre: adoptar una actitud indagadora sobre la práctica. En A. Lieberman y L. Miller (Ed.) *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*, 65-79. Barcelona: Octaedro.

Elliot, J. (1999). La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, 364-378. Madrid: Akal

Feldman, A. (1993). Erzberger´s dilemma: Validity in action research and science teacher´s need to how. *Science Education*, 78, 83-101.

Gardner, M. (1980). Juegos matemáticos. Los placeres de crear ciencia y técnica en el planiverso ideal de los geómetras. *Investigación y Ciencia*, 48, 102-109.

Habermas, J. (2002). *Ciencia y Técnica como ideología*. Madrid: Tecnos.

Hoyle, E. (1974). Professionality, professionalism and control in teachig. London Educational Review, 3, 13-19.

Imbernón, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado. En F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, 11-68. Barcelona: Graó.

Jiménez, M.P. (2001). Modelos didácticos. En F. J. Perales y P. Cañal (Ed.) *Didáctica de las ciencias experimentales*, 165-186. Alcoy: Marfil.

Jiménez Pérez, R., Wamba, A. M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interunivesitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 113-131.

Joyce, B. y Weil, M. (1985). *Modelos de enseñanza*. Madrid: Anaya.

Lakoff, G., Johnson, D. y Johnson, R. (1986). Components of cooperative learning: Effects of collaborative skills and academic group contingencies on achievement and mainstreaming. *Contemporany Educational Psychology*, 11, 229-239.

Louden, W. (1991). *Understanding Teaching: Continuity and Change in Teachers´ Knowledge*. Londres: Casell.

Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.

Montero, L. (2001). La construcción del conocimiento en la enseñanza. En C. Marcelo (Ed.) *La función docente*, 47-83. Madrid: Síntesis.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

Pozo, J.I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 479-492.

Richardson, K. (2001). *Modelos de desarrollo cognitivo*. Madrid: Alianza.

Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

Tom, A. (1984). *Teaching as a moral craft*. Nueva York: Longman.

Van Manen, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6, 205-228.

Vázquez, B. (2005). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos*. Tesis Doctoral. Univ. de Huelva.

Wamba, A.M. (2001). *Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/results.

Zeichner, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. Cuadernos de Pedagogía, 220, 44-45.

Zimpher, K. L. y Howey, K.R. (1987). Adapting supervisory Practices to different Orientations of Teaching Competence. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2(2), 102-112.

La enseñanza del Patrimonio en la ESO: concepciones de los profesores de Ciencias Experimentales y Sociales*

Ana María Wamba Aguado, Roque Jiménez Pérez y José María Cuenca López

Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva
mwamba@uhu.es, rjimenez@uhu.es, jcuenca@uhu.es

Resumen: Como parte de un proyecto más amplio, en este trabajo se exponen los primeros resultados de un análisis de las concepciones de profesores Educación Secundaria de Física y Química, Biología y Geología y Geografía e Historia sobre el patrimonio y su enseñanza, desde una perspectiva integradora y holística, por su relevancia en el desarrollo de programas de educación ambiental, de alfabetización científica y de educación para la ciudadanía.

Palabras clave: concepciones de los profesores, educación secundaria, enseñanza del patrimonio, alfabetización científica

Title: Heritage Education in Secondary School. Teachers' Physic-Chemist, Biology-Geology and Geography-History conceptions.

Abstract: This paper shows the first facts of an investigation about teachers' Physic-Chemist, Biology-Geology and Geography-History conceptions about heritage and his education.

Keywords: teachers' conceptions; Secondary School; Heritage Education; Scientific Education.

Introducción

Ya en un trabajo anterior (Wamba y Jiménez Pérez, 2005) presentamos un proyecto sobre la enseñanza y difusión del patrimonio en el que participamos y exponíamos una nueva concepción del patrimonio desde una perspectiva holística, superadora de visiones particulares y exclusivamente disciplinares, que dificultaban la integración entre la didáctica de las ciencias experimentales y de las ciencias sociales.

Conforma este nuevo escenario en relación con el patrimonio, la creciente expectación e interés del público en general ante ciertas exposiciones artísticas de autores de reconocido prestigio o sobre diversas temáticas; la visita a espacios naturales protegidos y a sus centros de interpretación; a museos y exposiciones sobre resultados de la investigación científica; la puesta en valor y el interés por la reconversión de los antiguos Museos de Ciencias en Casas de las Ciencias; la realización de itinerarios sobre paisajes urbanos, rurales y naturales. En todos estos ejemplos, podemos observar el

* Este trabajo forma parte del proyecto financiado (referencia nº BSO2003-07573) del Ministerio de Ciencia y Tecnología en la convocatoria de Proyectos de I+D de 2003

interés social del patrimonio que se ha convertido en un elemento básico del turismo cultural y de las actividades de ocio en el marco de las sociedades postindustriales de los países desarrollados, cumpliendo la doble función de información en el ámbito de una educación no formal y de divulgación para el reconocimiento de la diversidad de identidades culturales que, a la vez, comparten un lugar y tienen espacios propios de expresión (Estepa y Jiménez Pérez, 2001).

Ante esta revitalización y revalorización del patrimonio se ha producido una evolución en relación a varios puntos:

a) Del *concepto de patrimonio*, que ha pasado de referirse a obras artísticas muebles e inmuebles y a restos arqueológicos, (es el denominado patrimonio histórico-artístico), a englobar objetos, entornos y fenómenos (patrimonio tangible e intangible) resultado tanto de la actividad humana artística, científica, tecnológica, económica, social, como de la interacción hombre-naturaleza (Cuenca, 2004). Por tanto, el término patrimonio no diferencia cultura y naturaleza, a no ser que se desmarque con un adjetivo calificativo, de la misma manera que entendemos que es necesario poner el énfasis en que la ciencia y la tecnología forman parte del patrimonio cultural. De igual modo, el patrimonio ha pasado de ser utilizado como recurso para el refuerzo de valores nacionalistas, disfrute de eruditos, especialistas e investigadores, a ser considerado motor del desarrollo personal, social, económico, cultural y ambiental.

b) En el *ámbito de la difusión/divulgación,* sobre todo en los museos relacionados con el llamado patrimonio natural y científico-tecnológico, que han pasado de estar dedicados a exhibir para el público piezas reales en vitrinas, formando parte de las colecciones conservadas para el estudio de los investigadores científicos, a ofrecer en los últimos Museos de Ciencias y Casas de las Ciencia reproducción de fenómenos reales con los que puede interaccionar el ciudadano pero sin piezas reales, buscando un efecto multisensorial, aunque con un cierto abuso, en algunos casos, de recursos audiovisuales e informáticos (Wagensberg, 2004).

c) En el *campo educativo*, con propuestas escolares más o menos fundamentadas que facilitan la alfabetización científica para todos los ciudadanos, fomentando actitudes de respeto a la diversidad cultural, geológica y biológica; e incluso se le considera factor de desarrollo en el sentido más amplio del concepto, recurso para la comprensión entre los pueblos y, para nosotros, puede ser utilizado como punto de partida con el fin de establecer relaciones entre problemas medioambientales, locales y globales (Edwards *et al,* 2004), incorporando el concepto de *glocalidad* (Gil y Vilches, 2004), como otra vía de desarrollo de las propuestas que defendemos (Estepa, Wamba y Jiménez Pérez, 2005).

d) La *inclusión del concepto de patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Experimentales,* inducido por la relación ciencia–patrimonio y más específicamente, disciplina-patrimonio. Esto ha hecho que se revisen estos conceptos, pasando a perspectivas más integradoras, sobre todo cuando las disciplinas a las que va asociado son ciencias que están en proceso de transformación, con carácter más sistémico, como es el caso de la Geología con una perspectiva de Ciencias de la Tierra (Anguita, 1994). En este sentido, superando perspectivas más reduccionistas que destacan casi

exclusivamente la flora y la fauna, el patrimonio natural es compartido con los geólogos para que se incida en el patrimonio geológico y la geodiversidad de una región por su relación directa con otros aspectos socio-ambientales, como reclaman Durán y Robledo (2003) y la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra y la revista que editan.

Sin embargo, el interés por el patrimonio en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales es bastante reciente e incluso minoritario, según se desprende de la investigación que estamos realizando, al no ser compartido por la inmensa mayoría del profesorado de física y química ni por buena parte de los docentes de biología y geología de la Educación Secundaria. En este sentido y con este trabajo pretendemos conocer el pensamiento de profesores de Ciencias Experimentales comparándoles con profesores de Ciencias Sociales, todos de Educación Secundaria

Metodología

El proyecto citado inicialmente, se enmarca en el triángulo geográfico de Huelva-Sevilla-Cádiz, entendiendo este ámbito como un referente espacial y cultural de cierta homogeneidad, que puede aportar unos resultados coherentes. La muestra utilizada está selecionada entre profesionales pertenecientes a centros de interpretación del patrimonio y centros educativos.

En el caso concreto de los IES (Institutos de Enseñanza Secundaria), en el que centramos este trabajo, se ha mantenido la misma proporción por provincias, dando lugar a un total de 36 centros, en cada uno de los cuales se ha planificado para ser contestado por un profesor de cada una de las tres áreas que hemos considerado que pueden estar más directamente relacionadas con la enseñanza del patrimonio como son Geografía e Historia (GeH), Biología y Geología (ByG) y Física y Química (FyQ). Así, en este caso, los cuestionarios aplicados para este nivel educativo han sido 108 (18 en Huelva, 36 en Cádiz y 54 en Sevilla).

Como instrumento de recogida de datos hemos utilizado un cuestionario, de carácter anónimo (ver anexo I), que ha sido validado mediante una doble vía: a través de un juicio de expertos en la enseñanza y difusión patrimonial, y mediante un sondeo realizado a diferentes sujetos que cumplían las mismas características que los de la muestra de análisis y que llevaban a cabo su labor profesional en centros que no han sido seleccionados para el desarrollo de la investigación.

Para el análisis de los datos se ha utilizado un sistema de categorías articulado de lo más simple a lo más complejo, que incluye subcategorías, indicadores y descriptores (Wamba y Jiménez Pérez, 2005). Este sistema se concibe como un instrumento de segundo orden, de forma que guía todo el proceso analítico de la investigación y, a su vez, proporciona el rigor necesario para este tipo de trabajos a la hora de adscribir las respuestas de los profesionales, cuyas concepciones son analizadas y adscritas a los diferentes indicadores en función de los descriptores que los definen.

Datos obtenidos

Con los datos obtenidos del cuestionario, se han elaborado unas tablas de frecuencia que recogen por separado las respuestas de los profesores de ByG, FyQ y GeH. A partir de ellos hacemos el siguiente análisis:

TABLA I: Carácter patrimonial de los elementos propuestos

Item	Tipo respuesta	Prof.ByG	Prof.FyQ	Prof.GeH
Sierra de Aracena Pinsapar Grazalema Sierra Norte Sevilla	Es patrimonio pero no justifican	11.1%	18.2%	21.4%
	Es pat. por ser espacio natural	37.7%	22.7%	25.4%
	Es patrimonio por singularidad	25.9%	4.1%	7.1%
	Otros	25.3%	55%	46.1%
Castillo de Niebla	Es patrimonio pero no justifican	22.2%	22.7%	21.4%
	Es patrimonio por valor histórico	25.9%	18.2%	10%
	Es pat. por valor hist.-artístico	3.7%	22.7%	32.1%
	Otros	48.2%	36.4%	36.5%
Edificio Guggenhein	No es patrimonio	40.7%	40.9%	3.6%
	Es patrimonio pero no justifican	22.7%	18.5%	21.4%
	Es pat. como obra arquitectónica	11.1%	22.7%	15.9%
	Es pat.cultural-histórico	18.5%	4.5%	32.9%
	Otros	7%	13.4%	46.2%
Semana Santa	No es patrimonio/ns-nc	29.6%	27.2%	14.3%
	Es patrimonio pero no justifican	11.1%	13.6%	17.9%
	Si, patrimonio cultural	25.9%	13.6%	14.3%
	Costumbre popular, tradiciones	11.1%	40.9%	39.3%
	Otros	22.3%	4.7%	14.2%
Plancha de carbón	No es patrimonio/ns-nc	59.3%	72.7%	32.1%
	Es patrimonio pero no justifican	11.1%	9.1%	17.9%
	Si, patrimonio industrial-tecnológico	14.8%	4.5%	7.1%
	Si, patrimonio etnológico	7.4%	13.6%	32.2%
	Otros	7.4%	0.1%	10.7%
Aves que anidan en la ciudad	No es patrimonio/ns-nc	22.2%	68.1%	28.6%
	Es patrimonio pero no justifican	18.5%	4.5%	25%
	Si, patrimonio natural	18.5%	9.1%	17.9%
	Otros	40.8%	18.3%	28.5%
Parque minero Riotinto	No es patrimonio/ns-nc	11.1%	13.6%	10.7%
	Es patrimonio pero no justifican	11.1%	31.8%	25.0%
	Si, patrimonio industrial-tecnológico	3.7%	9.0%	10.7%
	Si, patrimonio histórico-natural	11.1%	9.0%	10.5%
	Si, patrimonio histórico-cultural	11.1%	9.1%	10.7%
	Otros	51.9%	27.5%	32.4%

- *Primera parte*: de las preguntas contestadas en este apartado y que contextualizan a los profesores de la muestra, queremos señalar que los mayores valores obtenidos se corresponden con el 42,3% que no vive ni trabaja en el lugar donde nació, el 60,3% es mujer, el 44,4% tiene una edad comprendida entre 31 y 40 años, siendo la experiencia superior a 5 años la de mayor porcentaje (79,4%). Respecto a su formación inicial, sólo un caso de los profesores de FyG (4,5%) considera que ha cursado contenidos relacionados con elementos patrimoniales, 11 casos de los de ByG (40%) y 19 casos de los de GeH (67,9%), lo que establece ya una diferencia significativa. En cuanto a estudios posteriores, sólo un 0.8% (un caso) ha cursado un master con contenido patrimonial y un 3,2% (cuatro casos) han realizado cursos de doctorado relacionados con el patrimonio. De estos, dos son licenciados en GeH, uno en ByG y el otro en FyQ.

- *Segunda parte*: Consta de 12 preguntas relacionadas con concepciones sobre el patrimonio y su utilización didáctica (Anexo I), cuyas respuestas las vamos a resumir separándolas según sea la especialidad de los consultados. Las respuestas a la pregunta 1, recogidas en la Tabla I, hemos recogidos las más significativas para facilitar el análisis comparativo. Consideramos que la importancia de estos datos está en que nos orientan sobre las posibilidades existentes para que estos profesores utilicen el patrimonio, en sus diferentes tipologías y desde perspectivas integradoras, como referente para la alfabetización científica y la educación como ciudadanos. Por ello, en esta comunicación y dado el espacio de que disponemos, nos vamos a limitar a comparar estos datos con las preguntas directamente dirigidas a su utilización didáctica (preguntas 5 a 11).Como primer punto señalaríamos que: existe un número alto de respuestas en la pregunta 1, en las que se afirma que estos elementos propuestos son patrimoniales pero no justifican por qué, como se les solicita; el reconocimiento como elementos patrimoniales de tipo natural, consideramos que tiene en algunos casos un sesgo de comprobación, en el sentido de dar la respuesta que el encuestado considera que es la esperada por el investigador. También hay un uso genérico del término “cultural” que no es integrador de las diferentes tipologías sino sinónimo de costumbres, tradiciones, de conocimiento popular. Igualmente llama la atención que sean los profesores de GeH los que señalen a la plancha de carbón, el edificio del Museo del Guggenhein o del Parque Minero de Ríotinto, como elementos patrimoniales de carácter científico-tecnológico-industrial y por tanto de sus posibilidades didácticas, y no lo citen los profesores de FyQ.

Estos datos los podemos comparar con los de la pregunta 4, en la que se les pide que señalen el uso que hacen del patrimonio en el desarrollo de su práctica de aula, en los que podemos destacar las decisiones extremas de los profesores de FyQ con relación a la de los profesores de GeH, según aparece en la Tabla II.

TABLA II. Uso del patrimonio del Patrimonio en la práctica de aula.

Item	Prof.ByG	Prof.FyQ	Prof.GeH
Nunca/excepcionalmente	3.5%	50.0%	-
A veces	51.9%	50.0%	10.7%
Casi siempre	29.6%	-	35.7%
siempre	14.8%	-	53.6%

Cuando se pregunta sobre tipo de actividades (pregunta 6) en las que utilizan contenidos relacionados con elemento patrimoniales, destacamos el porcentaje de ns/nc de los profesores de FyQ y el predominio de actividades tipo visitas y salidas fuera del aula en los tres casos, según se muestra en la Tabla III.

TABLA III. Tipos de actividades con contenidos patrimoniales

Item	Prof.ByG	Prof.FyQ	Prof.GeH
Ns/nc	14.8%	40.9%	17.9%
Salidas y visitas	55.6%	31.8%	64.3%
Comentarios de diapositivas	7.4%	4.5%	3.6%
Explicaciones del profesor	14.8%	18.2%	10.7%
Murales, informes, webquest,...	7.4%	4.5%	3.6%

Otra cuestión importante es señalar el papel del alumno y del profesor en el desarrollo de una actividad que suelen realizar (6 y 7). Los resultados son los siguientes, destacando los valores muy altos de ns/nc de los profesores de FyQ y ByG, frente a los de los profesores de GeH (Tabla IV).

TABLA IV. Papel del profesor y del alumno

Item	Prof.ByG	Prof.FyQ	Prof.GeH
Ns/nc	37.0%	36.4%	14.3%
Prof explica y organiza actividades, Al responde	3.7%	9.1%	7.1%
Visita 3 fases: prep(Prof), desarrollo y reconoci (ambos), conclus (al)	3.7%	4.5%	25%
Al observan y toman notas, Prof orienta y explica	7.4%	13.6%	3.6%
Búsqueda infor.,comparac, conclusiones, e hipót (prof y al)	3.7%	4.5%	7.1%

Por último, queremos reseñar las valoraciones asignadas a propuestas relacionadas con el interés de enseñar contenidos patrimoniales (desde 1, menos interesante, a 6, más interesante). En la TABLA V, se recoge el valor máximo asignado a cada item, seguido del porcentaje. Podemos observar que sólo aparece coincidencia en el item b, el más genérico, no coincidiendo en los restantes; también la escasa relación que establecen los profesores de FyQ en el item d frente al valor de los de ByG que le conceden el máximo igual que al c; esta valor máximo lo asignan los profesores de GeH al a y parece extraño que no se lo asignen al f.

TABLA V. Interés de enseñar contenidos patrimoniales

Item	Prof.ByG	Prof.FyQ	Prof.GeH
a)Para facilitar el conocimiento científico y social	5 (29,6%)	4 (18.2%)	6 (14.3%)
b)Para desenvolverse adecuadamente en el medio socionatural	5 (33.3%)	5 (27.3%)	5 (28.6%)
c)Como sensibilizacion para la conservación de los monumentos naturales y culturales	6 (55.6%)	5 (22.7%)	4 (21.4%)
d)Para conocer e interpretar rasgos científicos-culturales que identifican y simbolizan las diferentes sociedades	6 (44.4%)	3 (18.2%)	4 (32.1%)
e)Facilitar el conocimiento sobre la evolución del conocimiento del medio socionatural	5 (25.9%)	4 (22.7%)	3 (32.1%)
f)Capacitar a los ciudadanos en la interpretación e intervención de los conflictos sociales actuales	5 (25.9%)	4 (22.7%)	5 (17.9%)
g)Otros	27%	4.5%	3.6%

Conclusiones

No existe una formación inicial y permanente ni unos criterios uniformes sobre *qué es el patrimonio o si puede o debe ser tratado desde una perspectiva holística* que ayude a superar visiones reduccionistas, no sólo porque se asocie exclusivamente a lo cultural, histórico y/o disciplinar sino porque se desconoce el interés que, desde las ciencias experimentales, pueda tener.

Consideramos que conocer la evolución de la ciencia y la tecnología a través del estudio y análisis de los elementos patrimoniales unidos al momento histórico y social en que se desarrolla y a la problemática socio-cultural que lleva implícita, nos llevan a señalar, nuevamente, el interés de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, a las que añadimos patrimonio para lograr una mayor alfabetización científica y cultural, en su sentido más integral y holístico.

Referencias bibliográficas

Anguita, F. (1994). Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la naturaleza: paisaje de un aprendizaje global. *Enseñanza de las Ciencias,* 12(1), 15-21.

Cuenca, J.M. (2004). *El Patrimonio en la didáctica de las ciencias sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria.* Universidad de Michigan: http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/fullcit?p3126904.

Durán, J.J. y Robledo, P.A. (2003). Hacia una nueva ecología geológica: geodiversidad y patrimonio ecológico. En E.M. Romero Macías, I.Rábano, I. Manteca y C. García (Eds.). *Patrimonio geológico y minero y desarrollo regional.* Madrid: Inst. Geológico y minero de España, 15-19.

Edwards *et al. (*2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias,* 22(1), 47-64.

Estepa, J. y Jiménez Pérez, R. (2001). El Patrimonio de Huelva: el placer de descubrir. En J. Estepa, C. Domínguez y J.M. Cuenca (Eds.). *Museo y Patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales.* Huelva: Serv. Pub. Universidad de Huelva.

Gil, D. y Vilches, A. (2004). Museos para la "glocalidad": una propuesta de museo que ayude a analizar los problemas de la región dada en el marco de la situación en el mundo. *Revista Eureka.* 1(2), 87-102. http://www.apac-eureka.org/revista.

Wagensberg, J. (2004). Esa herramienta de cambio. *Cuadernos de pedagogía,* 340, 56-59.

Wamba, A.M. y Jiménez Pérez, R. (2005). La enseñanza y difusión del patrimonio y la alfabetización científica: relaciones ciencia, tecnología, sociedad y patrimonio. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VII Congreso.*

Anexo I. Esquema cuestionario

El cuestionario está dividido en dos partes:

1ª parte: Preguntas de carácter general sobre datos personales y de interés profesional como lugar de nacimiento y de residencia actual, edad, formación y experiencia profesional, nombre del centro donde trabaja y formación recibida con contenidos específicos relacionados con el patrimonio.

2ª parte: Preguntas relacionadas con concepciones sobre el patrimonio y su utilización didáctica:

1. Se proponen siete posibles elementos patrimoniales, teniendo que señalar y justificar aquellos que son considerados como tales
2. Se proponen siete elementos característicos del P.N. de Doñana, en los que hay que señalar y justificar aquellos que son considerados elementos patrimoniales
3. Señalar si existe algún tipo de relación entre los elementos anteriores señalados como patrimoniales
4. Qué es patrimonio
5. Utilización de elementos patrimoniales en la enseñanza de la asignaturas que imparte (nunca, excepcionalmente, a veces, casi siempre, nunca).
6. Señalar ejemplos de actividades en las que incluye o incluiría elementos patrimoniales
7. Describir el desarrollo de una de la actividades anteriores señalando papel del profesor y del alumno en las mismas
8. Señalar contenidos de las asignaturas que imparten relacionados con el patrimonio.
9. De una propuestas de siete posibilidades, valorar entre 1 (menos interesante) y 6 (más interesante) el interés que le asigna a enseñar contenidos patrimoniales
10. De una propuesta de siete posibilidades, valorar entre 1 (menos interesante) y 6 (más interesante) cómo incluirías los contenidos patrimoniales en el desarrollo de la asignatura que imparte.
11. Indicar cinco elementos patrimoniales con los que se siente identificado, justificando la respuesta.
12. Valorar de 1 (menos relevante) a 8 (más relevante), la importancia que le asigna a los ocho elementos patrimoniales que se proponen.

Uso del laboratorio escolar en Educación Primaria: la visión de los estudiantes de Magisterio durante el Practicum.

Escobar Benavides, Teresa[1] y Vílchez López, José Eduardo[2]

[1,2] Centro de Estudios Superiores "Cardenal Spínola" (adscrito a la Universidad de Sevilla). Fundación San Pablo Andalucía- CEU. [1]tescobar@cica.es [2] evilchez@cica.es

Resumen: Este trabajo forma parte de una investigación consistente en emplear la percepción de los estudiantes de magisterio durante el prácticum generalista, para estudiar el tipo de recursos y metodologías utilizadas en las clases reales de ciencias en la etapa de primaria. En la primera fase del proyecto nos centramos en los trabajos prácticos de laboratorio. Los primeros resultados aquí presentados pretenden iniciar la investigación así como optimizar el cuestionario y la muestra.

Palabras clave: trabajos prácticos; laboratorio escolar; educación primaria; prácticum de magisterio.

Title: The use of the school laboratory in primary education: Primary school teacher trainees' perceptions during practice teaching.

Abstract: This work is part of a research study consisting of using primary teacher trainees' perceptions during general practice teaching in order to analyse the type of resources and methodologies used in real science classes in primary education. In the first phase of the project we focus on practical work in the laboratory. The first results presented here try to initiate the research study and to optimize the questionnaire and the sample.

Keywords: practical work; school laboratory; primary education; practice teaching.

Introducción

Durante las últimas décadas, la didáctica de las ciencias se ha consolidado como una disciplina autónoma, con un cuerpo propio de conocimientos interconectado con otras ciencias, y un espectro tan diverso de relaciones como la psicología, la historia de la ciencia o la inteligencia artificial.

No obstante, este continuo desarrollo ha suscitado la preocupación por un distanciamiento progresivo entre la investigación en didáctica de las ciencias, y la práctica profesional en el aula (Oliva, 2005; Oñorbe, 2005). Tanto es así, que puede decirse que la conexión entre la investigación y la acción, constituye un auténtico reto para la enseñanza de las ciencias (Unidad de Didáctica de las Ciencias-UAB, 2002).

Uno de los avances importantes de la investigación en didáctica de las ciencias ha sido el desarrollo de metodologías que incorporan los trabajos prácticos como generadores de conocimiento escolar. Aunque las

actividades prácticas pueden responder a distintas funciones (Caamaño, 2004), incluso a modelos tradicionales (como complemento a clases teóricas), actualmente se consideran una herramienta fundamental, capaz de potenciar la "significatividad y funcionalidad de los aprendizajes" (Cañal, 2006). También en este aspecto se han detectado diferencias entre las propuestas derivadas de la investigación, y la enseñanza real en las aulas (Nicola, 1994; del Carmen, 2000; Cano y Cañal, 2006).

En términos generales, puede decirse que los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, basados en sistemas expositivo-receptivos, son difíciles de erradicar, persistiendo junto a las corrientes innovadoras en distintas épocas (Bernal, 2002). La incidencia de actividades prácticas, su frecuencia y calidad, puede ser un indicativo de la línea metodológica existente en los centros. Por otra parte, continuamente se describen propuestas innovadoras, fruto entre otros factores del avance del enfoque ciencia-tecnología-sociedad. Como además, en el caso de educación primaria, se incorporan promociones de profesores que se han formado (al menos teóricamente), en las nuevas tendencias fruto de la investigación en didáctica de las ciencias, se hacen necesarios nuevos estudios sobre la situación real de los trabajos prácticos (Cañal, 2006).

En este contexto, nos parece muy interesante la opinión de los estudiantes de Magisterio durante la realización del prácticum, ya que pueden comparar directamente los referentes proporcionados por su formación académica y la situación real en los centros.

En esta comunicación, se presentan los resultados preliminares, de un estudio que pretende conseguir los siguientes objetivos:

- Iniciar una investigación sobre el tipo de recursos y metodologías utilizadas en las clases reales de ciencias en la etapa de primaria.
- Utilizar la visión de los estudiantes de magisterio durante la realización de su prácticum, para estudiar el uso del laboratorio escolar en educación primaria.
- Optimizar el cuestionario y la muestra para la realización de una investigación posterior.

Metodología

La presente investigación se ha realizado en el Centro de Enseñanza Superior "Cardenal Spínola"-CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla), durante el prácticum de los estudiantes de Magisterio (curso 2004/05), y ha implicado a 62 alumnos y 39 centros de educación primaria de la provincia de Sevilla. Para objetivar las impresiones de los estudiantes, se ha diseñado un cuestionario (ver anexo) destinado a valorar la incidencia de los trabajos prácticos y los recursos metodológicos en los centros. En la redacción de los ítems se ha obviado citar nombres concretos de metodologías, prefiriéndose hacer referencia a características o situaciones fácilmente interpretables por los estudiantes-observadores.

Los alumnos que contestaron el cuestionario, habían completado 6 semanas de actuación en el prácticum generalista de educación primaria. Los resultados presentados son preliminares, y corresponden a una primera

fase de la investigación (experiencia piloto), destinada a optimizar el cuestionario y la muestra. De momento el estudio se ha centrado en actividades prácticas de laboratorio. En fases posteriores de la investigación se extenderá a actividades relacionadas con huertos escolares, granjas escuela, estudios de campo, así como otros descriptores metodológicos.

Análisis de los resultados.

El estudio de los datos se ha hecho calculando los porcentajes de las preguntas 1ª y 2ª sobre el total de colegios observados (39), las preguntas 3ª , 4ª y 5ª sobre los colegios, que según la observación, tienen laboratorio (14), y la 6ª y 7ª sobre los colegios en los que se utiliza el laboratorio (11). (Ver anexo). Los cinco primeros ítems contienen opciones excluyentes ("sí", "no", "n/s") y ("frecuente", "puntual", "nulo"). En cambio, las preguntas 6ª y 7ª permiten al estudiante-observador indicar más de una opción (caso de estimarlo oportuno).

Los resultados obtenidos se recogen en la tabla 1:

1ª		2ª			3ª		4ª		
Sí	No	Sí	No	No sé	Sí	No	Sí	No	No sé
38	1	14	21	4	1	13	11	2	1
97%	3%	36%	54%	10%	7%	93%	79%	14%	7%

5ª				6ª				
Frecuente	Puntual	Casi Nulo	No sé	a	b	c	d	e
3	4	3	4	4	6	2	0	0
21%	29%	21%	29%	36%	55%	18%	0%	0%

7ª				
Infantil	Primaria	ESO	Bachillerato	Todos
1	4	6	4	0
9%	36%	55%	36%	0%

Tabla 1. Resultados de las 7 preguntas del cuestionario. (Ver anexo)

El análisis de los datos de la tabla 1 permite realizar los siguientes comentarios:

- La inmensa mayoría de los estudiantes ha trabajado con la asignatura de Conocimiento del Medio durante el prácticum, y han observado que sólo en un tercio de los centros hay laboratorio. (Ver figura 1).

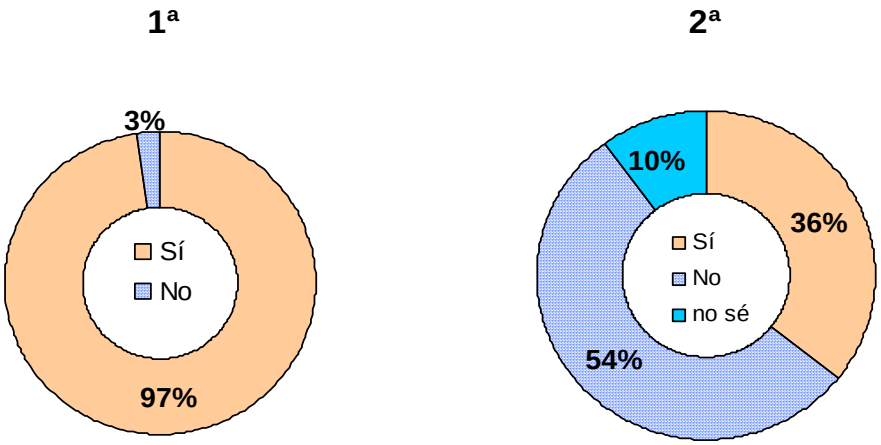


Figura 1. Resultados de las cuestiones 1ª y 2ª (N=39)

• De los centros donde hay laboratorio (ver figura 2), en más de tres cuartos se tienen referencias de su uso aunque no por los propios alumnos-observadores (cuestión 4ª). Sólo 1 estudiante reconoce haber utilizado el laboratorio durante el prácticum (cuestión 3ª).

En general, el uso del laboratorio sólo es considerado frecuente en un 21%, y en un 50% de los casos es puntual o prácticamente nulo (cuestión 5ª).

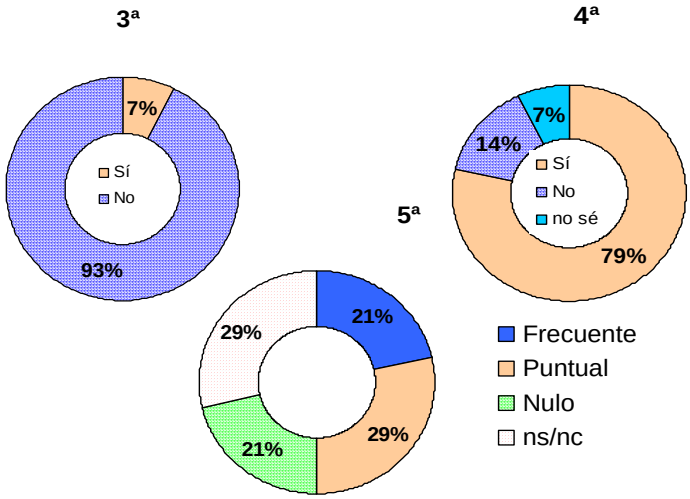


Figura 2. Resultados de las cuestiones 3ª, 4ª y 5ª (N= 14; centros en los que existe laboratorio).

• En los centros donde se usa el laboratorio (ver figura 3), la mayoría de los trabajos prácticos (55%) son para reforzar contenidos trabajados en el aula y con poca participación del alumno (op. b). Incluso en algo más de un tercio de los casos se detectan prácticas sin participación del alumnado

(demostraciones del profesor) (op. a). Ambas opciones están relacionadas con metodologías tradicionales. La quinta parte se relaciona con investigaciones para descubrir contenidos nuevos con participación del alumno, pero propuestos por el profesor (op. c). En ningún caso se detectan prácticas con participación total del alumno ya sea sobre temas del currículo o no (op. d y e) (cuestión 6ª).

- Aunque los estudiantes que han contestado el cuestionario han realizado su observación en primaria, se les ha pedido que constaten el uso del laboratorio en otros posibles niveles de enseñanza presentes en el centro. Los resultados indican un uso superior en ESO que en primaria y bachillerato, y casi nulo en infantil (cuestión 7ª).

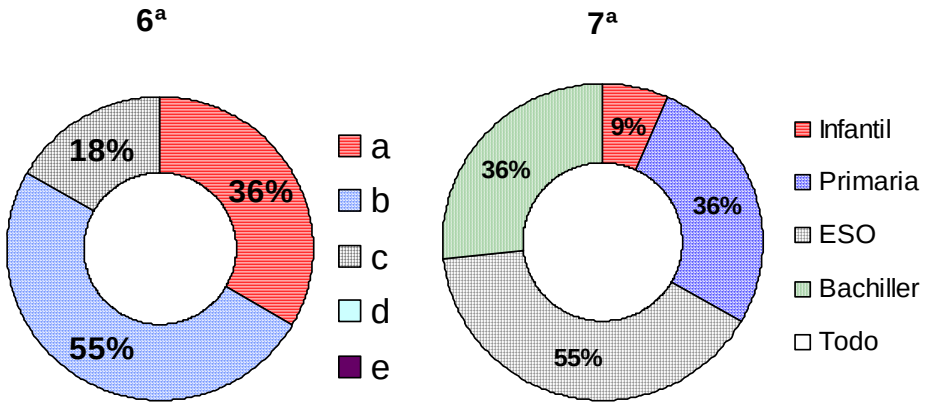


Figura 3. Resultados de las cuestiones 6ª y 7ª (N= 11; centros en los que el laboratorio tiene algún grado de uso).

Conclusiones

- Los estudiantes de magisterio durante el prácticum, perciben una escasa utilización del laboratorio escolar y una orientación tradicional en la forma de llevar a cabo los trabajos prácticos. Estos resultados, aunque coherentes con lo existente al respecto en la literatura, son incluso peor de lo esperado, si tenemos en cuenta las siguientes consideraciones:

- El factor que mayor impacto tiene en los resultados es la escasa existencia y/o operatividad de los laboratorios en los centros. Sólo 1 de cada 3 colegios estudiados tiene laboratorio con algún grado de utilización. Se trata de centros que comparten, en su mayoría, otros niveles de enseñanza (ESO, bachillerato), junto a educación primaria.

- La existencia de laboratorio no garantiza su uso, ya que sólo un 21% de los laboratorios utilizados se usan con frecuencia. Teniendo en cuenta, además, que en un 54% (tabla 1) no existe laboratorio, esto supone que sólo en 3 centros de los 39 estudiados se emplea asiduamente el laboratorio como recurso didáctico.

- El perfil de las actividades realizadas sigue siendo de componente tradicional, como complemento al trabajo del aula, aunque con cierta

autonomía del alumnado a la hora de realizar actividades (no de proponerlas).

● Uno de los argumentos habitualmente empleados para explicar este tipo de situación, especialmente en secundaria, ha sido la falta de formación (tanto inicial como permanente) del profesorado en la gestión de recursos didácticos. Por eso resulta decepcionante que en este estudio aplicado a educación primaria, los resultados no hayan sido mejores, después de una década de formación de maestros con unos Planes de Estudio (R.D. 1440/1991) que, a diferencia de los planes anteriores, tienen supuestamente su punto fuerte en la formación en didáctica.

● El estudiante de magisterio en el prácticum generalista, percibe claramente la dicotomía, ya mencionada, entre sus referentes teóricos y la práctica real en los centros. Esto puede contribuir a la no valoración por su parte, de la formación académica y la consiguiente perpetuación de los modelos tradicionales observados.

El estudio ha detectado, no obstante, un pequeño núcleo de colegios donde el laboratorio sí es usado, al menos, con cierta frecuencia. Sería interesante, en fases posteriores de la investigación, determinar los factores que pueden haber contribuido favorablemente al respecto, en relación a las características del centro o del profesorado, entre otras variables.

Referencias bibliográficas

Bernal, J.M. (2002). Innovación y tradición en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 9-16.

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*, 39, 8-19 y referencias allí citadas.

Cano, M. Y Cañal P. (2006). Las actividades prácticas en la práctica: ¿Qué opina el profesorado? *Alambique*, 47, 9-22.

Cañal, P. (2006). Presentación de la monografía: los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento biológico y geológico. *Alambique*, 47, 5-7.

Carmen, L. Del (2000). Los trabajos prácticos en Perales, F. J. Y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y Práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 267-287). Alcoy: Marfil.

Nicola, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en la enseñanza secundaria. *Alambique*, 2, 15-20.

Oliva, (2005). Sobre el estado actual de la revista enseñanza de las ciencias y algunas propuestas de futuro. *Enseñanza de las ciencias*, 23 (1), 123-132, y referencias allí citadas.

Oñorbe A. (2005). Presentación de la monografía: intercambio de experiencias. *Alambique*, 45, 5-7.

Unidad De Didáctica De Las Ciencias, UAB (2002). Conectar la investigación y la acción: el reto de la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 17-29.

Anexo

● Centro educativo en el que has desarrollado las Prácticas:

.....

● Nivel educativo:
Etapa: Primaria □ Nivel..... Infantil □ Nivel.....
Otros □ especificar.....

1. ¿Durante el periodo de prácticas has colaborado en la docencia de ciencias naturales (descubrimiento del medio o conocimiento del medio)? SI □ NO □

2. En el centro existe un laboratorio de ciencias: SI □ NO □ No sé □

3. En caso de contestar SI en la pregunta anterior: ¿Has usado o colaborado en el uso del laboratorio como recurso didáctico?: SI □ NO □

4. Aunque no se haya usado el laboratorio en tu periodo de prácticas, ¿se ha usado en otro momento del curso o por otros profesores?: SI □ NO □ No sé □

5. En general consideras que el uso del laboratorio en el centro es:
□ Frecuente □ Puntual □ Nulo o casi nulo No sé □

6. En caso de contestar SI en la pregunta 3 o 4: A tu juicio ¿cuál ha sido el tipo de utilización? (índica la(s) opción(es) que consideres):
□ a) El profesor realiza y comenta el experimento y los alumnos observan.
□ b) Los alumnos realizan el experimento como ejemplo o demostración de algún contenido explicado o trabajado previamente en clase.
□ c) El profesor les propone un pequeño experimento o investigación sobre algo no explicado previamente en clase para que los alumnos tras realizarlo lleguen a alguna conclusión.
□ d) Los alumnos proponen un pequeño experimento o investigación sobre algo explicado previamente en clase, y tras realizarlo llegan a alguna conclusión.
□ e) Para observar algún fenómeno o experimento curioso pero no relacionado con ningún contenido trabajado en clase.

7. En general el uso el laboratorio en el centro se hace en los niveles:
□ Infantil □ Primaria □ ESO □ Bachillerato □ Todos

A noção de contexto no ensino de ciências

André Machado Rodrigues[1] y Cristiano Rodrigues de Mattos[2]

[1]Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo
[2]Instituto de Física – Universidade de São Paulo.
andremr@if.usp.br, mattos@if.usp.br

Resumo: Nos últimos anos têm sido desenvolvidas ferramentas de ensino baseadas nas TIC's. Estas nem sempre são construídas tomando-se em conta critérios explícitos de contextualização que permitam aos estudantes um aprendizado significativo. Este problema se apresenta não só no ensino à distancia como também no ensino presencial. Neste trabalho fazemos uma reflexão acerca dos critérios de identificação de *contexto*. Relacionamos as noções de contexto e aprendizagem com a noção de perfil conceitual, considerando o suporte da área da linguagem, da regras de reconhecimento de contexto e do próprio conceito de aprendizado. Explicitamos algumas pressuposições educacionais sobre a noção de aprendizagem para construir uma reflexão que culmine na organização dos diversos elementos referentes a linguagem, a teoria de aprendizagem e a própria noção de perfil conceitual no sentido de compreender os marcos que permitem reconhecimento de um contexto, conseqüentemente de uma situação em que seja possível o dialogo.

Palavras-clave: contexto, perfil conceitual, aprendizagem significativa.

Title: The context notion in Science Teaching

Abstract: In the last years teaching tools have been developed based in TIC's. Most of time they are not built considering criteria of contextualization allowing students a significant learning. This problem exists not only in the distant learning as well as in the presential teaching. In this work we make a reflection concerning the criteria of *context* identification. We related the notions of context and learning with the notion of conceptual profile, considering the support of the area of language, rules of context recognition and learning concept itself. We highlight some education presuppositions about the learning notion to build a reflection that culminates in the organization of the several elements regarding language, learning theory and the notion of conceptual profile, in the sense of understanding the marks that allow recognition of a context, consequently of a situation that dialogue is possible.

Key-Words: context, conceptual profile, meaningful learning.

Introdução

Em um ambiente de ensino que se baseia no uso da informática, os usuários podem realizar diferentes atividades simultâneas além de aprender, como resolver o problema de sua vida cotidiana acessado uma diversidade de sítios em múltiplos lugares e tempos. Como resultado, a atenção do usuário pode ser dividida entre varias atividades simultâneas (Benerecetti *et al*. 2001). Pesquisadores vêm tentando melhorar a interação do usuário por meio da noção de conhecimento de

contexto aproveitando-se da informação relacionada ao interesse dos usuários, ao diferentes dispositivos e ambientes escolares, formais ou não (Schmidt *et al*. 1999, Johnson & Johnson, 1991, Lieberman *et al*. 2000)

Pesquisadores têm produzido diferentes definições e sistemas de classificação de contexto, cobrindo ou diferenciando vários elementos de contexto (Dey *et al*. 1999, Engeström *et al*. 1999) Para a maior parte, entretanto, contexto é utilizado com subconjuntos isolados de uma situação (Givry e Tiberghien 2005). Para compreendermos o que é um contexto é necessário levar em conta uma ampla gama de elementos inter-relacionados que o compõem e quais as relações entre eles. Para isto necessitamos no aproximar do conceito de contexto por meio de uma modelização que considere sua complexidade. Neste trabalho fazemos uma reflexão acerca das relações entre a noção de contexto e aprendizagem por meio da noção de perfil conceitual, com a intenção de contribuir para uma melhor compreensão de uma das noções fundamentais da aprendizagem, seja presencial seja a distância – a noção de contexto.

Teorias de Aprendizagem

Nos últimos anos, a noção de aprendizagem no ensino das ciências esteve vinculada a mudança conceitual. Apesar do fracasso das intervenções que tinham como base a noção de mudança conceitual como substituição conceitual o termo não foi abandonado. Provavelmente a expressão reflete aspectos das alterações cognitivas ocorridas nos sujeitos depois das intervenções pedagógicas intencionais (ou não) formais ou informais.

Neste trabalho utilizamos a noção de perfil conceitual (Mortimer, 1995) que tem como principio básico a co-habitação de distintas visões acerca de um mesmo conceito. Deste ponto de vista, um individuo não abandonaria suas antigas concepções, pois o que aprende são novos aspectos de um conceito. Desta forma, incorporaria uma nova zona do perfil conceitual. O seja, o perfil conceitual seria composto de muitas zonas as quais, individualmente, representam uma forma diferente de conceber e utilizar um mesmo conceito. Assim, as diversas zonas do perfil conceitual co-existem em um mesmo individuo – desde as concepções cotidianas até as concepções científica e escolar.

Mortimer (2000) explicitou esta relação quando explicou que o perfil conceitual é “dependente do contexto, uma vez que é fortemente influenciado pelas experiências distintas de cada individuo; e dependente do conteúdo, já que, para cada conceito em particular tem-se um perfil diferente” (Mortimer, 2000, p. 80). Por outro lado quando trabalha com a noção de perfil conceitual, percebemos que, as relações entre *perfil* e *contexto* não são consideradas.

Aqui pretendemos advogar pela tese de que, não só a utilização, mas também, a formação de uma zona do perfil conceitual depende do contexto em que o individuo se insere.

Para desenvolver estas reflexões nos baseamos no referencial sócio-interacionista de Vigotski (2001), com aspectos da Teoria da atividade (Leontiev, 1981). Também exploramos a teoria dos códigos e a noção de contexto desenvolvidas por Bernstein (1996). Deste ponto de vista, a aprendizagem é representada como uma atividade coletiva com um propósito definido, em que o alcance depende de uma serie de ações e processos. A partir disto desenvolvemos uma relação entre perfil conceitual do individuo e o contexto, ou, de forma mais precisa, da relação entre o uso de uma determinada zona do perfil conceitual e contextos específicos, como, por exemplo, quando consideramos a formação de conceitos em contextos escolares.

Do nosso ponto de vista a compreensão do significado do contexto permite a obtenção de informações importantes sobre o processo de ensino-apendizado principalmente quando consideramos ambientes de aprendizagem formal e informal, nos quais mudam, as vezes radicalmente, as motivações e intenções nas atividades dos estudantes e professores.

Aqui fazemos uma reflexão sobre dois fenômenos ligados a idéia de contexto. A primeira é a utilização das zonas do perfil conceitual em diferentes contextos. Com isto buscamos formas de diferenciar/delimitar as relações entre "contextos de uso" e as zonas do perfil conceitual utilizadas nos diferentes contextos. A segunda é a influência do contexto sobre o discurso na situação de ensino-apendizado. Esta influência, encarada muitas vezes como ruído no processo de ensino-apendizado, mostra-se relevante para a interpretação dos dados dentro da pesquisa em ensino das ciências, considerando-se tanto seus aspectos teóricos quanto metodológicos.

Redimensionando o conceito de aprendizagem

Para relacionar as noções do contexto e aprendizagem com o perfil conceitual, es fundamental considerar outras abordagens como a linguagem, das regras da identificação do contexto e do próprio conceito de aprendizagem. Assim, vamos explicitar algumas pressupostos educacionais sobre a noção de aprendizagem para construir, a partir daqui, uma reflexão que culmine na organização de dos diversos elementos referentes a linguagem, a teoria de aprendizagem e a própria noção de perfil conceitual.

Para Vigotski (2001) a função da linguagem está vinculada com a comunicação humana e suas implicações, principalmente as relacionadas com a aprendizagem. Desta forma, o sucesso na comunicação estaria ligado a um sucesso no processo de ensino-apendizado e vice-versa. Assim, na palavra e a noção de comunicação têm um papel central para a compreensão dos processos cognitivos (Vigotski, 2001). Nesta perspectiva privilegiamos as atividades comunicativas (Bruner, 1975), como aquelas mais relevantes nos processos de ensino-apendizado, sendo a compreensão/compartilhamento dos significados (Wertsch, 1985), sendo a tomada de consciência dos conceitos por meio da verbalização (Ribeiro, 2003).

O contexto como um objeto complexo

Modelando as relações estabelecidas em um ambiente escolar, Givry e Tiberghien (2005) utilizam-se da noção de *mileux* (meio) em que a definição se limita a um aglomerado composto pelo professor, outros alunos, ambiente físico, materiais didáticos, etc. Dentro desta perspectiva poderíamos listar uma variada serie dos elementos do meio que interferem ou influenciam nas atividades de sala de aula. Baseados nesta perspectiva, uma abordagem de costume, muito utilizada para a pesquisa da dinâmica da sala de aula, consiste em tratar cada um destes elementos em forma separada como, por exemplo, fazendo uma evolução da eficiência dos livros-texto ou da metodologia utilizada pelo professor. Elementos, normalmente, tomados em forma solitária, sem uma preocupação dos vínculos que se estabelecem.

Entretanto, em nossa definição de *contexto*, consideramos, não somente, os elementos que compõe o *meio*, porém também, as relações que se estabelecem entre cada um destes elementos. Neste sentido, o contexto não pode ser analisado de forma desmembrada, sendo aqui considerado como uma unidade de analise.

Utilizamos a noção do contexto em uma perspectiva próxima da noção de atividade (Leontiev, 1979), que apresenta como "não aditiva", ou seja, uma unidade molar da vida para os sujeitos corporal e material. Do nosso ponto de vista, para haver esta molaridade, já apontada por Leontiev, concebemos o

contexto como um objeto complexo em que os diversos elementos que o constituem estão em retro-alimentação e compostos de diversos níveis hierárquicos de interação (Fiedler-Ferrara & Mattos, 2006).

Se pensarmos na complexidade do contexto escolar, a analise de seus elementos, em separado, torna-se ineficaz, se desconsideramos as relações que fazem parte dos elementos ou das hierarquias que se estabelecem na dinâmica de sala de aula.

Um contexto (familiar, escolar etc.) é formado por uma grande diversidade dos elementos que estão muito conectados entre si, em que os sentidos ou significados manifesta-se por meio da ação comunicativa daqueles que os vivenciam. Assim, consideramos que é na interação discursiva dos indivíduos, em um determinado contexto, onde se manifestam e se criam os vínculos de significado. Um exemplo disto é o livro-texto, considerado um elemento fundamental no contexto escolar. A analise dos livros-texto que se limitam aos conteúdos propostos pelo livro, é parcial e torna-se pouco prolifero para a investigação em ensino de física se não está vinculado a seu contexto de uso. Um método cartesiano de analise desconsidera a complexidade do contexto.

A relevância da consideração do contexto como um sistema complexo de relações implica que devemos, também, considerar nestas analises as relações de significado com os outros elementos que formam o contexto, ou seja, considerar, para além do conteúdo, as relações que se estabelecem entre aluno-livro, professor-livro, escola-livro, professor-aluno, comunidade-livro, etc.

Considerar o contexto escolar como um objeto complexo, implica em tomar os mesmos cuidados de analise quando fazemos com outros elementos que o compõe: metodologia, alunos, professores, instituição escolar, comunidade, etc.

Categorias do contexto

Nas considerações concernentes, na definição do contexto, as relações entre os elementos que o compõe ganham tanta importância quanta os próprios elementos. O que implica analisar as posiciones relativas que estes elementos ocupam em uma situação, suas relações e hierarquias.

No caso do ensino de ciências, o conceito científico, por exemplo, é ao mesmo tempo um elemento e uma relação, sendo fator imprescindível do contexto. Por sua complexidade, o contexto apresenta uma dimensionalidade difícil de ser representada em sua totalidade. Assim, nos propomos a refletir sobre certos recortes neste objeto complexo, que permitam revelar aspectos da complexidade do sistema no caso do ensino de ciências. Para compreender melhor a função do contexto vamos propor as hierarquias: *macro-contexto* e *micro-contextos*, aos quais podem representar diferentes definições de situação (Wertsch, 1985).

Por exemplo, associamos ao *macro-contexto escolar* diversos micro-contextos, seja uma aula de física, de biologia ou de história (disciplinas) ou mesmo as áreas de ciências exatas ou humanas. Também, tomando a aula de física como um macro-contexto, nos é permitido associar a este, diversos micro-contextos como a resolução de problemas, a aula expositiva, o momento da demonstração, estudo do meio ou a realização de uma experiência. Assim, para cada macro-contexto podemos associar diversos micro-contextos, que dependem diretamente do recorte realizado e do objeto analisado.

Se tomarmos uma sociedade como um macro-contexto, teremos diversos micro-contextos associados, como o micro-contexto escolar, o familiar, o religioso etc. Em cada um dos micro-contextos aparecem oportunidades diferentes para a formação e utilização das zonas do perfil conceitual. Com este tipo de hierarquização pretendemos fazer recortes na complexidade do fenômeno “ensino das ciências”, no

qual podemos associar a cada contexto a utilização de diferentes zonas de um perfil conceitual.

Quando designamos um macro-contexto, este nos fornece micro-contextos, que delimitam o uso das zonas do perfil conceitual. Cada micro-contexto é, potencialmente, um delimitador da zona do perfil conceitual, seja na utilização desta zona, seja na sua formação. Esta taxonomia permite-nos classificar, nas situações sociais, os *contextos* predominantes e assim associa-los as zonas do perfil conceitual então usadas.

Assim, no macro-contexto escolar encontramos uma série de micro-contextos associados. Cada um deles é uma situação de uso de uma zona diferente do perfil conceitual. Um mesmo conceito pode aparecer com sentidos e usos distintos, dependendo da aula (disciplina/área) em que foi solicitado seu uso. A aula de física difere da aula de geografia, não só por ter elementos distintos, como a mudança do professor, livro-texto ou sala de aula. Há também uma distinção nas relações e hierarquias que se estabelecem, o que incluí as formas de uso de um determinado conceito.

Contexto, perfil conceitual e intersubjetividade

No desenvolvimento da noção de perfil conceitual, apesar de explicitada a necessidade do contexto, não foram exploradas as relações das zonas de perfil com o contexto. Aqui, fazemos a proposta de que a noção de contexto deve assumir papel central, tanto na análise de sua relação com o uso de determinadas zonas do perfil conceitual, bem como sua influencia na formação de determinadas zonas deste perfil conceitual (Rodrigues & Mattos 2006).

A relação entre perfil conceitual remete-nos ao problema mais geral da comunicação humana. O estabelecimento de uma linguagem comum implica que um conceito no pode ser considerado apenas em sua forma intrasubjetiva, porém também deve estar em um campo de interação no qual os “interlocutores compartem” de algum aspecto de seus definições de situação” (Wertsch, 1985, p. 159), isto é: intersubjetividade.

Do nosso ponto de vista, um individuo utiliza determinada zona do perfil conceitual que, dada sua experiência prévia, “ressoa” com o contexto em que está inserido. Assim a construção da intersubjetividade se dará pela compreensão, dos interagentes, da correlação entre a zona do perfil conceitual utilizada e o contexto correspondente (Rodrigues e Mattos, 2006). Assim, na comunicação, não consideramos a existência de uma “vacância de contexto”, pois todo discurso, em sua produção/reprodução, está inserido em um texto, um pretexto e um contexto (Mendes e Mattos, 2005). O sentido de um conceito no existe de forma “asséptica”, isolada, porém está inserido no contexto. O significado dado pelo interlocutor é, em certa medida, controlado e influenciado pelo contexto que o conduz (Bernstein, 1996).

Assim, se nos interessa analisar e compreender o fenômeno de ensino-apendizado dos conceitos científicos na dinâmica da aula é necessário acrescenta a idéia de que macro e micro contextos no estão isolados, porém hierarquicamente vinculados por retro-alimentações. A dimensionalidade destas hierarquias é alta, o que significa que diferentes micro-contextos podem estar vinculados ao mesmo macro-contexto, Assim como micro-contextos muito próximos podem estar vinculados aos macro-contextos distintos. Uma comunicação depende, então, do reconhecimento das relações entre micro e macro-contexto, porém também da mediação semiótica negociada que permite o reconhecimento das ressonâncias entre zona do perfil conceitual e contexto. Isto significa a “criação temporária de um mundo social compartilhado, um estado de intersubjetividade.” (Werstch, 1985, p. 161). Bernstein, por outro lado, ratifica que “a unidade de análise dos códigos

não é um enunciado abstrato ou um contexto isolado, mas a relação entre contextos. [...] O que conta como um contexto depende não das relações dentro dos contextos, mas das relações entre eles. Estas últimas relações, as relações entre, criam marcadores de fronteira, pelos quais, contextos específicos podem ser distinguidos por seus significados e realizações especializadas." (Bernstein, 1996, p. 143)

Na construção de *intersubjetividade*, professor e aluno, que em geral estão em contextos distintos, negociam significados fazendo concessões para que haja uma fusão de contextos. Neste movimento de complexificação que é estabelecido o compartilhamento dos significados, intersubjetividade. Desta idéia de uma diversidade de níveis de intersubjetividade: "Intersubjetividade existe quando os interlocutores compartilham algum aspecto das definições de sua situação. Tipicamente esta superposição pode dar-se em diversos níveis e, então, diversos níveis da intersubjetividade podem existir." (Werch, 1985, p. 159)

Contexto e aprendizagem

Na aula, há um conjunto de regras e expectativas que governam as relações entre alunos e professores. Algumas regras, em geral, controladas pelo professor, têm papel paradoxal na atividade de ensino, como a de ensinar sem impedir, ao mesmo tempo, a aprendizagem (Brousseau, 1986). Faz parte do papel do aluno, não só aprender o conteúdo, mas também descobrir as regras que controlam as interaciones comunicativas em aula. Tais regras podem ser implícitas ou explicitas, assim como ser parte do micro-contexto (internas) ou do macro-contexto (externas).

Bernstein, por sua vez, amplia a análise da relação de poder entre contextos considerando que em "[...] qualquer relação pedagógica entre médico e paciente, assistente social e cliente, professor e aluno, pais e filhos, o poder sobre a comunicação é **extra-contextual**, relativamente a qualquer comunicação intra-contextual individualmente considerada. O modo como este poder se manifesta no interior de qualquer contexto determinado, sua regulação local da comunicação, depende da forma de controle da comunicação no interior do contexto" (Bernstein, 2002, p.31 – grifo nosso).

Sumariamente podemos dizer que as regras estabelecidas na relação, são regras reguladoras do contexto. O reconhecimento de tais regras determina a capacidade de comunicação entre professores e alunos no micro-contexto específico. Neste sentido que compreendemos que a aprendizagem ocorre quando o aluno consegue compreender o conceito científico tendo sentido dentro de um contexto cujas regras de relação implicam no uso da ciência para a resolução do problema apresentado (Rodrigues e Mattos, 2006). Deste ponto de vista, consideramos, que a generalização de um conceito não é uma "descontextualização", no sentido da perda de contexto (Wertsch, 1985), mas a compreensão da adequação de uso de uma determinada zona do perfil conceitual a um contexto específico. Nesta perspectiva consideramos contexto como uma unidade estruturante do conceito. Os vínculos ou relações de um dado contexto são expressos por meio dos discursos que os suportam, no estabelecimento das ressonâncias com as zonas do perfil conceitual. É no entendimento do discurso que seremos capazes de interpretar as relações que se estabelecem, de forma dinâmica e complexa, como intersubjetividade.

Contexto e hierarquias

O contexto, como sistema complexo, contém não só as relações e os elementos, mas um fator de igual importância, as hierarquias. Tal ordem diferencia dois contextos próximos que tem relações semelhantes e os mesmos elementos. Uma

mudança na hierarquia do contexto pode ser suficiente para que seja utilizada na comunicação outra zona do perfil conceitual. Utilizando como macro-contexto uma aula de física podemos associar a este, por exemplo, dois micro-contextos diferentes: um micro-contexto da aula expositiva, onde o professor explica e define, seja em uma interação dialógica ou não; e um micro-contexto de uma aula de apresentação de seminários pelos alunos. A inversão de papeis na apresentação do conteúdo define diferentes micro-contextos que alteram o discurso dos participantes e, potencialmente, levam ao uso de diferentes zonas dos perfis conceituais. Nestes dois micro-contextos, os elementos (professor, aluno, livro-texto, outros alunos etc.) permanecem os mesmos, as relações (escola/livro-texto, professor/escola, aluno/escola, etc.) alteram pouco, entretanto há uma mudança significativa na hierarquia estabelecida, seja no sistema de avaliação, seja na posição do transmissor e do adquirente (Bernstein, 1996). A mudança na estrutura hierárquica do contexto muda os objetivos e as intenções, assim, altera o discurso.

Considerações finais

Neste trabalho propomos elementos teóricos para tornar mais claras as relações entre um contexto e as estruturas que sustentam uma atividade comunicativa. A inclusão desta unidade de análise permite estabelecer relações entre a aprendizagem e intersubjetividade, suportada por uma ampliação da noção de perfil conceitual.

Aqui privilegiamos as atividades comunicativas como aquelas mais propicias para o compartilhamento de significados. É no contexto destas atividades que se manifestam as vozes dos participantes, possibilitando, assim a análise dos elementos do contexto que alteraram seus discursos e, conseqüentemente, sua aprendizagem, a formação de conceitos – criação e reorganização das zonas do perfil conceitual.

Nesta perspectiva a interligação das noções de perfil conceitual, análise do discurso e prática docente vem no sentido de alertar o professor da necessidade de uma meta-consciência destes elementos, para ampliar seu repertorio de habilidades de comunicação. Reconhecer as relações entre contexto, discurso e zona do perfil conceitual, permitirá aos professores coordenar estes elementos na direção de estabelecer uma atividade comunicativa e significativa para os estudantes.

Nossa investigação sobre o uso de um conceito em diferentes contextos, e a delimitação dos micro-contextos pelos macro-contextos, são prelúdios que podem ser ampliados em estudos sobre a formação de conceitos científicos em diferentes contextos, os quais contribuiriam para construção de fermentas tanto para a análise do discurso quanto para a elaboração de metodologias e atividades para uma melhora no processo ensino-aprendizagem. De maneira geral, apresentamos uma reflexão sobre o significado de um ensino de física contextualizada. Está claro que a noção corrente de contextualização no ensino de ciências está longe de incluir, de maneira visceral, elementos importantes do contexto como as noções de perfil conceitual, intersubjetividade, hierarquias etc.

Referencias bibliográficas

Benerecetti, M., Bouquet, P. y Bonifacio, M. (2001). Distributed Context-Aware Systems. *Human-Computer Interaction,* 16: 213-228.

Bernstein, B. (1996). *A estruturacion do discurso pedagógico*: Classe, códigos e controle. (Trad. T.T. da Silva e L.F.G. Pereira) Petrópolis: Vozes.

Bruner, J.S. (1975). The Ontogenesis of speech acts. *Journal of child Language*, 2, 1-19.

Cole, M. (2003). *Vygotsky and Context*. Where did the connection come from and What Difference Does it Make? Retrieved december, 10th, 2003 de *http://communication.ucsd.edu/lchc/People/MCole/lsvcontext.htm*

Dey, A. K. y Abowd, G. D. (2000). Towards a better understanding of context and context-awareness. In *Proceedings of the 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems*, The Hague, The Netherlands.

Engeström, Y., Miettinen, R., Punamäki, R.L., Pea, R. Brown, J.S. y Heath, C. (1999) *Perspectives on Activity Theory. Activity Theory and Individual and Social Transformation*. Cambridge University Press.

Fiedler-Ferrara, N. y Mattos, C.R. (2006) An epistemological framework for the selection and organization of school contents, submetido ao *Journal of Curriculum Studies*,.

Givry, D y Tiberghien, A. (2005). Studying the evolution of student's ideas in a physics classroom In: *V European Science Education Research Association* (ESERA), 2005, Barcelona. Proceedings of ESERA'05. Barcelona: IUPAC/ Generalitat de Catalunya.

Johnson, H. y Johnson, P. (1991). Task Knowledge Structures: psychological basis and integration into system design. *Acta Psychologica* 78, 3-26.

Leontyev, A.N. (1979). The problem of activity in psychology. In J. V. Wertsch (Ed.), *The Concept of Activity in Soviet Psychology*. Armonk, NY: M.E. Sharpe

Leontyev, A.N. (1981). *Problems of the development of the Mind*. (Trans. M. Kopylova) Moscow: Progress Publishers.

Lieberman, H. y Selker T. (2000). Out of context: Computer Systems that Adapt to, and Learn from, Context. *IBM Systems Journal* 39(3), 617-632.

Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, 4, 67-82.

Ribeiro, C. (2003). Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. *Psicol. Reflex. Crit.* 16(1), 109-116.

Rodrigues, A.M. y Mattos, C.R. (2006). Reflexões sobre a noção de significado em contexto, submetido al *V Encuentro Internacional sobre Aprendizagem Significativo*, Madrid, setiembre.

Schmidt, A., Beigl M. y Gellersenet, H.W. (1999). There is More to Context Than Location. *Computers and Graphics*, 23(6), 893-901.

Vigotski, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem* (trad.P. Bezerra) São Paulo: Martins fontes.

El ambiente virtual auxiliando el ambiente presencial de aprendizaje

Francisco Amancio Cardoso Mendes[a,b] **y Cristiano Rodrigues de Mattos**[a,b]

[a] Faculdade de Educação / Instituto de Física – USP – São Paulo
[b] Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru
prof_francisco_mendes@yahoo.com.br, mattos@if.usp.br

Resumen: Proponemos una metodología para enseñar Física usando el *chat* como una herramienta de enseñanza-aprendizaje. El objetivo principal es la formación de un grupo de estudiantes que, durante el adoctrinamiento formal, contribuya con el papel del maestro en la transposición de los contenidos de la Física a todo el grupo. La hipótesis activa es que si se exponen a los alumnos, de antemano, al asunto a través de las discusiones para la resolución de problemas, ellos puedan asumir el papel de compañeros capaces dentro del aula. En este trabajo, nosotros presentamos aspectos del desarrollo de un grupo de alumnos en el debate abierto y moderado sobre los problemas de Física a través de las herramientas de Internet, sincrónico y asíncronas. Nuestro objetivo ha sido mostrar, a la luz de la teoría de Vigotski y a través de los elementos de lingüística textual, que esta interacción virtual ayuda al agrandamiento del nivel de desarrollo real (NDR) y del nivel de desarrollo potencial (NDP) a través de agentes que Vigotski definió como los compañeros más capaces.

Palabras clave: Internet, Física, Educación, *chat*, Enseñanza-Aprendizaje.

Title: The Virtual Learning Environment Helping The Face-to-face Learning Environment

Abstract: In this paper, we propose a methodology for the Physics teaching using the chat as a teaching-learning tool. The main objective is the formation of a group of students that, during formal teaching, contributes to the role of the teacher in the transposition of the Physics contents to the whole group. The working hypothesis is that if pupils are exposed to the subject beforehand through discussions for the resolution of problems, they can take on the role of capable peers inside the classroom. In this work, we present aspects of the development of a group of pupils in open and mediated debate about open Physics problems through synchronous and asynchronous Internet tools. Our objective has been to show, at the light of vigotskian theory and through the elements of textual linguistics, that this virtual interaction helps the enlargement of both real and potential development level (RDL and PDL) through agents that Vigotski defined as more capable peers.

Keywords: Internet, Physics, Education, chat, Teaching-Learning.

Introducción

El aumento en el número de personas con interés en el acceso a Internet a través de los sistemas universales, sugiere una infraestructura apropiada para la ampliación del uso de este medio, haciendo que los propósitos educativos puedan desarrollarse con éxito. Esto significa que un gran aumento en el uso de esta herramienta como medio de comunicación se hará realidad durante las próximas décadas, principalmente cuando nosotros pensemos sobre la educación (Starr, 1998). Las escuelas y universidades han desarrollado la investigación, actualmente, sobre el uso del medio electrónico de comunicación como una herramienta de instrucción. En la actualidad se han cambiado las clases de los cursos de graduación y de postgraduado, sistemáticamente por clases a largas distancias con el uso del Internet, labrando como herramienta, a través de las comunicaciones sincrónicas, como los *chats*, o a través de las maneras asíncronas, como el correo electrónico (Peters, 1999; Lévy, 1999; Perrenoud, 2000). Mientras cada vez más los estudiantes empiezan a tener acceso a este medio de comunicación, se consigue percibir que la herramienta no determina el aprendizaje, pero puede facilitarlo. El desafío para los maestros y los alumnos se establece por las demandas metodológicas emergentes que apoyan este tipo de interacción, es decir, es más necesario desarrollar metodologías que cambian a los alumnos de una posición pasiva a una activa, según las demandas de producción de conocimiento. Esta transición de actitud es fundamental para aprender a ser constructivo y estable (Rovai, 2003).

Por otro lado, el fortalecimiento de los ambientes de instrucción, formales y presentes, es necesario para concretizar un espacio privilegiado para el desarrollo del diálogo como una interacción social y política (Miller, 1994). La interacción social en la dinámica del diálogo con los compañeros capaces es fundamental para el aprendizaje de niños, jóvenes y adultos (Engeström et al., 2003). La escuela como un lugar de reunión de intereses comunes permitirá el espacio virtual para desarrollarse un lugar de aprendizaje colaborador. Estas comunidades de aprendizaje permitirán que los estudiantes, maestros e investigadores, con los mismos intereses, inicien y desarrollen la solución de los problemas mutuos.

La metodología que nosotros desarrollamos (Mendes, 2005) consiste en usar el ambiente sincrónico de Internet, llamado *chat*. Siendo éste un ambiente colaborador para la promoción de un debate entre los alumnos de la escuela secundaria del sistema educacional privado brasileño, cuya edad varía entre 14 y 16 años.

La estrategia, al principio, consiste en escoger el concepto específico que será el enfoque del problema a ser discutido en el *chat* y después éste se debatirá en la clase formal, dentro del aula. El debate empieza con un problema diario cuya solución física se trata de la comprensión del concepto escogido.

La tarea del moderador consiste en permitir un debate con una discusión libre, mientras simplemente interfiere con preguntas que pueden contribuir para resolver los *cuestionamientos obscuros que puedan existir* entre los componentes de la discusión.. Sigue adelante durante días o semanas hasta

el momento cuando el grupo asciende con una o más soluciones del problema, cuya precisión científica no es un requisito.

Todos los debates en el *chat* se grabarán para su análisis posterior, así como las clases formales subsecuentes que serán filmadas. En esas clases, el concepto escogido para ser el enfoque del problema durante el debate se presentará formalmente. Las percepciones de los participantes del *chat* también serán registradas después de cada paso del debate.

Basado en las asunciones teóricas de interacción social (Vigotski, 1962) y análisis de género de discurso (Bakhtin, 1986, 1997), el análisis preliminar de los datos nos permite observar que hay un cambio en el hábito de los estudiantes en el aula, involucrando aspectos afectivos y cognoscitivos. Estos análisis nos permiten medir el límite de la metodología que impide o facilita, la disposición para cooperar con el aprendizaje de los pares y su influencia en la dinámica del aula.

Descripción de la Investigación

La investigación se desarrolló en dos fases. La primera se llama la fase virtual, que fue dividida en dos partes: sincrónico (a través de las sesiones del *chat*) y asíncrono (a través de las herramientas del correo electrónico). La segunda, la fase presencial, se desarrolló en las clases de Física, a través de la pura observación del video que grabó su comportamiento, comparado con de los otros estudiantes que no participaron de la fase virtual.

En la fase presencial, nosotros observamos cómo los estudiantes que participaron de la fase virtual pudieron contribuir con la mejoría de la calidad del proceso de aprendizaje ayudando a sus compañeros de clase, con la información adquirida durante los debates de las sesiones del *chat*.

El investigador también era el maestro y manejó ambas fases. Nosotros decidimos usar este procedimiento para ayudar a romper la barrera inicial entre los alumnos y la situación de la investigación. Un segundo adulto en el aula cambiaría la relación actual entre los alumnos y maestro, y sería considerado un intruso (Bogdan, 1982).

La separación de maestro, moderador y el papel de investigador en la misma persona durante el proceso de investigación permitió un análisis de los datos de manera fiel y real. Este procedimiento también permite captar una información colectiva que no se podría realizar si estos papeles se jugaron por tres personas diferentes. El argumento principal es que el lenguaje es basado en los acuerdos tácitos entre el maestro y los alumnos durante la construcción de su relación Por consiguiente, es mucho más interesante observar el grupo desde el principio cuando están estableciéndose los códigos de idioma, donde es posible reconocer los conceptos anteriores, mientras se perciben las dificultades, se determinan los acuerdos de los idiomas, las negociaciones, los prejuicios, los miedos, los afectos y las expectativas sobre el maestro. Advertir a los estudiantes previamente sobre el papel del maestro como investigador permitió la dinámica típica de clase es decir una actuación sencilla y natural, mientras esto contribuía a los datos fiables.

La investigación se desarrolló con 5 estudiantes de una escuela privada en la ciudad de São Paulo (Brasil) y haciendo el primer año de la

secundaria. Estos estudiantes se escogieron al azar entre sus compañeros de clase para participar de la fase virtual. Los procedimientos (el *chat* y los reportes) se explicaron claramente a los participantes, antes de que haber empezado. Estas explicaciones se refirieron a cómo el grupo debe comunicarse entre ellos y el moderador. Toda la información se transmitió a través de mensajes que usan las formas electrónicas, como los correos electrónicos (el modo asíncrono) o la sesión del *chat* (el modo sincrónico).

La sesión de *chat* empezaba cuando el moderador hacia una pregunta diaria de los conceptos de Física relacionados y el grupo intentaba contestarlo usando su propio conocimiento. El objetivo en el debate no era obtener la respuesta exacta formalmente, pero sí verificar si los estudiantes pudieron conseguir la información real sobre el problema y contribuir después con sus colegas en el aula durante las clases de Física.

Discusión y resultados

Para analizar los datos colectados nosotros decidimos utilizar el Análisis Textual basado en algunos autores teóricos de lingüística textual (Halliday y Hasan, 1973; Fávero, 1983, 1991; Maingueneau 1989; Marcuschi 1999). A través de los elementos de lingüística textual, nosotros observamos que el moderador no sólo tiene un papel importante en el aspecto orgánico pero también un papel como agente motivador en el desarrollo del nivel potencial (Vigotski 1996). Durante la sesión del *chat*, nosotros pudimos observar que los participantes intercambiaban la información entre ellos (Mendes, 2005; Mendes y Mattos, 2004a, 2004b) mientras caracterizaban lo que Vigotski llamó: el nivel de desarrollo real (NDR). La actuación de los estudiantes podía unirse directamente con el concepto de Vigotski de la Zona de Desarrollo Proximal (Vigotski, 1996, 1998).

En la sesión de *chat*, nosotros notamos que la definición de la frontera entre el NDR y el NDP, o sea ZDP, no era simple (Vigotski, 1996). Debido a la discusión promovida en el debate, observamos que durante varios momentos los participantes oscilaron entre estos dos niveles, pero también pudimos notar que todos estábamos aumentando el NDR.

Durante el debate de la fase virtual, había una participación eficaz de algunos miembros, pero la contribución de ellos para el grupo entero no estaba basada en el número de interacciones, sino en su calidad. Por ejemplo, estudiantes 2 y 3 habían contribuido mucho para aumentar un posible NDR del grupo, pero nosotros podemos observar en la figura 1 que el número de interacciones no era tan alto en la primera y la tercera sesión.

En la segunda sesión los participantes estaban mezclando ya algunos conceptos de Física. Debido eso, nosotros pudimos notar que el número de interacción del moderador era más alto (figura 1).

El debate en el *chat,* se usó un idioma libre , es decir, los estudiantes no usaron la ortografía portuguesa formal y gramatical pero sí mucha jerga. No es nuestro propósito en el presente trabajo, que simplemente trae una pequeña parte de los datos registrados, por consiguiente, para que no hubiese mucha pérdida, nosotros preferimos realizar un análisis crítico de los datos reunidos.

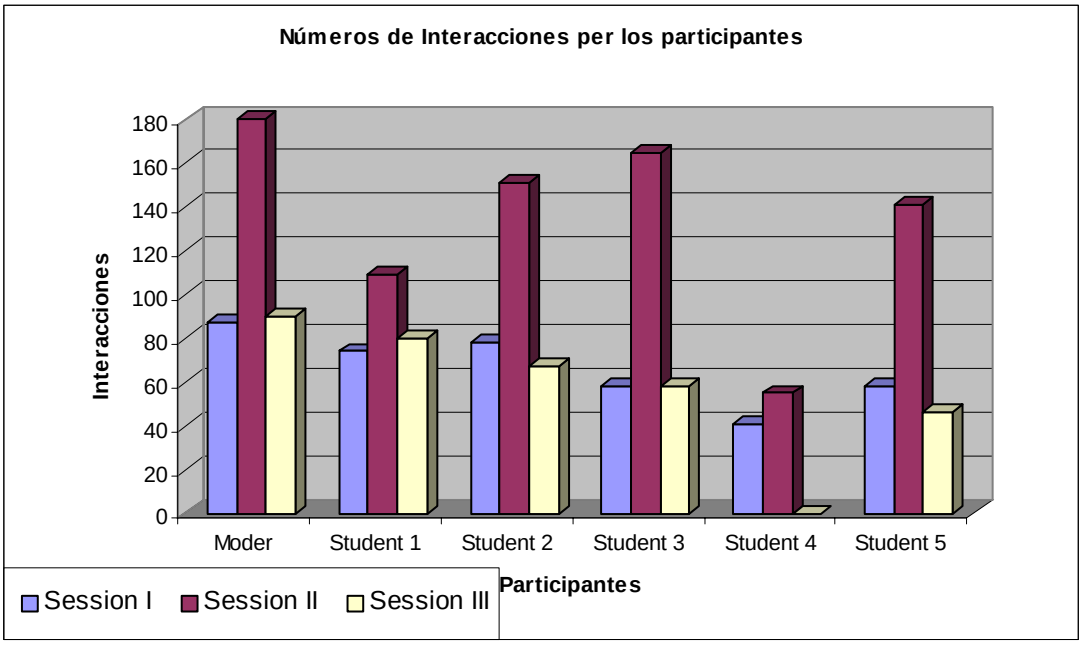


Figura 1: El número de interacciones por los participantes en tres sesiones del *chat*.

Después de tres sesiones de chat y algunos correos electrónicos, el grupo pudo contestar la primera pregunta: "¿Cómo trabaja una lavadora?" La respuesta esperada estaba relacionada con la dinámica de la rotación, concretamente el concepto de fuerza centrífuga, y algunos conceptos de cinemáticas de rotación. Como se esperaba el grupo propuso una respuesta apropiada.

Durante la sesión de *chat*, los estudiantes pudieron consultar muchas bases de datos y podían proponer modelos o diagramas diferentes. Les ayudó articular la proposición de modelos, lo cual también contribuyó a la mejoría del desarrollo de todos los participantes. Las Figuras 2 y 3 son ejemplos de muestra de modelos propuestos por los estudiantes, durante una sesión del *chat*. El primero (figura 2) es una proposición genuina del estudiante 4, seguidamente hecho en el aula del maestro, confirmando la paternidad literaria; representa las direcciones de velocidades tangenciales de las gotas de agua durante el proceso de rotación de la lavadora. El segundo (figura 3) muestra una ilustración propuesta por el estudiante 2 que representa un diagrama de fuerza de un cuerpo encima de un plano en una trayectoria redonda, que probablemente transmitió o copió de un sitio educativo.

A pesar de que estos diagramas no fueron creados por el estudiante, él muestra su disposición para buscar la nueva información para resolver el problema propuesto en la actividad de *chat*. Nosotros debemos destacar que la conducta de estos estudiantes es bastante diferente, comparado a cuando ellos se encontraban en las clases formales, antes de la realización de este trabajo, principalmente cuando el asunto ya había sido enseñado.

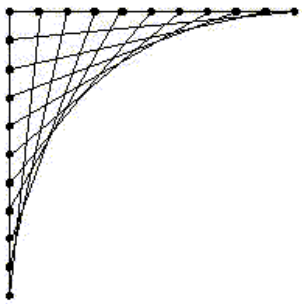


Figura 2: proposición del modelo del estudiante 4

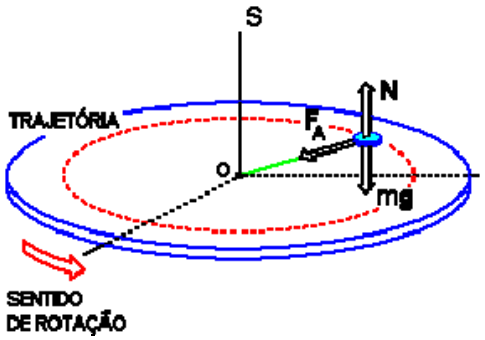


Figura 3: proposición del modelo del estudiante 2

Después de la fase virtual, el maestro presentó el movimiento redondo dinámico en el aula, y no habló específicamente sobre el problema de la lavadora. Él enseñó el movimiento redondo, las fuerzas e interacciones involucradas en este tipo de fenómenos. En este contexto, nosotros observamos el primer grupo de la fase, mientras notábamos cómo la sesión de *chat* los ayudó y, por consiguiente, auxiliaban a sus compañeros de clase. Nosotros pudimos observar en el aula que el grupo del *chat* contribuyó a la mejoría de la clase cuando ellos comentaron sobre algunos ejemplos que involucraron los mismos conceptos de Física discutidos previamente en los debates y relacionando los con el asunto impartido en el aula.

Nos quedó claro durante las clases presenciales que los alumnos que habían participado en la sesión de *chat* tenían más facilidad, y ayudaban a sus colegas con amables explicaciones, volviéndose un tipo de hermano mayor o como lo definió Vigotski: un par más capaz.

Nosotros concluimos que nuestra metodología que usa el *chat* de Internet, muestra un ambiente que habilita muchas posibilidades de agrandamiento y maduración de los diferentes niveles reales, así como también el desarrollo potencial que usa una relación de diálogo y de interacción.

Otro tema importante es que la confianza que los estudiantes adquieren, aumenta su nivel de autonomía. Nosotros observamos esto cuando los estudiantes buscaron las respuestas para la pregunta fuera del debate. La metodología que nosotros estamos proponiendo, muestra que es posible usar la tecnología de Internet, tal como el *chat*, para ayudar a los maestros de Física de la escuela secundaria a crear clases más interactivas, participativas y llenas de diálogo.

Agradecimientos

Nosotros estamos especialmente agradecidos a Priscila Larissa Arraes Mendes y Daniela Isei de Barros por sus aportes en la trascripción del texto.

Referencias biliográficas

BAKHTIN, M. (1997) *Estética da criação verbal*. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes.

BAKHTIN, M. (1986) *Speech genres and other late essays*. C. Emerson and M. Holquist (Eds.), V.W. McGee (Trans.). Austin: University of Texas Press.

BOGDAN, R. (1982) *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon.

ENGESTRÖM, Y., ENGESTRÖM, R. & KEROSUO, H. (2003) The discursive construction of collaborative care. *Applied Linguistics*, 23, 286-315.

FÁVERO, L.L. - *Coesão e coerência textuais*. São Paulo : Ática, 1991;

FÁVERO, L.L. e KOCH, I.G.V. *Lingüística textual: introdução*. São Paulo : Cortez, 1983;

LÉVY, P. -.*Cibercultura.* 2ª ed. São Paulo: Sorvete, 1999;

HALLIDAY, M. A. K. e HASAN, R. *Cohesion in spoken and written English*. Londres : Longman, 1973;

MAINGUENEAU, D. (1989) *Novas tendências em análise do discurso*. Campinas: Pontes.

MARCUSCHI, L. A. (1999) *Análise da conversação*. 5ª ed. São Paulo: Ática.

McNEIL, S.G., ROBIN B.R., MILLER R.M. (2000) Facilitating interaction, communication and collaboration in online courses. *Computers & Geosciences* 26, 699-708.

MENDES, F.A.C. & MATTOS, C.R. de (2004a) - *A análise do discurso no uso do chat como meio dialógico para discussões sobre problemas físicos*. - Paper preparado para apresentação oral no II EIBEC – Burgos/Espanha: 21 a 24, Setembro;

MENDES, F.A.C. & MATTOS, C.R. de (2004b) - *Internet Chat As An Instrument To Produce "More Capable Learners"* - Paper preparado para apresentação oral no XI IOSTE Symposium – Lublin/Polônia: 25 a 30, Julho;

MENDES, F.A.C. (2005) – *Ambientes Virtual e Presencial de Aprendizagem:* uma interação dialógica mediada pelo *chat*. – Dissertação de Mestrado. Bauru: FC/UNESP;

MILLER, S.M. (1994) Vygotsky and education: The sociocultural genesis of dialogic thinking in classroom contexts for open-forum literature discussions. In: *e-Proceedings of International conference L. S. Vygotsky and the Contemporary Human Sciences*. http://psych.hanover.edu/vygotsky/miller.html (04/01/02).

MORTIMER, E.F. y SCOTT, P. (2003) *Meaning making in secondary science classroom*. Londres: Open University Press.

PELLANDA, N.M.C. and PELLANDA, E.C. (2000) *Ciberespaço: um hipertexto com Pierre Lévy*. (org.) Porto Alegre: Artes e Ofícios.

PERRENOUD, P. (2000) *10 Novas competências para ensinar*. Porto

Alegre: Artes Médicas.

PETTERS, O. (1999) Didática do ensino a distância. São Leopoldo: Unisinos.

ROVAI, A.P. (2003) In search of higher persistence rates in distance education online programs. *Internet and HigherEducation*, 6, 1–16.

STARR, D.R. (1998) Virtual Education: Current Practices and Future Directions. *The Internet and HigherEducation*, 1(2), 157-165.

TAYLOR, S.J. (1984) *Introduction to qualitative research methods: the search for meanings*. New York : Wiley.

VIGOTSKI, L.S. (1998) *A formação social da mente: o Desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 6ª ed. Petrópolis: Martins fontes (1930;1935;1960;1966).

VIGOTSKI, L.S. (1996) *Pensamento e linguagem.* 4ª ed. Petrópolis: Martins fontes.

Juegos de simulación en red para el aprendizaje de los procesos geológicos: el entorno europeo de trabajo OIKOS.

A.L. Cortés, J.M. Calvo, B. Martínez y M.J. Gil

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. San Juan Bosco, 7. 50009 Zaragoza. acortes@unizar.es, jmcalvo@unizar.es, bpena@unizar.es, quilez@unizar.es

Resumen

Los juegos de simulación por ordenador aplicados al aprendizaje de los procesos geológicos permiten al estudiante la construcción de modelos complejos tanto por sus dimensiones espacio-temporales como por la diversidad de factores que intervienen en estos procesos. En este trabajo se muestra el estado actual del proyecto europeo OIKOS en el que destaca: 1) la puesta a punto de una metodología didáctica inspirada en los juegos de simulación; 2) el desarrollo de una herramienta didáctica, para utilizar a través de Internet (*e-learning*), compuesta por escenarios donde se desarrollan procesos geológicos cuyos parámetros pueden ser modificados por el usuario; y 3) la puesta en práctica de todo un sistema didáctico a distancia en el que facilitar el acceso y entrenar a todos los posibles usuarios (especialmente estudiantes y profesores).

Palabras clave: juegos de simulación, modelos, geología, Internet

Title: On-line simulation games to learn the geological processes: the OIKOS European Network.

Abstract

Computer simulation games applied to the learning of geological processes allow the users to built complex models (because both their spatial-temporal dimensions and the number of different factors involved in). In this work we show the present-day status of OIKOS European project including: 1) the fine-tuning of a didactic methodology based on simulation games; 2) the development of a didactic tool (e-learning context) composed by scenarios where geological processes and their main parameters will be modelled and modified by users; and 3) the implementation of a complete didactic system that allows multi-access and training of potential users (mainly students and teachers).

Key words: simulation games, models, geology, Internet

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se están introduciendo en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. Frente a este hecho, los educadores presentan dos posturas radicalmente enfrentadas (Area, 2005). Por un lado, los que en un afán de modernizar la enseñanza reclaman una apertura total a las TIC reconfigurando en su totalidad su

concepción y organización educativa, rompiendo con la visión tradicional de la enseñanza en el aula. Por otro, quienes reclaman una perspectiva humanista con la escuela como eje fundamental y que, en su versión más radical, defienden que la cultura verdadera está en los libros, considerando las TIC como un mero instrumento para el ocio y el mercado de la información. Entre estos dos extremos existen muchos educadores que utilizan las TIC como una herramienta más del proceso de enseñanza-aprendizaje o combinan estas tecnologías con otras tradicionales con el objetivo de no perder esa visión "humanista" de la educación.

La introducción progresiva de estas herramientas en todos los niveles de nuestro sistema educativo es un hecho evidente y cada día se dedican más esfuerzos buscando una integración racional de las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquier disciplina. El uso de las TIC permite al usuario, por un lado, plantear situaciones concretas y próximas a su realidad cotidiana. Por otro lado, ofrece la posibilidad de obtener un gran volumen de información sobre situaciones similares en otros puntos alejados o identificar y comparar situaciones muy distintas. Es decir, posibilitan relacionar lo local con lo global.

Las funciones de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje son muy diversas. En la Tabla 1 se destacan algunas de estas funciones.

1. Despiertan el interés del alumno por sus connotaciones lúdicas y además facilitan su aproximación a la realidad y la diversificación de las formas de acceso a lo real.
2. Facilitan el acceso a la información. El alumno no necesita memorizar o almacenar de forma sistemática y ordenada la información, ahorrando tiempo y esfuerzo en el acceso a la misma.
3. Ayudan en la reestructuración del conocimiento. Hay programas que permiten al usuario construir significados; programas que dan respuesta a problemas concretos; simulaciones que permiten visualizar un fenómeno y entender el papel que juegan diferentes variables en el mismo; e incluso bases de datos que clarifican aspectos concretos del conocimiento. El alumno con todos estos recursos puede realizar una reflexión sobre sus ideas, reestructurándolas.
4. Facilitan la construcción de modelos. En la actualidad se dispone de mucha información, presentada de formas distintas, a la que se accede muy rápidamente y con tanta complejidad como el usuario demande, lo que le permite ir construyendo sus propios modelos.
5. Permiten generar y contrastar hipótesis en la resolución de problemas. El alumno construye sus modelos y las TIC ayudan a compararlos con los modelos científicos y visualizar las discrepancias entre ellos.

Tabla 1. Funciones de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, la mera utilización de las TIC no asegura una correcta construcción de significados sobre los objetos y hechos del mundo que nos rodea. La comprensión de los mismos pasa por un correcto conocimiento de los diferentes elementos que componen el medio. Sólo si el alumno tiene un modelo coherente sobre las relaciones entre los distintos factores que se dan en una zona concreta, puede llegar a reflexionar y a poseer una opinión crítica ante cualquier actuación en la misma.

En este trabajo trataremos de mostrar, por un lado, las posibilidades que poseen las TIC, en general, y los juegos de simulación, en particular, en el aprendizaje de los procesos geológicos. Por otro lado, se presentan los objetivos y el estado actual de un proyecto europeo (OIKOS) que ha diseñado un marco de trabajo sobre la simulación de fenómenos geológicos construyendo una comunidad virtual en la que involucrar a profesionales de las ciencias, docentes y estudiantes.

El uso de modelos en la enseñanza-aprendizaje de la geología

La enseñanza-aprendizaje de la geología requiere una importante aportación de recursos gráficos de distinto tipos que permitan al estudiante una adecuada comprensión no sólo de los objetos geológicos (rocas, estratos, pliegues, fallas, fósiles, etc.) sino también de los procesos que los generaron. De esta forma, se hacen necesarios diferentes recursos dependiendo del grado de abstracción necesario para su comprensión. Los diferentes recursos gráficos constituyen modelos de la realidad, unas veces estáticos y otras dinámicos (Tabla 2).

Modelos estáticos	**Modelos "dinámicos"**
Esquemas de campo / Fotografías de campo / Imágenes de satélite	Secuencias ordenadas de imágenes periódicas
Mapas topográficos / Perfiles topográficos	Modelos regionales de erosión
Modelos digitales del terreno	Modelos evolutivos de la red de drenaje
Perfiles estratigráficos	Modelos sedimentarios
Mapas geológicos / Cortes geológicos	Secuencia progresiva de deformaciones tectónicas
Esquemas 3D / Maquetas geológicas	Ciclos geológicos (agua, rocas, etc.) / Modelización analógica y matemática de procesos (plegamiento, sedimentación, etc.)
Reconstrucciones paleogeográficas	Evolución paleogeográfica / Simulación de procesos complejos (vulcanismo, inundaciones, dinámica de costas, etc.)

Tabla 2. Ejemplos de modelos gráficos usados en la enseñanza de la geología.

Algunos de los modelos que hacen referencia a procesos (modelos sedimentarios, ciclos geológicos) suelen corresponder a una secuencia de imágenes estáticas ordenadas temporalmente. En ocasiones, los fenómenos geológicos tienen lugar en profundidad (p.e. terremotos, volcanes) aunque sus efectos se perciben en superficie. A su vez, muchos de estos procesos implican unas dimensiones espaciales y temporales que son difíciles de visualizar y/o comprender por parte de los estudiantes, que deben poseer una determinada capacidad de penetración visual en las estructuras geológicas (Kali y Orion, 1996). Ante esta visión sesgada y fraccionada de los procesos geológicos, la introducción de las TIC en la educación ha permitido solucionar algunos de los problemas planteados anteriormente. Según Piburn et al. (2005), estas capacidades o competencias específicas pueden ser aprendidas o mejoradas durante la instrucción, por ejemplo, mediante el uso de herramientas informáticas basadas en pruebas de visualización y modelos de realidad virtual.

Posibilidades de los juegos de simulación

Entre los distintos tipos de herramientas, las simulaciones por ordenador son un claro ejemplo del potencial educativo de las TIC. Son programas que permiten reproducir virtualmente los fenómenos naturales. Ofrecen muchas posibilidades, tanto cuantitativas como cualitativas, para ilustrar las propiedades de los sistemas naturales. Las simulaciones pueden ser usadas para ilustrar procesos dinámicos, muchos de los cuales no son fácilmente observables para el alumno, debido a problemas de accesibilidad y de escalas espaciales y temporales (dinámica de las corrientes marinas, evolución de un ecosistema, efectos de un terremoto, etc.). Ejemplos tradicionales de este tipo de programas, que además son útiles a la hora de trabajar en educación, han sido: *SimEarth*, *SimLife*, *SimFarm*, *SimCity*. Hoy

en día, la oferta de juegos de simulación es cada vez más importante y demandada por el público de todas las edades destacando, entre muchos otros: *Cultures* (antiguas civilizaciones); *Top Gun* (simulador de vuelo); *The Sims* (vida cotidiana de un vecindario), *Biosys* (conservación de ecosistemas artificiales); *Wildlife Park* (gestión de parques zoológicos).

Recientemente (2004-2005) se ha puesto en marcha el proyecto OIKOS (*Originating Innovative methods to learn and teach Knowledge in the field of earth and natural sciences derived from an Original and combined use of applicative Software)*, financiado por la Unión Europea a través del programa Leonardo Da Vinci. El objetivo general de este proyecto consiste en elaborar, diseñar y poner a prueba una nueva serie de métodos y recursos de enseñanza-aprendizaje en el campo de las Ciencias de la Tierra utilizando las posibilidades didácticas que ofrecen los juegos de simulación por ordenador. Para ello, se pretenden articular los mecanismos necesarios que permitan a profesores y profesionales de las ciencias, especialistas en educación y diversos expertos europeos, intercambiar ideas, técnicas y métodos para complementar las propuestas curriculares sobre Ciencias de la Tierra y las actuales estrategias educativas. Con ello, se trata de conseguir que el aprendizaje resulte atractivo y relevante, en las escuelas o en otros contextos educativos de carácter formal o no formal.

De esta forma, se pretende crear un conjunto de herramientas en el marco del *e-learning* (*electronic learning*): "un conjunto de métodos, tecnologías, aplicaciones y servicios orientados a facilitar el aprendizaje a distancia a través de Internet" (según Cornella, en Area Moreira, 2005). Este modelo de trabajo necesita la interacción de varios componentes como son: la entrega de contenidos en diferentes formatos, la administración del avance del aprendizaje y una comunidad de estudiantes, desarrolladores de contenido y expertos en educación. Por otro lado, se parte de un supuesto, cada vez más extendido en la Didáctica de las Ciencias (Chang, 2003), como es que el aprendizaje asistido por ordenador guiado por el profesor (*TDCAI: teacher directed computer assisted instruction*) es más efectivo que el aprendizaje autónomo exclusivamente gestionado por el estudiante (*SCCAI: student controlled computer assisted instruction*). Por lo tanto, está pensado más para unir en el proceso a profesores y estudiantes en busca de un aprendizaje más efectivo que para disponer de una herramienta de trabajo autónomo para el estudiante.

OIKOS: participantes y objetivos

En el proyecto OIKOS participan grupos de investigación, investigadores y profesionales de los siguientes centros:

- universidades de Sannio (Italia) y Barcelona (España), como representantes de las Ciencias Básicas,

- universidades de Zaragoza (España), Chipre (Chipre), Creta (Grecia), Bayreuth (Alemania), Leira (Portugal), Umea (Suecia) y Babes-Bolyai (Rumania), junto con la Associazione Nazionale Insegnanti di Natural Sciences (Italia) y The Association for Science Education (Reino Unido), como representantes de la Didáctica de las Ciencias,

- IWCCE (Isle of Wight Centre for the Coastal Environment, Reino Unido),

- URBATER (Francia) y STRAGO (Italia), empresas de geología aplicada, y

- Morphosis Proposal and Technologies (Italia), desarrollo tecnológico.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

1. Poner a punto una metodología didáctica innovadora, que vamos a denominar *metodología OIKOS*, inspirada en métodos ya existentes centrados en los juegos de simulación.

2. Desarrollar una herramienta didáctica en un entorno web, que pueda ser utilizada a través de Internet, compuesta por dos secciones o niveles:

2.1. Un juego didáctico que posea un conjunto de escenarios predeterminados en los que se pueden colocar distintos elementos (ciudades, presas, bosques, puertos). Sobre éstos actuarán distintos fenómenos geológicos elegidos por el usuario dependiendo de los valores seleccionados para cada uno de los factores que pueden influir (magnitud del terremoto, tipo de suelos, etc.). De esta manera, el alumno puede observar como evoluciona el escenario en función de los parámetros impuestos a los agentes geológicos. Para que pueda ser utilizado por estudiantes y profesores de los distintos niveles educativos se propone crear distintos accesos al programa, con las consiguientes limitaciones conceptuales y tecnológicas: modo aprendiz, intermedio y experto.

2.2. Un contexto que pueda ser dirigido y modificado por el usuario (sistema autor) capaz de crear nuevos escenarios a medida. Funcionaría de modo similar al anterior, pero en este caso es el usuario quien puede determinar en que escenario tendrán lugar estos procesos, mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) real o simulado.

3. Poner a punto un sistema didáctico en el que entrenar a los grupos anteriormente citados en el manejo de la *metodología OIKOS*.

Desarrollo del proyecto OIKOS

Con los anteriores objetivos en mente, uno de los primeros pasos del proyecto consistió en la creación de un portal web (www.e-oikos.net) para soportar las diferentes etapas de la investigación previa, el diseño y prototipos del modelo, los resultados de los ensayos, así como el producto final (juego didáctico, escenarios, cursos de entrenamiento, etc.).

La fase previa incluyó: a) identificación y selección de los contenidos sobre Ciencias de la Tierra en los currícula de Enseñanza Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato, b) comparación de los currícula de los diferentes países europeos, c) selección de contenidos comunes y susceptibles de ser trabajados con la metodología OIKOS y d) identificación de las principales dificultades de enseñanza-aprendizaje de los contenidos seleccionados, revisión bibliográfica y propuestas de actuación.

Tras la fase previa se decidió centrar la atención en una serie de fenómenos bien conocidos por los estudiantes de cualquier país y en los que el factor tiempo no constituye un obstáculo importante en el proceso de aprendizaje (por ejemplo, procesos que implican millones de años). De esta manera, se decidió trabajar con terremotos, volcanes, inundaciones, deslizamientos de laderas y dinámica litoral (costas bajas y acantilados). Para cada fenómeno se tienen en cuenta los componentes que intervienen (descripción del proceso: inundaciones tras unas lluvias torrenciales), los parámetros de entrada (rango de valores: cantidad de precipitaciones,

tiempo, superficie afectada) y la relación cualitativa existente entre los parámetros de entrada y salida.

El siguiente paso consistió en el diseño y puesta en funcionamiento de un prototipo o modelo de entrenamiento y ensayo con los grupos de trabajo. El prototipo inicial (α) fue evaluado y modificado desde el punto de vista científico, tecnológico y pedagógico y se concretó en una herramienta de trabajo para poner a prueba (prototipo β). Este prototipo se encuentra en fase de prueba con profesores y alumnos reales. Posteriormente, se analizarán todos los resultados obtenidos, tanto desde el punto de vista pedagógico (limitaciones conceptuales y metodológicas, aprendizaje efectivo de los alumnos, etc.) como desde el punto de vista técnico (posibles errores, lagunas, inconsistencias, etc.), y se discutirá su aplicabilidad y las posibles limitaciones o modificaciones del mismo.

Tras el proceso inicial de diseño, pruebas, análisis, etc., se pretende la creación de un juego didáctico en el que integrar la metodología OIKOS. En esta fase, se tratará de transformar una compleja herramienta informática en un juego didáctico de simulación que resulte atractivo a los alumnos de los distintos niveles educativos. Este juego será de nuevo probado con profesores y estudiantes de los distintos países participantes y analizado desde el punto de vista pedagógico y técnico.

Un recurso muy importante para la correcta utilización de esta metodología es la creación de una biblioteca de escenarios para el juego didáctico. Esta contendrá además de las bases topográficas, fotos e imágenes de satélite, las bases de datos necesarias para trabajar con cada uno de los fenómenos geológicos seleccionados por el usuario. También está previsto incluir un depósito de recursos de aprendizaje (enciclopedia virtual, glosario, materiales didácticos, manual de orientaciones, etc.)

Por último, y dado que es un recurso para poder utilizar a través de Internet, se ha propuesto diseñar un curso *on-line* de aprendizaje de la metodología, tanto para profesores como para estudiantes.

Un fenómeno geológico a modo de ejemplo: los terremotos

Un terremoto es la vibración de la Tierra producida por una rápida liberación de energía. Lo más frecuente es que los terremotos se produzcan por el deslizamiento de la corteza terrestre a lo largo de una falla. La explicación de este fenómeno geológico no es sencilla y requiere de una cuidada fundamentación teórica así como de analogías y representaciones gráficas para su correcta comprensión. Si nos centramos en las ilustraciones, los libros especializados suelen presentar diversas figuras representando el movimiento de los bloques a lo largo de la falla, las posibles consecuencias del terremoto, el lugar donde se encuentran la falla, el foco sísmico, el epicentro, la forma en la que se transmiten los diferentes tipos de ondas sísmicas, la distribución de los terremotos sobre la superficie de la Tierra, etc. En los libros de texto, y en especial en Educación Primaria, toda esa información se ve fuertemente reducida. En muchas ocasiones, las imágenes en estos libros constituyen una simple ilustración decorativa y desconectada del texto principal, lo que hace que no representen una fuente real de aprendizaje (Cortés *et al.*, 2005).

Una de los modelos gráficos más habituales para la representación de un terremoto consiste en un diagrama estático en el que se suelen mostrar los siguientes elementos (Figura 1): la falla responsable (no siempre), el foco sísmico o hipocentro, la representación gráfica de la propagación de las ondas sísmicas, el epicentro y los posibles efectos del terremoto (edificios y/o infraestructuras destruidas). De esta manera, partiendo de una situación potencial (Figura 1 A), en la mayoría de los casos se nos presenta un modelo explicativo gráfico (Figura 1 B) en el que se destacan las causas (movimiento de la falla, o en su defecto, existencia de un punto en el interior de la Tierra que genera energía que se transmite hacia la superficie) y las consecuencias (daños producidos por el terremoto). Sin embargo, es difícil mostrar todas las interacciones durante el proceso (Figura 2).

La Figura 1 C intenta mostrar los principales factores que intervienen en el proceso global: 1) características de la falla y energía total liberada, 2) atenuación de las ondas en su propagación hacia la superficie (dependiente de la distancia y el tipo de materiales atravesados), 3) efectos locales (dependen de la energía que llega y de los materiales presentes), 4) interacción entre el suelo y la estructura (depende del tipo de suelo, existencia de agua, topografía, etc.) y 5) diseño de la edificación (tipo de estructura, altura, materiales empleados, etc.).

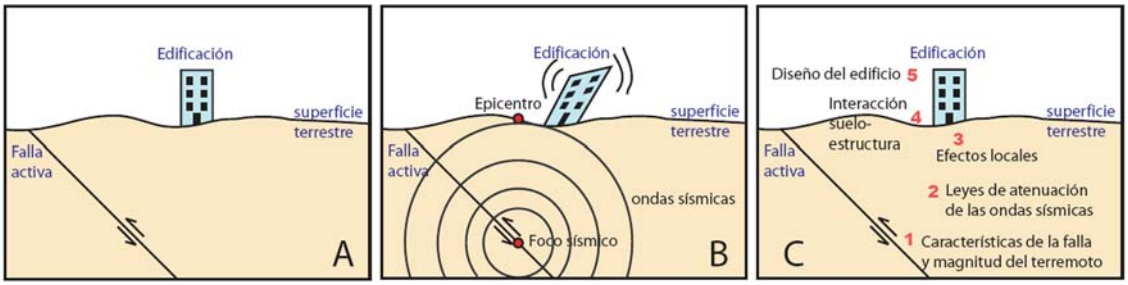


Figura 1. Modelo gráfico de un terremoto. A: Situación inicial potencial. B: Representación tradicional que muestra las relaciones causa-efecto con "etiquetas" identificativas. C: Factores involucrados en el proceso.

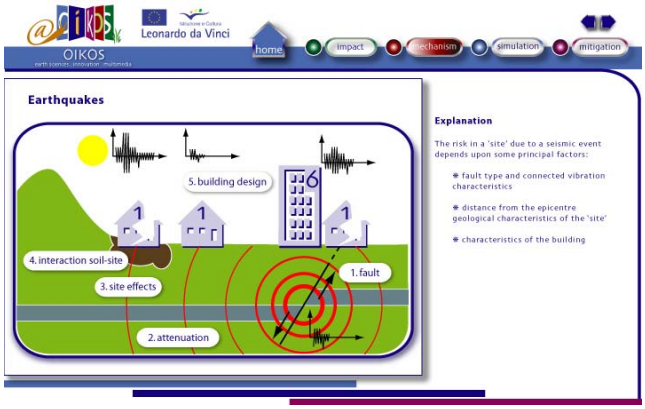


Figura 2. Representación gráfica (corresponde a una animación Flash) del modelo explicativo sobre el mecanismo responsable de los terremotos.

Dentro del marco del proyecto OIKOS se ha desarrollado una herramienta que permite tener en cuenta todos esos parámetros (con diferentes niveles de complejidad) y que incluso pueden ser modificados por el usuario creando un "juego interactivo" que ayude a entender la importancia de los

diferentes factores que intervienen en los procesos geológicos. De la misma forma, este esquema de trabajo puede ser extrapolado al resto de los fenómenos geológicos seleccionados en el proyecto (dinámica litoral, volcanes, inundaciones, etc.).

Consideraciones finales

La puesta en funcionamiento de la metodología OIKOS supone un ambicioso proyecto en el que equipos de varios países europeos están trabajando actualmente. Aunque la fase previa y el diseño inicial ha correspondido a los miembros del proyecto, en un futuro se pretende involucrar a profesores y alumnos de distintos niveles educativos para probar y evaluar tanto el prototipo como el posterior juego didáctico.

Es importante que este juego se convierta finalmente en una herramienta real de aprendizaje, en la que los alumnos lleguen a construir significados bien fundamentados, que entiendan y visualicen los procesos geológicos, sus causas y sus consecuencias. Para ello es necesario analizar en profundidad la herramienta y valorar su aplicabilidad, así como el aprendizaje efectivo del alumno. Es decir, que su uso no se convierta en la simple manipulación de un programa informático, más o menos entretenido, en el que se introducen parámetros sin un objetivo concreto y se obtienen unos resultados que luego no son analizados ni discutidos. De la misma manera, debemos evitar que se produzca un deslizamiento cognitivo en el que pasemos de tener un problema relacionado con aspectos del mundo natural a un problema relacionado con el mundo tecnológico (el uso de la herramienta en sí misma).

Si todo lo anterior se cumple logrando que OIKOS sea aplicable a cualquier nivel educativo, esta metodología permitirá disponer de: a) métodos e instrumentos para profesores que pretenden innovar dentro de sus estrategias didácticas, b) recursos de aprendizaje y entrenamiento para quien trabaja en el sector de las Ciencias de la Tierra y c) nuevas propuestas didácticas para los estudiantes de todos los niveles educativos.

Referencias bibliográficas

Area Moreira, M. (2005). *La educación en el laberinto tecnológico*. Barcelona: Octaedro-EUB.

Chang, C.Y. (2003). Teaching earth sciences: should we implement teacher-directed or student-controlled CAI in secondary classroom? *International Journal of Science Education*, 25 (4), 427-438.

Cortés, A.L., Calvo, J.M., Martínez, B., Gándara, M. de la y Gil, M.J. (2005). ¿Podemos dibujar un terremoto?: de la iconografía en los libros de texto a las representaciones de los estudiantes de magisterio. *Anales del III Congreso Nacional: Las Ciencias en las Primeras Etapas de la Educación*. Madrid: CSIC.

Kali, Y. y Orion, N. (1996). Spatial abilities of high-school students and the perception of geologic structures. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (4), 369-391.

Piburn, M.D., Reynolds, S.J., McAuliffe, C., Leedy, D.E., Birk, J.P. y Johnson, J.K. (2005). The role of visualization in learning from computer-based images. *International Journal of Science Education*, 27 (5), 513-527.

Varias visiones en torno al Agua Subterránea.

Ángel Luis Cortés Gracia[1] y Javier San Román Saldaña[2]

1 Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. San Juan Bosco, 7. 50009 Zaragoza. acortes@unizar.es.

2 Confederación Hidrográfica del Ebro. Paseo de Sagasta, 24-26. 50071 Zaragoza. jsanroman@chebro.es

Resumen

En este trabajo se presentan distintas visiones en torno a un elemento común: el agua subterránea. La Hidrogeología aporta las bases científicas para la comprensión de su importancia general y su dinámica. Se analizan los problemas relacionados con el uso incontrolado de agua subterránea y sus consecuencias, así como las medidas que se están tomando desde la administración. Muchos de estos problemas están relacionados con la falta de formación de la sociedad en general, que presenta modelos alternativos sobre el agua subterránea y su funcionamiento que se van generando y reforzando desde los primeros niveles educativos.

Palabras clave: agua subterránea, uso y gestión, percepción social, ideas alternativas, educación científica

Title: Several views about groundwater.

Abstract

In this work, several views about groundwater are shown. Scientific basis to understand both the general importance and dynamics of groundwater are provided by Hydrogeology. Main problems and consequences related to no-controlled uses are analysed together with management resources coming from civil services. A great part of these problems are related to the lack of formation on the matter in the society. People show alternative models about groundwater and its dynamics that appear and are reinforced from the basic educational levels.

Key words: groundwater, use and management, social perception, alternative conceptions, science education

Introducción

El agua es, hoy en día, uno de los principales recursos naturales de nuestro planeta. Dentro de la hidrosfera, el agua subterránea constituye la principal reserva de agua dulce líquida en la Tierra. Hasta hace sólo unas décadas, el aprovechamiento de agua subterránea no era concebido en las dimensiones que ha alcanzado en la actualidad. No obstante, y a pesar de su importancia, desde muy distintos sectores (científicos, gestores, educadores) se destaca el desconocimiento generalizado sobre el funcionamiento de los sistemas hidrogeológicos, su relación con los

sistemas hidrológicos superficiales y, en concreto, su influencia en los ecosistemas acuáticos.

Este desconocimiento generalizado, unido a la existencia de modelos conceptuales alternativos sobre el agua subterránea muy arraigados en nuestra ciudadanía desde los primeros niveles educativos, hace difícil la comprensión de estos fenómenos naturales, la reflexión crítica ante los problemas relacionados y la posible toma de decisiones bien fundamentada. Por lo tanto, la opinión crítica de la ciudadanía queda en manos de los recursos para el convencimiento ajeno empleados por los distintos grupos implicados en el uso y gestión de los recursos, basados muchas veces en parámetros económicos y/o afectivos más que en criterios científicos y/o racionales.

En este trabajo presentamos una recopilación de datos y ejemplos sobre el tema citado procedentes de la comunidad científica, de los responsables de gestión y usuarios del agua subterránea y del análisis sobre la percepción social general de la misma. También mostraremos algunos ejemplos procedentes de la investigación en torno a los problemas de enseñanza-aprendizaje sobre el agua subterránea que encontramos en nuestro sistema educativo.

Hidrogeología: el estudio del agua subterránea

La Hidrogeología se dedica al estudio del agua subterránea desde el punto de vista de su circulación y almacenamiento, así como de su composición y calidad para ser utilizada por el hombre (Bastida, 2005). Hablamos de agua subterránea para referirnos al agua contenida en los poros, grietas y fracturas de suelos, sedimentos y rocas bajo la superficie terrestre. Más concretamente, al agua contenida en la denominada zona saturada (o freática) del subsuelo, donde todos esos poros están repletos de agua. Al plano imaginario que separa la zona saturada de la zona no saturada (también denominada vadosa o de aireación) se le denomina nivel freático y su posición es variable en el espacio y en el tiempo, dependiendo, entre otros factores naturales, de la topografía y la pluviosidad en las áreas de recarga.

El principal problema que tiene el agua subterránea es que no se ve hasta que sale a la superficie. Por ese motivo, desde los tiempos más remotos de la historia hasta los tiempos casi recientes (siglo XVIII), el origen del agua de los manantiales que alimenta a los ríos ha constituido un enigmático problema objeto de numerosas especulaciones y controversias (Martínez Gil, 1972).

Según algunas estimaciones recientes (Tarbuck y Lutgens, 2000), el agua subterránea constituye únicamente el 0,62% del agua total contenida en la hidrosfera. Ahora bien, si eliminamos el agua de los mares y océanos (97,2%) y la de los casquetes polares y glaciares (2,15%), el resto del agua existente en la Tierra (algo más de 4.000.000 km^3) representa menos del 1% del total. Ahí es donde reside la importancia del agua subterránea, ya que constituye actualmente el 94% de las reservas de agua dulce líquida en nuestro planeta (Figura 1).

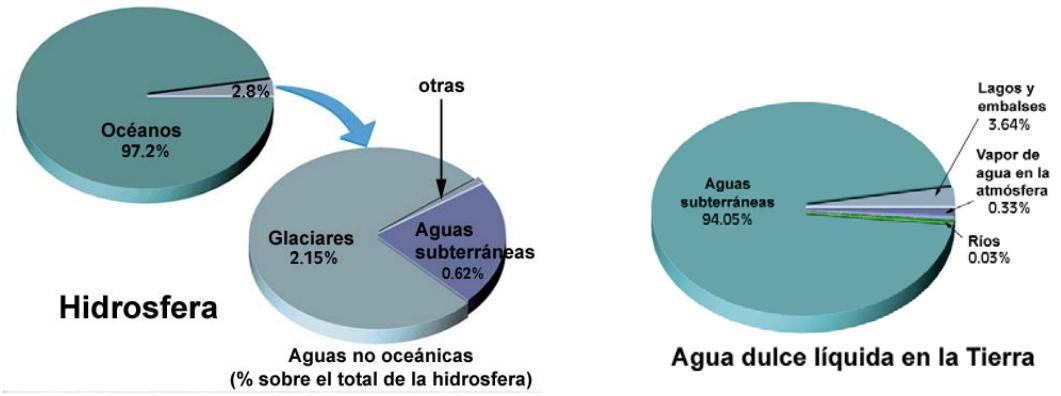


Figura 1. Volumen (en porcentajes) de los distintos tipos de agua en la hidrosfera. A la izquierda, referido al volumen total de agua en la hidrosfera. A la derecha, teniendo en cuenta únicamente las reservas de agua dulce (modificado de Tarbuck y Lutgens, 2000).

Los avances recientes en Hidrogeología nos permiten conocer, entre otros datos, cuál es la distribución del agua subterránea (localización espacial, estimaciones de volumen), sus características físico-químicas (composición química, conductividad, presencia de contaminantes), su comportamiento dinámico (movimientos, direcciones y velocidades de flujo, situación y evolución del nivel freático), etc. Todos estos datos permiten a los hidrogeólogos diagnosticar el estado de las aguas subterráneas y predecir las posibles variaciones espaciales y temporales de las mismas, tanto en sus aspectos "profundos" (su evolución en el subsuelo) como en sus posibles relaciones con los sistemas hidrológicos superficiales. Es decir, para una correcta interpretación, uso y gestión del agua es necesaria la participación activa de la Hidrogeología.

Los problemas en el uso y gestión del agua subterránea

Una de las características de los aprovechamientos de agua subterránea en España, al igual que en la mayoría de los países áridos y semiáridos, es que en gran medida éstos son fruto de la iniciativa privada. Además, la denominada "insumisión hidrológica", es decir, la perforación de pozos sin los oportunos permisos, es un hecho patente. En prácticamente todos estos países, incluido España, se ha producido en el último medio siglo una "revolución silenciosa" consistente en el uso intensivo de este recurso realizado por miles de pequeños agricultores (Llamas Madurga, 2005).

Estos usuarios del agua subterránea, por lo general, carecen de la más mínima formación hidrogeológica, y recurren con frecuencia a personas con supuestos poderes "paranormales" que les ponen en contacto con las empresas perforadoras. Esta forma de operar lleva a que los campos de pozos se hayan extendido a modo de manchas de aceite, dificultando notablemente cualquier planteamiento de gestión, según destacan los responsables de la administración (San Román y Coloma, 2002).

En algunas zonas, el creciente aprovechamiento intensivo del agua subterránea está empezando a provocar (o ha provocado ya) descensos importantes de niveles piezométricos y afecciones en las descargas

naturales. Por citar un claro ejemplo, la relación existente entre la sobreexplotación del ya famoso acuífero 23 y el funcionamiento del sistema hidrológico de la cuenca alta del Guadiana (Tablas de Daimiel, Ojos del Guadiana), constituye un ejemplo paradigmático a escala mundial de los conflictos entre el aprovechamiento intensivo del agua subterránea y la conservación de humedales (Llamas Madurga, 2005). Según diversos estudios, el humedal de las Tablas de Daimiel se encuentra actualmente desconectado del acuífero, manteniéndose encharcado únicamente por las aportaciones superficiales del río Cigüela en los escasos episodios húmedos y por los caudales derivados del Acueducto Tajo-Segura.

Los acuíferos ejercen un importante efecto amortiguador, tanto sobre las recargas de lluvia, como sobre los bombeos. Cuando se inicia la explotación de un acuífero, durante los primeros años se extrae agua exclusivamente de las reservas del mismo, cifra que a veces es muy superior a la de los recursos renovables (no hay que olvidar que los acuíferos se comportan como gigantescas “esponjas” en el subsuelo, y que su funcionamiento puede equipararse al de grandes embalses de regulación hiperanual). Conforme avanza este vaciado, van descendiendo los niveles, y a medio plazo se empieza a afectar a las descargas naturales del acuífero.

El creciente aumento de solicitudes de concesiones en muchos puntos del territorio nacional, y las cada vez mayores afecciones que se producen a manantiales y cursos de agua, ha hecho necesario tomar medidas restrictivas en muchos sectores. Esta problemática ha llevado a que las confederaciones hidrográficas se planteen o limiten las nuevas concesiones en las distintas unidades hidrogeológicas (San Román y Coloma, 2002), adoptando diferentes medidas como la instalación de contadores, la reducción de los plazos de concesión, las revisiones del volumen concedido, la prohibición o limitación horaria y/o estacional de los bombeos, etc.

En los últimos años, las comisarías de aguas han entendido que lo primero que necesitan los usuarios de agua subterránea es formación e información sobre los pozos, las técnicas de perforación, los tipos de bombas, los acuíferos, su recarga, la relación con las aguas superficiales, la legislación de aguas, etc. y en este sentido se han impartido diversas charlas divulgativas en las zonas más problemáticas. Es muy importante desmontar los tradicionales esquemas de las corrientes subterráneas de agua, trasmitidas por los zahoríes, y que perpetúan la mayor parte de las empresas perforadoras (San Román y Coloma, 2002).

La percepción social del agua subterránea

En contraste con el aprovechamiento del agua superficial, ligado tradicionalmente a acciones colectivas, en general financiadas y controladas por la Administración, el aprovechamiento de agua subterránea ha sido realizado de modo individual o por pequeñas colectividades a través de pozos y galerías. Hasta hace unas décadas, los caudales obtenidos eran muy reducidos y el origen, localización y movimiento de las aguas subterráneas se consideraba como algo misterioso, en donde era muy difícil encontrar una relación clara entre los efectos y sus causas (Llamas Madurga, 2005). Un claro ejemplo del tradicional desconocimiento sobre el tema es expuesto por Fetter (1994), cuando cita una decisión judicial de

1861 en relación con un conflicto sobre las aguas subterráneas en el estado norteamericano de Ohio: "Debido a que la existencia, origen, movimiento y curso de tales aguas, así como de las causas que gobiernan y dirigen su movimiento son tan secretos, ocultos y escondidos, un intento de establecer cualquier tipo de normas legales con respecto a estas aguas, sería prácticamente imposible" (traducción en Llamas y Custodio, 1999).

La razón por la que estas percepciones son, a menudo, poco claras e incorrectas, es que el ambiente del agua subterránea está muy oculto a la vista (Tarbuck y Lutgens, 2000). La observación de la superficie de la Tierra nos lleva a interpretar que el planeta es “sólido”. Cuando entramos en una caverna (por ejemplo, en sistemas kársticos) nos da la impresión de que el agua sale por unos conductos excavados en roca sólida, y vemos que circula por cauces e incluso forma lagos subterráneos. Sin embargo, la mayor parte del agua subterránea se encuentra almacenada o circulando a través de pequeños poros entre granos, grietas y fisuras. Hoy en día, los avances científicos en el conocimiento del funcionamiento de los sistemas hidrogeológicos son muy importantes, aunque no tanto el grado de conocimiento de la sociedad, que no ha aumentado demasiado. Por el contrario, sí ha aumentado significativamente el grado de explotación de estos recursos, como se ha citado en el apartado anterior.

En relación con el escaso conocimiento que tiene la sociedad en general sobre el tema, como se indicaba anteriormente, buena parte de la ciudadanía posee unos determinados modelos alternativos de las aguas subterráneas como corrientes subterráneas de agua (ríos y lagos situados en puntos muy localizados del subsuelo). Estas ideas han sido tradicionalmente trasmitidas por los zahoríes, y perpetuadas por buena parte de las empresas perforadoras. En algunos países como EEUU, se han realizado investigaciones sobre el conocimiento y percepción social de la ciudadanía sobre el agua subterránea para poder desarrollar futuros programas educativos (Suvedi et al., 2000)

A todo lo anterior se une que en amplios sectores de la sociedad predomina el mito de que el agua subterránea es un recurso muy frágil (“hidromito”, según Llamas Madurga, 2005). Un falso paradigma amplio y mundialmente difundido es el siguiente: “todo pozo termina por secarse o salinizarse”, y la consecuencia práctica del mismo es que muchos planificadores hidrológicos sólo consideran utilizables las aguas superficiales a pesar del mayor coste económico y ecológico que esta utilización conlleva frente a la alternativa de las aguas subterráneas (Custodio, 2002).

La visión didáctica: algunos problemas en la enseñanza-aprendizaje del agua subterránea

Uno de los principales problemas que aparecen en el proceso de enseñanza-aprendizaje del ciclo hidrológico, en general, y del agua subterránea, en particular, es la existencia en el alumnado de una serie de ideas alternativas muy similares a las que citábamos anteriormente en el apartado de la percepción social. La interacción entre estas ideas (muy comunes, persistentes y con cierta coherencia interna) y los recursos didácticos existentes (a veces impregnados de esas mismas ideas o similares) puede dar lugar a consecuencias imprevisibles.

Marcén Albero (2003) destaca que más de la mitad de los estudiantes de secundaria desconocen de dónde procede el agua que consumen, casi el 80% no saben que se potabiliza y depura y casi todos desconocen procesos de formación y mantenimiento de aguas. Muchos estudiantes representan la circulación freática (agua subterránea) como ríos y lagos subterráneos (Yus Ramos, 1994). Por otro lado no suelen asociar la existencia de un río superficial con el agua subterránea, con lo que dan por supuesto que si no llueve durante una temporada el río se seca.

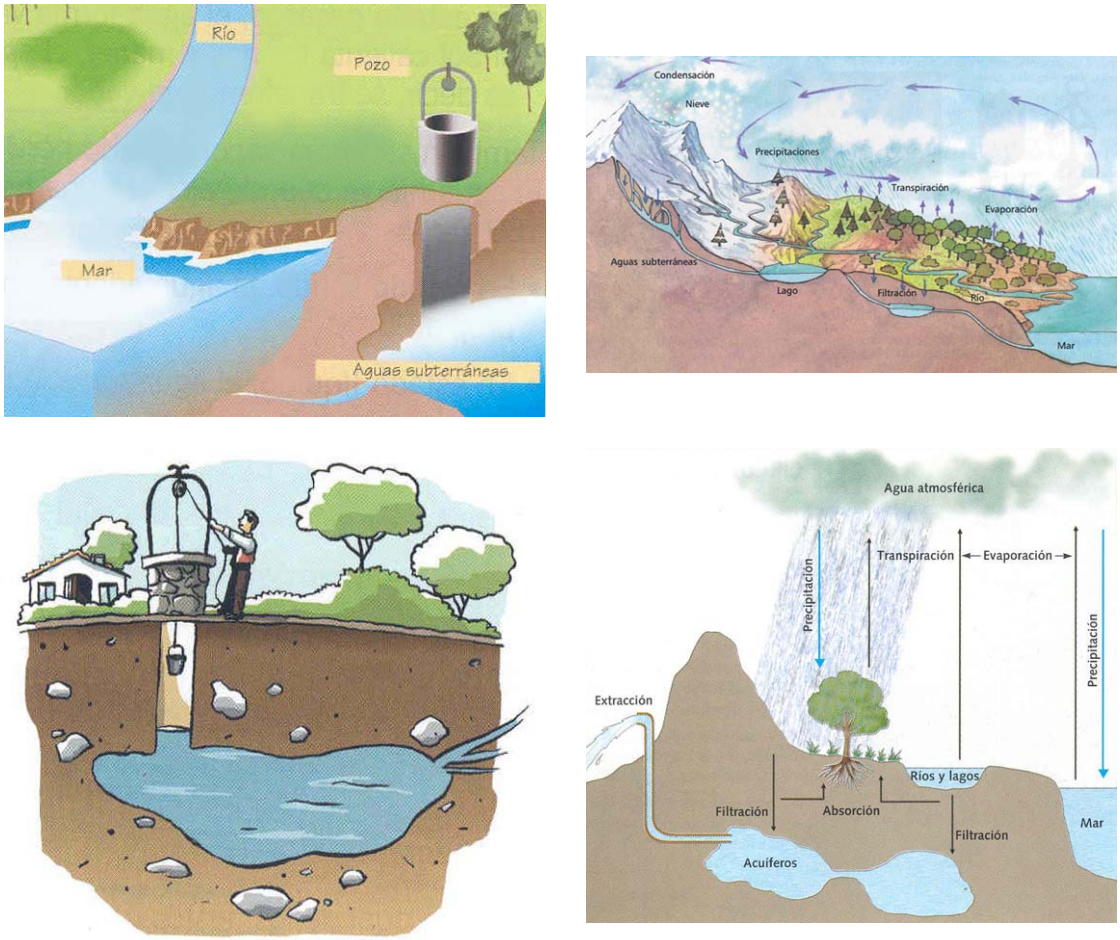


Figura 2. Representación gráfica del agua subterránea (dibujos de la izquierda) y del ciclo del agua (derecha) en libros de texto de Educación Primaria.

No es de extrañar la existencia de estos modelos alternativos, ya que, aunque no tienen porque ser los únicos responsables, muchos libros de texto (Figura 2), especialmente en Educación Primaria, ilustran el tema (ciclo del agua) con esquemas en los que se representan precisamente esos ríos y lagos subterráneos (Márquez et al., 2002; Calvo et al., 2004).

En un análisis detallado de ese tipo de representaciones (textuales y gráficas) en libros de texto de primaria y secundaria, Márquez et al. (2002) diferencian varios tipos de diagramas, según muestren o no la idea de ciclo. En los ejemplos que presentan las autoras se pueden reconocer algunos de estos modelos alternativos que citábamos anteriormente. Las explicaciones escritas indican que el agua se infiltra en la tierra y circula por el subsuelo (especialmente en secundaria). Los dibujos aportan una representación del

agua subterránea similar a la superficial, con ríos y lagos. Como indican estas autoras, los dibujos que acompañan a los textos y que deberían ayudar a su comprensión, contribuyen a desarrollar una "concepción errónea" del agua subterránea.

En todos los casos mostrados en la figura 2, el agua subterránea es representada como ríos, lagos o "bolsas" de agua en el subsuelo, que están conectados con los sistemas superficiales a través de procesos de filtración (el agua va de arriba hacia abajo, nunca al revés) o directamente mediante "conductos" que vierten directamente al mar. La forma en que se representa la salida del agua del subsuelo hacia la superficie es a través de procesos artificiales de extracción (pozos, sondeos).

Hay que destacar que el aprendizaje en ciencias no supera la enseñanza obligatoria en la mayor parte de la ciudadanía y que las posibilidades de profundizar en los aspectos geológicos (y más aún en Hidrogeología) están limitados a la optatividad en ESO y Bachillerato, o a la especialización en el ámbito universitario. En este contexto, los modelos alternativos sobre el agua subterránea se generan y/o refuerzan en los primeros niveles educativos, y el escaso conocimiento generalizado unido a estas ideas sobre el tema se sigue perpetuando (algo que no es exclusivo del sistema educativo español).

Consideraciones finales

Como hemos visto anteriormente, el agua subterránea constituye la mayor reserva de agua dulce líquida de nuestro planeta. Sin embargo, el grado de conocimiento de la sociedad sobre el tema es bastante escaso. La "facilidad de obtención" de agua procedente del subsuelo y el aprovechamiento incontrolado de la misma (bajo la poco fundada creencia de que es un recurso inagotable) ha dado lugar a que en muchas regiones se estén planteando graves problemas que llegan a afectar a los sistemas hidrológicos superficiales. En estos casos, la administración está utilizando recursos que controlan, limitan e incluso impiden, en algunos casos, estos aprovechamientos. Esto no quiere decir que los recursos hidrogeológicos estén en fase de agotamiento, sino que hay que hacer un uso racional de los mismos. En este sentido, algunos autores destacan la existencia de mitos y falsos paradigmas utilizados en ocasiones por sectores interesados en desechar el uso de agua subterránea en favor de políticas de aprovechamiento de agua superficial.

La falta de formación (y de información) sobre el tema da lugar a que aparezcan posturas enfrentadas entre distintos sectores de nuestra sociedad, así como a numerosos conflictos entre usuarios y gestores. Esta percepción poco clara e incluso incorrecta del agua subterránea, con falsas creencias y modelos alternativos muy extendidos y persistentes, se fundamenta o refuerza en parte en las representaciones que se presentan desde los primeros niveles educativos. Todas estas carencias en el conocimiento hacen que la toma de posturas críticas o decisiones ante cualquier situación relacionada con el agua subterránea responda, en muchas ocasiones a factores poco científicos e incluso afectivos.

Referencias bibliográficas

Bastida, F. (2005). *Geología. Una visión moderna de las Ciencias de la Tierra*. Gijón: Ediciones TREA.

Calvo, J.M., Cortés, A.L. y Martínez, M.B. (2004). Algunos problemas relacionados con las imágenes de Geología en los libros de texto de Primaria y Secundaria. *Geotemas*, 6 (4), 13-15.

Custodio, E. (2002): Aquifer Overexploitation: What does it mean. *Hydrogeology Journal*, 10, 254-277.

Fetter, C.W. (1994). *Applied Hydrogeology*. London: Prentice Hall.

Llamas Madurga, M.R. (2005). *Lecciones aprendidas en tres décadas de gestión de las aguas subterráneas en España y su relación con los ecosistemas acuáticos.* Madrid: Universidad Autónoma de Madrid - Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.

Llamas, R. y Custodio, E. (1999). Aguas subterráneas. *Revista cidob d'afers internacionals*, 45-46. Consultado en marzo de 2006 en http://www.cidob.org/castellano/publicaciones/Afers/45-46llamas.cfm

Marcén Albero, C. (2003). Aportaciones desde la escuela a la Nueva Cultura del Agua. *Congreso Agua y Educación Ambiental: nuevas propuestas para la educación, Alicante 2003* (pp. 25-30). Alicante: Caja de Ahorros del Mediterráneo.

Márquez, C., Espinet, M. e Izquierdo, M. (2002). El cicle de l'aigua en els llibres de text de Primària i de Secundària. Actes de VI Simposi sobre l'Ensenyament de les Ciències de la Natura, Balaguer (Lleida), 401-413.

Martínez Gil, F.J. (1972) *Aspecto histórico y evolutivo de las ideas acerca de las aguas subterráneas desde los tiempos más remotos hasta el nacimiento de la Ciencia Hidrogeológica*. Universidad de Salamanca. Consultado en marzo de 2006 en *http://web.usal.es/~javisan/hidro*

San Román, J. y Coloma, P. (2002). La gestión del agua subterránea en la Cuenca del Ebro. *Jornadas sobre Presente y futuro del agua subterránea en España y la Directiva Marco Europea. Zaragoza 2002* (Comunicación 7.3). Zaragoza: AIH-GE.

Suvedi, M., Krueger, D., Shrestha, A. y Bettinghouse, B. (2000). Michigan citizens' knowledge and perceptions about groundwater. The *Journal of Environmental Education*, 31 (2), 16-21.

Tarbuck, E.J. y Lutgens, F.K. (2000). *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física (Sexta Edición)*. Madrid: Prentice Hall.

Yus Ramos, R. (1994). "Balsas de agua" y "ríos subterráneos". Representaciones de los alumnos sobre la circulación freática. Su tratamiento en la Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Volumen Extra 1994, 76-79.

Representaciones visuales del profesorado en formación en torno a la *combustión*

de Echave Sanz, A.[1], Sánchez González, M.D.[1] y Serón Arbeloa, F.J.[1]

(1) Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales, San Juan Bosco 7, 50.009 Zaragoza; e-mail: aechave@unizar.es
(2) Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas, Edificio Ada Byron. Maria de Luna 1, 50.018 Zaragoza.

Resumen: El estudio consiste en un análisis de las respuestas del profesorado de ciencias de Secundaria en formación a un cuestionario sobre el tema de la combustión. El cuestionario se ha elaborado teniendo en cuenta la importancia de la percepción visual en el aprendizaje de las ciencias. Las conclusiones obtenidas se considerarán en el diseño de un prototipo en realidad virtual o ampliada para la enseñanza de la combustión.

Palabras clave: combustión, percepción y cultura visual, enseñanza de química, Educación Secundaria.

Title: Visual representations about combustion in Secondary School (Sciences) teachers following an initial training program.

Abstract: This lecture is an analysis of the answers about combustion made by a group of Secondary School (Sciences) teachers following an initial training program. The importance of visual perception in teaching and learning sciences is being considered to elaborate the quiz. Therefore, the conclusions of this work will be taken into account to design a prototype in Virtual or Augmented Reality for the teaching the process of combustion.

Keywords: combustion, chemistry teaching, perception and visual culture, Secondary Education.

Introducción

Esta comunicación forma parte de una investigación más amplia sobre la enseñanza de la *combustión* en los niveles de Educación Secundaria utilizando realidad virtual y ampliada (Rheingold, 1992; Barfield et al., 2001).

El estudio trata de las representaciones visuales y las explicaciones, obtenidas mediante la aplicación de un cuestionario, del alumnado de la Universidad de Zaragoza en la asignatura de Didáctica de Física y Química el curso 2005-2006, vinculadas a los conceptos de combustión, materiales inflamables, cambio químico y procesos redox. El análisis de los resultados obtenidos constituye el contenido de este trabajo.

Marco teórico

Los procesos de enseñanza-aprendizaje de la combustión en los distintos niveles educativos obligatorios han sido objeto de numerosas investigaciones. Algunas de ellas constituyen el antecedente a este trabajo (Driver, 1989 y 1999; Prieto et al., 1992; Pozo et al., 1998; Rahayu et al., 1999).

Entre sus conclusiones destaca la idea, ampliamente aceptada, de que las concepciones alternativas del alumnado interfieren en su aprendizaje y que su razonamiento está fuertemente guiado por la *percepción*. Por percepción debe entenderse toda clase de conocimiento obtenido sobre algún objeto del mundo exterior y es un proceso consciente de recepción de informaciones que provienen del entorno.

En este sentido, entre las aportaciones de los estudios sobre la *percepción* (Luria, 1978; Arhneim, 1986) en psicología del aprendizaje hemos tenido en cuenta las ideas de Arnheim (1986) cuando dice:

"Los elementos del pensamiento en la percepción y los elementos perceptibles en el pensamiento son complementarios."

Según De Puig (2003), la percepción es un proceso complejo:

"la percepción no es un acto físico y biológico e individual, sino un acto cultural y social"(…)"la percepción social de la información que llega a través de los sentidos tiene mucho que ver también con la formación de estereotipos culturales que ciertos grupos o sectores sociales comparten"

Estos autores nos aportan, entre otras ideas, que la percepción se educa, que es necesario diferenciar entre sensación y percepción, así como la similitud existente entre concepto y *percepto*, en el sentido de que ambos son abstracciones y tienen las características de ser esenciales y generativos.

En este contexto teórico es necesario considerar la importancia de las imágenes en el aprendizaje, debido a la relevancia que en nuestra cultura tiene el sentido de la vista, ya que es el que nos permite, no siempre de forma consciente, "captar datos", obtener información a distancia y hacerlo en un periodo muy breve de tiempo.

En el ámbito de las ciencias, Stafford (1991), argumentó que en un proceso iniciado en el siglo XVIII la construcción de los conocimientos científicos acerca del mundo ha llegado a estar más basada en las imágenes que en los textos escritos. Lemke (2002) aún va más lejos al afirmar que :

"Los conceptos científicos son esencialmente elementos de un sistema de signos múltiples de articulación transversal del lenguaje, las matemáticas y la representación visual, con un último vínculo con las operaciones reales de la manipulación experimental de los aparatos y las mediciones."

Por otra parte, cuando Pozo et al. (1998) hablan del aprendizaje de las ciencias proponen que:

"El proceso de reestructuración, *explicitación* e integración jerárquica, (…) debe ir, de abajo hacia arriba, de los niveles representacionales más superficiales a los más profundos, de los escenarios concretos a las estructuras desde los que se analizan, de los hechos a los conceptos para llegar a los principios."

Por su parte Lemke (2002) cuando se refiere al lenguaje utilizado en la enseñanza de las ciencias, sugiere que desde la enseñanza prestemos más atención a *todos* los lenguajes de la ciencia:

"Si la meta de la educación científica es capacitar a los alumnos para el uso de formas de razonamiento y acción que constituyen la práctica científica, si los medios de comunicación que empleamos para la enseñanza y si la naturaleza de los conceptos científicos que esperamos que los alumnos aprendan a utilizar son, *en todos los casos*, integraciones complejas del lenguaje, las matemáticas, las representaciones visuales y las acciones prácticas, es importante que, en nuestra enseñanza, prestemos más atención a *todos los lenguajes de la ciencia*".

Según las ideas anteriores las concepciones alternativas están relacionadas con las representaciones visuales, por lo que parece interesante recoger diversos puntos de vista y conclusiones de otros campos de conocimiento que han abordado el tema de la *cultura visual* (Mirzoeff, 2003) y el de las metodologías utilizadas para su análisis (Rose, 2001). El estudio sigue la sugerencia planteada por Rose (2001):

"La imaginería visual nunca es inocente; siempre se construye mediante las prácticas, las tecnologías y los saberes".

Metodología

Selección de la muestra: La muestra elegida es un grupo de 43 estudiantes de la asignatura *Didáctica de Física y Química*, licenciados en Ciencias (29) e Ingenierías (14), de los cuales:

- Carreras científicas: Físicas (7), Químicas (20), Ciencia y Tecnología de los Alimentos (1), Bioquímica (1)
- Ingenierías: Industrial (9), Química (5)

Para averiguar las concepciones y representaciones visuales de los estudiantes se ha diseñado un *cuestionario* con la finalidad de elaborar un prototipo en realidad virtual o ampliada. Los criterios aplicados en la elaboración del cuestionario se justifican en el marco teórico anterior. Las *fases del estudio* han sido:

a. Selección de términos clave teniendo en cuenta el currículo, los niveles de menor a mayor abstracción y la experiencia cotidiana relacionada con el cambio químico.

Los items del cuestionario se refieren a los siguientes términos y acciones:

Términos clave	*Acciones*
T1.Fuego	A1. Explicar
T2.Combustión	A2. Dibujar
T3.Combustible	A3. Describir verbalmente
T4.Material inflamable	A4. Relacionar con otras imágenes
T5.Oxidación	A5. Localizar

b. La utilización de herramientas adecuadas al tipo de análisis pretendido. El cuestionario es de tipo explicativo, con preguntas abiertas y con la posibilidad de escribir, dibujar y relacionar unas imágenes con otras. Se ha tenido en cuenta el nivel de abstracción y la dificultad que comporta la pregunta.

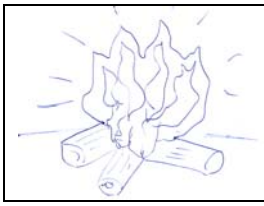
c. Análisis de los datos. La consideración de que el conocimiento que se deriva del tratamiento de los datos obtenidos mediante el cuestionario es un *conocimiento situado* (Harding 1996) y por lo tanto deberá analizarse desde su contextualización.

El tratamiento de los datos se ha realizado agrupando las respuestas por *estudios* y por *sexo*.

Resultados

A continuación, se presenta un resumen de las *respuestas*:

T1: *Fuego*



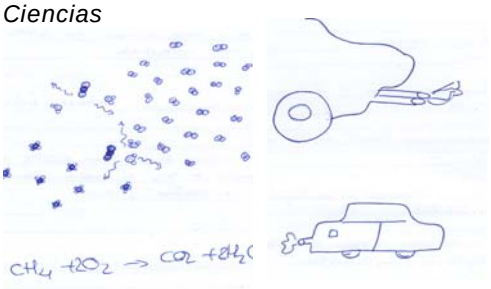
La imagen predominante del "fuego" es la *hoguera* (38/43).

Las imágenes relacionadas con el fuego que han aparecido recientemente en los medios de comunicación (noticias TV) también están presentes. (3/43).

Ej.: Incendios y bomberos en acción.

T2: *Combustión*. Las respuestas presentan sesgos del tipo:

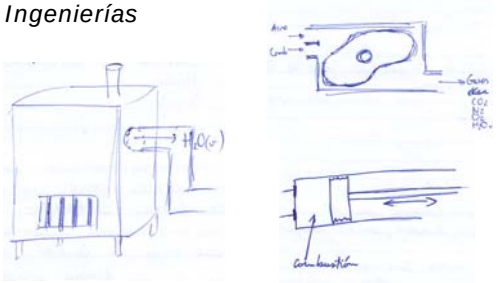
Ciencias



La mayoría (14/29) relacionan la combustión con la *hoguera* o la *llama*. Con producción de *calor* o caldera (4/29).

"Dibujan" en lenguaje químico y utilizan el nivel molecular en (4/29). Aparece el *coche* (7/29) con ruedas, tubo de escape y tapón de combustible.

Ingenierías



Aparece la *hoguera* o la *llama* en (5/14).

La Producción de *calor*, la caldera y el horno se representan en (6/14).

Cuando aparece el *coche* (3/14), dibujan esquemas de motores.

T3: *Combustible*

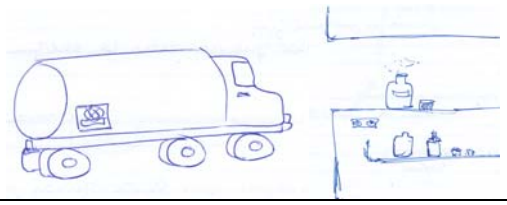
La imagen mayoritariamente asociada a combustible es el surtidor de gasolina o los de origen fósil como el petróleo (41/43).

T4: *Material inflamable* Respecto al término T4 también aparecen sesgos.

Ciencias

En 20 de 29 respuestas, material inflamable se identifica por su etiqueta.

Lo asocian a la necesidad de mantenerse alerta por ser material peligroso, presente en el laboratorio.



Ingenierías

En 11 de 14 respuestas material inflamable lo relacionan con material combustible, con aerosoles y con los accidentes.

T5: *Oxidación*

Las imágenes que asocian a la oxidación son el clavo u otros objetos metálicos, preferentemente de hierro, expuestos a la intemperie en presencia de agua y sol. Oxidación se identifica con corrosión (36/43).

Análisis de las respuestas obtenidas como resultado de las distintas acciones:

1. Tras el análisis de las imágenes propuestas con las acciones A2 y A3 se observa que:

- Las imágenes son compartidas por ambos sexos, lo que es consistente con otros estudios realizados (Dwyer 1993).
- En los términos T2 (combustión) y T4 (material inflamable), aparecen los sesgos descritos anteriormente al agrupar los cuestionarios según el tipo de formación académica recibida.

2. De A5 o respuestas a la cuestión *¿Dónde la has visto más frecuentemente?* se observa que las imágenes proceden de los medios de comunicación (noticias de los informativos de la televisión fundamentalmente) y de las situaciones domésticas. Cuando el ítem es más abstracto o con significado más vinculado a su actividad académica, lo sitúan en el laboratorio o "visualizan" en relación a sus estudios.

3. Del análisis de A1 y A4 o explicaciones verbales de los términos, se obtiene lo siguiente:

T1. *Fuego*:

- Está asociado fundamentalmente con las ideas de *calor:luz: transformación* en una proporción de *10:5:1*. Los porcentajes en ambos subgrupos (ciencias e ingenierías) son similares.

- Las metáforas utilizadas son: *purificación, miedo, peligro, destrucción, hogar, civilización, chispa, descubrimiento, valor.*

T2. *Combustión*:

- Se asocia mayoritariamente con la idea de reacción química (39/43).
- En el subgrupo de las ingenierías, al hablar de la combustión aparece el *aspecto energético*, en forma de *calor* y de *llama*, en 9 de 14 respuestas, además de utilizar la descripción del *proceso* (ignición, productos y reactivos, etc) en la explicación. Por ejemplo:

  "Combustión: El proceso según el cuál se oxida un combustible por medio de su reacción con oxígeno (del aire o puro) con la ayuda de un iniciador (llama)"

- En el subgrupo de ciencias, tan solo en 10 de 29 cuestionarios aparece el *aspecto energético*. Se utiliza preferentemente el *etiquetado en un estilo denso*, en el sentido utilizado por Sutton (1996), Ogborn y otros (1998), como recurso para la explicación. Por ejemplo:

  "Combustión: Reacción química exotérmica."

T3. *Combustible*:

- Las respuestas que asocian combustible a *un material* concreto (visión macroscópica) son 21 y las que lo asocian a moléculas que reaccionan (visión microscópica) son 22. Sin embargo, en cada subgrupo el porcentaje se invierte, de tal forma que en el de ciencias el 60% se refieren al nivel microscópico, mientras que en el de ingenierías el 60% corresponde a la visión macroscópica (combustible como material).

T4. *Material inflamable*:

- Las respuestas que asocian material inflamable con la *facilidad de arder* o de desencadenamiento de la combustión son mayoritarias (37/43). Las diferencias en ambos subgrupos tienen que ver con la explicación de esa facilidad (por ejemplo, las elevadas temperaturas o el bajo punto de ignición del material) resultando ser las respuestas del subgrupo de ingenierías más matizadas a este respecto. Por ejemplo:

  "Material susceptible de inflamarse al sobrepasar su límite de inflamabilidad, el cual es bajo (se produce a baja temperatura)" "Un material cuyo punto de inflamabilidad es bajo. Una vez que entra en ignición, no necesita la fuente de ignición para su combustión"

  frente a respuestas en el subgrupo de ciencias del tipo:

  "Material que arde fácilmente"

- Tan sólo hay cuatro casos que se refieren a la *rapidez* de la combustión de este tipo de materiales y uno que caracteriza al material por su *estado de agregación* (gases) o sus *propiedades* (muy volátiles).

T5. *Oxidación*:

- Las respuestas que se refieren al caso específico en que el oxígeno es el agente oxidante son (21/43). También son (21/43) los que la describen *aisladamente* como reacción con ganancia de electrones por parte de un elemento químico. Sólo hay una respuesta que hable de la oxidación como una parte de los procesos redox.
- Los porcentajes son similares en ambos subgrupos.

De los resultados y el análisis de los mismos se obtienen una serie de conclusiones o elementos a considerar en el diseño del prototipo en realidad virtual o ampliada.

Conclusiones

Tras el análisis de los resultados del cuestionario, sorprende la homogeneidad en la simplificación un tanto reduccionista de las respuestas y en los escasos recursos metafóricos o analógicos utilizados.

La *imaginería* en torno a la combustión está constituida fundamentalmente por la *hoguera*, el *surtidor de gasolina* y *el hierro oxidado* y es susceptible de cambios en función de la propuesta de imágenes de los medios (noticias y documentales), como los incendios de los bosques durante el período estival. Por lo tanto, estas imágenes deberán formar parte del prototipo en realidad virtual o ampliada.

En el subgrupo de las ingenierías las respuestas están relacionadas con la realidad (se refieren a materiales, hablan de procesos, utilizan esquemas de calderas o motores, etc) y en el subgrupo de ciencias las respuestas se sitúan en las teorías (no hablan de materiales sino de las reacciones que ocurren en el laboratorio, utilizan con frecuencia representaciones a nivel molecular, clasifican los cambios químicos en tipos de reacciones, etc).

La enseñanza de la combustión, dado que la mayoría del profesorado procede de las licenciaturas de física y química, se basa principalmente en la utilización de símbolos, fórmulas y lenguaje químico de acuerdo con los modelos científicos. Las referencias a la realidad y a los procesos macroscópicos se utilizan tan sólo a modo de ejemplos, como algo complementario, relacionando escasamente lo macroscópico y lo microscópico. Por lo tanto, el prototipo también deberá tener en cuenta ambos aspectos, con el objeto de *posibilitar* la *explicitación* de las relaciones entre ellos.

Bibliografía

Arnheim, R.(1986). *El pensamiento visual*. Barcelona: Paidós

Barfield, W. y Caudell, T. (2001). *Fundamentals of wearable computers and Augmented Reality*. Mahwah (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associated.

De Puig, I. (2003). *Persensar. Percibir, sentir y pensar*. Barcelona: Paidós.

Driver, R. et al. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: MEC-Morata

Driver, R. et al. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria: investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor

Dwyer, F.M. (1993). *Visual Learning: An Analysis by Sex and Grade Level.* Web site. Pennsylvania State Univ., University Park. Div. of Instructional Services

Harding, S. (1996). *Ciencia y feminismo*. Madrid: Morata

Lemke, J. (2002). *Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones*. En M. Benlloch (comp.) *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica.* Barcelona: Paidós

Luria, A.R. (1978). *Sensación y percepción*. Barcelona: Fontanella

Mirzoeff, N. (2003). *Una introducción a la cultura visual*. Barcelona: Paidós

Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. Y McGillicuddy, K. (1998). *Formas de explicar. La enseñanza de las ciencias en Secundaria.* Madrid: Aula XXI Santillana

Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata

Prieto, T., Watson, R.J. y Dillon, J.S. (1992). Pupil´s understanding of combustion. *Research in Science Education*, 22, 331-340

Rahayu, S., Tytler, R. (1999). Progression of primary school chidren´s conception of burning: toward an understanding of the concept of substance. *Research in Science Education*, 29(3), 295-312

Rheingold, H. (1992). Virtual reality: *The revolutionary technology of computer-centred artificial worlds-and how it promises to transform society.* New York: Touchstone Books

Rose, G. (2001). *Visual methodologies. An introduction to the interpretation of visual materials.* London: SAGE Publications

Stafford, B.M. (1991). *Body criticism: Imaging the unseen in enlightenment art and science.* London: MIT Press

Sutton, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. Internacional *Journal of Science Education*, 18 (1), 1-18

Watson, R.J., Prieto, T. y Dillon, J.S. (1997). Consistency of students´explanations about combustion. *Science Education*, 81, 425-444

Elaboración, validación y aplicación de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de ciencia y educación científica de profesores en servicio[1]

Quintanilla, M.,[1] Labarrere, A., Cadiz, J. Cuéllar, L., Saffer, G. y Camacho, J

Grupo GRECIA Departamento de Didáctica. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile,[1] mquintag@uc.cl.

Resumen: Este proyecto fortalece nuestra línea de investigación iniciada hace ya varios años en la PUC con otros proyectos similares de carácter nacional e internacional[2] donde hemos desarrollado innumerables acciones conforme a develar las concepciones teóricas sobre la ciencia y su enseñanza, así como las consecuencias que ello tiene para el aprendizaje. Siguiendo en esa misma idea, nos hemos propuesto desde una perspectiva interdisciplinaria orientada por las ciencias naturales, la evaluación y la didáctica de las ciencias diagnosticar, identificar, describir y caracterizar la imagen de ciencia que tienen los profesores de enseñanza media, sobre la base de sus prácticas cotidianas. Este estudio es relevante, puesto que no hay investigaciones específicas en Chile que vinculen el conocimiento epistemológico de los profesores de ciencia y el tipo de prácticas docentes. Este estudio piloto nos podría dar interesantes datos para una investigación más elaborada y de mayor tiempo, entregando elementos de discusión rigurosa sobre la formación de profesores de ciencia en nuestro país.

Palabras clave: Elaboración, validez, Profesores de ciencias, concepciones, Chile.

Title: Design, validation and application of an instrument about science image and scientific education in science's teachers

Abstract: This project has already been fortifying our line of investigation initiated for several years in the PUC with other similar projects national and international character where we have developed innumerable actions according to revealing the theoretical conceptions about science and science education, as well as the consequences that it has for the learning. Following in that same idea, we have proposed out from an interdisciplinary perspective oriented by natural sciences, the evaluation and the Didactics of sciences to diagnose, to identify, to describe and to characterize the science image that

[1] Producto científico del Proyecto Interno05/06: *Imagen de Ciencia de Profesores en Servicio*, financiado por la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile y en el que participan Alberto Labarrere, Janet Cadiz, Gerardo Saffer, Luigi Cuellar y Johanna Camacho. Agradecemos los aportes de la Dra. Mercé Izquierdo de la Universidad Autónoma de Barcelona en esta investigación.

[2] DIPUC/98, DIPUC/99 /DIPUC 2000, EXPLORA/CONICYT 2000, DIPUC 2001 -2002 -2003, FONTEC/PUC 2003 - DURSI/CONICYT 2004-2005

the teachers of average education have, on the base of its daily practices. This study is important, because don't exist specific investigations in Chile that relate the epistemological knowledge of the science teachers and the kind of educational practices. This study pilot could give interesting data us for one more an investigation elaborated and of greater time, giving elements of rigorous discussion on the formation of science teachers in our country.

Keywords: Science's Teachers, science's conceptions.

Introducción

Actualmente, muchas escuelas y autores situados en las disciplinas de carácter metacientífico –como la epistemología, la historia de la ciencia y la didáctica de las ciencias naturales– ven la ciencia como una *actividad* de producción, evaluación, aplicación y difusión de saberes inmersa en un contexto histórico, social y cultural que le da sentido al definir las finalidades de intervención que se persiguen y los valores que se sostienen (Estany, 1993; Echeverría, 1995; Izquierdo, 2000; Adúriz-Bravo y Izquierdo, 2003).

Dentro de la didáctica de las ciencias naturales en particular, hay toda una corriente de reflexión que destaca la necesidad de incorporar y vincular las metaciencias en los procesos de formación inicial y continuada del profesorado de ciencias. Las metaciencias permiten relacionar el conocimiento científico que se construye en cada momento de la historia con los problemas que se intentan solucionar, las finalidades que se persiguen, las herramientas conceptuales y metodológicas disponibles, y la cultura y los valores vigentes en ese momento (Matthews, 1994; Solsona, 1997; Izquierdo, 2000; Angulo, 2002; Quintanilla, Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2005). De allí el enorme valor que encontramos a los contenidos provenientes de estas disciplinas para la práctica profesional de los profesores y profesoras de ciencias naturales.

En la comunidad de investigación e innovación en didáctica de las ciencias naturales se va llegando a algunos primeros consensos acerca de qué hacer a la hora de tratar de enseñar las metaciencias al profesorado de ciencias (Mc Comas, 1998). Nuestra intención es contribuir en tal línea, pensando sobre los contenidos y las metodologías más adecuadas para una apropiación significativa de esta componente curricular. Nos interesa, para ello, construir *directrices* (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2002) que provean ideas útiles a los formadores y formadoras del profesorado. De esto no hay estudios en Chile que permitan comprender la relación entre la imagen de ciencia de los profesores y sus prácticas de enseñanza como un proceso de enseñar a pensar a los alumnos con teoría los hechos del mundo y desarrollar en ellos la motivación y el interés por estudiar ciencias a un nivel más avanzado o profesional. Esto es lo que quisiéramos potenciar en nuestra investigación exploratoria.

Dimensiones a considerar para describir y caracterizar las concepciones de los profesores de ciencias acerca de la relación ciencia y enseñanza de las ciencias.

Como se ha sostenido anteriormente, se evidencia la necesidad y pertinencia por identificar y caracterizar las concepciones acerca de la relación ciencia y enseñanza de las ciencias de los profesores de química, biología y física; en vista que éstas configuran el marco dentro del cual se llevan a cabo las prácticas educativas, además de promover aprendizajes en los estudiantes a partir de la construcción de modelos teóricos que den cuenta de la ciencia como actividad humana, social y dinámica.

Con este fin, se establecieron seis (6) dimensiones, que pueden dar cuenta de las concepciones de los profesores de ciencias acerca de la relación entre ciencia y su enseñanza: a) la naturaleza de la ciencia, b) enseñanza de la ciencia, c) aprendizaje de la ciencia, d) historia de la ciencia, e) evaluación de los aprendizajes científicos y f) rol del profesor. A continuación, se describe brevemente cada una de estas dimensiones.

a) Naturaleza de la ciencia:

La formulación y construcción del conocimiento adquiere connotación y denotación dinámica del *saber* que por su naturaleza está en permanente transformación y reconstrucción teórica. Además, esta construcción comunitaria y progresiva de la ciencia, incorpora elementos axiológicos, praxiológicos, culturales, históricos y lingüísticos, lo que hace posible una visión desde el racionalismo moderado que representa el conocimiento científico desde una perspectiva interpretativo crítica en función de una finalidades humanas.

En el cuestionario propuesto, se indago acerca de lo que los profesores consideran en cuanto: la objetividad de los científicos, la metodología de la investigación científica, la evolución y transformación del conocimiento científico y la confiabilidad, el carácter experimental y rigurosidad de la ciencia.

b) Enseñanza de la ciencia

En la enseñanza de las ciencias se considera importante empezar a enseñar a partir de los conocimientos previos de los alumnos y por ello se debieran conocer fundamentalmente lo que ellos valoran, lo que les gusta, sus expectativas de futuro, para formular objetivos que puedan generar actividades centradas en la construcción de modelos teóricos en los estudiantes. La enseñanza tienen como propósito enseñar a pensar, enseñando a escribir; pretende explicar los aspectos del mundo que hoy por hoy, son explicables, mediante analogías o modelos que tengan sentido (Izquierdo, 2000).

Para identificar las concepciones que tienen los profesores de ciencias entorno a la enseñanza de las ciencias, se establecieron proposiciones acerca de: las situaciones problemáticas como la relación entre el mundo real y el mundo que se estudia, el reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes, el uso del método científico, la enseñanza de las ciencias basada en los significados que los estudiantes otorgan aún cuando estos no estén correctos, la enseñanza de muchos o pocos contenidos, la enseñanza como

algo independiente de los componentes ideológicos y las actividades experimentales para la enseñanza de los modelos teóricos.

c) Historia de las ciencias:

Esta dimensión, es considerada como una base orientadora para la identificación y caracterización de los modelos teóricos de las disciplinas científicas. Además de promover una mejor aproximación de los conceptos, modelos y las características del trabajo de los científicos; permite que tanto profesores como estudiantes expliciten, comuniquen y estructuren sus ideas acerca de la ciencia, comprendan que los modelos científicos son modificables y que, por tanto, el conocimiento científico actual es susceptible de ser evaluado y transformado.

En cuanto esta dimensión, se propuso identificar las concepciones que los profesores de química, biología y física tienen en cuanto la construcción histórica de las ciencias, la relación entre modelo cognitivo de ciencia y la actividad científica, la incorporación en las prácticas educativas del componente histórico, la utilización de modelos de aprendizaje a partir de la historia de la ciencia y la relación de esta dimensión con la construcción del conocimiento científico, su valoración, elaboración y divulgación.

d) Aprendizaje de las ciencias:

En el cuestionario, se propuso indagar acerca del aprendizaje de las ciencias como el cambio de las concepciones desde una perspectiva cotidiana hacia una representación dentro del ámbito científico, el aprendizaje como un proceso metacognitivo además de un proceso coevaluativo y formativo, la construcción de modelos científicos, la adquisición colectiva e individual de conocimiento científico, la toma de decisión acerca de qué y cómo aprender y la relación entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos desde diferentes y diversas fuentes.

e) Evaluación de los aprendizajes científicos:

A fin de evaluar la fundamentación teórica del estudiante frente a los conocimientos aprendidos y la capacidad de aplicación y transformación de los conocimientos adquiridos, se asume la evaluación centrada en la formación de los estudiantes, en el aprender a aprender la ciencia, la evaluación como el momento en el que se valora el desarrollo y el conocimiento que los estudiantes construyen a fin de superarse y ser mejores.

Desde este punto de vista, se presentaron algunas proposiciones en entorno a: los hechos, conceptos y principios de la ciencia, el modelo teórico que tiene el profesor y cómo este puede potenciar o condicionar el aprendizaje de los estudiantes, las estrategias, técnicas e instrumentos que utilizan en las prácticas educativas, la incorporación de la evaluación de contenidos actitudinales y la evaluación como proceso dinámico y permanente.

f) Rol del profesor:

El rol del profesor en las prácticas educativas juega un papel importante como mediador del conocimiento científico y la identificación de estas

características le permitirán incorporar nuevas estrategias y elementos que contribuyan a desarrollar habilidades metacognitivas que favorezcan la autorregulación de los cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales en su quehacer docente y en el proceso de enseñanza de las ciencias.

En el cuestionario propuesto se indago por: la función del docente como mediador para transformar el conocimiento cotidiano en conocimiento científico, su rol apoyado en los libros de texto y otros materiales, las concepciones a propósito de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en ciencias, las representaciones que los profesores de ciencias tienen acerca de su ejercicio profesional y el objeto de conocimiento de las ciencias.

Objetivos

En la primera etapa de esta investigación, nos propusimos la tarea de elaborar el cuestionario, calcular la confiabilidad y validez, tanto de cada uno de sus ítems, como la estructura en general del cuestionario.

Una vez terminado el proceso de confiabilidad y validez del cuestionario, éste será aplicado a una muestra seleccionada de profesores de ciencias naturales, en diferentes colegios de Santiago. Así, se recogerán datos para describir y caracterizar las concepciones que ellos tienen según distintas variables: etaria; procedencia del colegio; nivel en que desarrolla sus clases; género; disciplina específica que enseña y establecer relaciones, en caso que existan, entre las concepciones de ciencia de los profesores y el tipo de colegio en el que trabajan, así como con la institución de procedencia de los docentes, para proponer actividades de reflexión expo-factum con los docentes que participan en la investigación y de esta manera contribuir a mejorar las prácticas de educación científica.

Metodología de la elaboración y validación del cuestionario

El cuestionario esta constituido por 60 ítems repartido en seis dimensiones mencionadas anteriormente. Los ítems se encuentran organizados en formato Tipo Likert, cada uno con cuatro posibilidades de respuesta: Totalmente de acuerdo (TA), Parcialmente de acuerdo (PA), Parcialmente en desacuerdo (PD) y Totalmente en desacuerdo (TD). Se incluye una quinta columna de ‘observaciones’ para que se precisen o justifiquen aspectos relacionados con la comprensión o no de cada ítem. Los ítems fueron formulados intencionalmente, en sentido afirmativo y se distribuyeron aleatoriamente en toda la escala.

El instrumento fue validado por expertos en metodología de la investigación, quienes hicieron las correcciones de rigor estructural según el propósito del cuestionario. Posteriormente, se realizará la aplicación del cuestionario a un grupo piloto a fin de obtener datos que permitan evaluar la confiabilidad y validez del cuestionario propuesto. Se espera que en el momento de socialización de esta comunicación, se puedan compartir algunas reflexiones acerca de los resultados de esta investigación.

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A. e Izquierdo, M. (2005). Directrices para la formación epistemológica del futuro profesorado de ciencias naturales. En: Perafán y Adúriz-Bravo, (comp). *Pensamiento y conocimiento de los profesores*, pp. 125-136. Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.

Adúriz- Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *. Revista electrónica de enseñanza de las ciencias,* Vol 1, No 3, artículo 1.

Angulo, F. (2002). Formulación de un modelo de autorregulación de los aprendizajes desde la formación profesional del biólogo y del profesor de biología. Tesis Doctoral. Facultad de Educación. Universidad Autónoma de Barcelona, España.

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia.* Madrid: Akal Ediciones.

Estany, A. (1993). *Introducción a la Filosofía de la Ciencia.* Barcelona: Editorial Crítica.

Izquierdo, M. and Adúriz-Bravo, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science &Education* 12, 27 – 43.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales & Cañal. *Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*. España: Alcoy.

Mathews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias* 12 (2), 255-277.

Mc Comas, W. (1998). *The nature of science in science education. Rationales and strategies.* Dordrecht: Kluwer.

Quintanilla, M., Izquierdo, M y Adúriz – Bravo, A. (2005). Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation *Science & Education* IHPST 8, 15 –18 July, University of Leeds.

Solsona, N. (1997). *Mujeres científicas de todos los tiempos.* Barcelona: Talasa.

Contribución de la Historia de la ciencia en la enseñanza de la Química. Una propuesta desde la ley Periódica.

Camacho, J[1]., Cuéllar, L[2] y Quintanilla, M[3].

Grupo GRECIA Departamento de Didáctica. Pontificia Universidad Católica de Chile [1] jpcamach@uc.cl [2] lhcuella@uc.cl [3] mquintag@uc.cl

Resumen: En esta comunicación se presenta una propuesta que asume la importancia que tiene la incorporación de la historia de la ciencia para la enseñanza de la ciencia en general y de la química en particular. A través de la construcción de la Ley Periódica, se evidencia como son las dinámicas de la comunidad científica y cómo en diferentes y complejos contextos se construye conocimiento científico.

Palabras clave: Historia de la ciencia, química, enseñanza, Ley Periódica.

Title: Contribution of History of science at the chemistry teaching. A proposal since a history of 'Periodical Law'

Abstract: In this communication a proposal appears that assumes the importance that has the incorporation of the history of science for the teaching of the chemistry. Through the construction of the Periodic Law, it is demonstrated as they are the dynamic ones of the scientific community and how in different and complex contexts scientific knowledge is constructed.

Keywords: History of science, chemistry, science teaching, periodic law.

Objetivos

El objetivo central de esta propuesta es evidenciar como, en el caso de la Ley Periódica, la historia de la ciencia proporciona aspectos que permiten considerar la construcción del conocimiento científico desde una perspectiva social, dinámica y comunitaria, no sólo desde el contexto de descubrimiento y justificación al que alude Riechebach, sino además desde el contexto de evaluación y en este caso sobre todo el de educación científica donde se asume que la enseñanza y difusión de las ciencias esta mediada por los ámbitos sociales y culturales, que de alguna forma deciden la actividad científica que se debe involucrar en los procesos de formación de los ciudadanos (Echeverría, 1995).

Desarrollo del tema

La Historia de la ciencia se ha consolidado como una disciplina metacientífica, que en las últimas décadas ha despertado el interés creciente de la comunidad de historiadores, sociólogos y científicos, particularmente de

didactólogos (Quintanilla, 2006; Izquierdo, Vallerdú, Quintanilla y Merino, 2006). Desde la Didáctica de las Ciencias, varias investigaciones han sustentado empírica y teóricamente la contribución de esta metaciencia para la construcción de modelos teóricos que permitan pensar y actuar en el mundo desde una visión naturalizada de la ciencias (Giere, 1992).

Por lo que se sustenta, que la incorporación de la Historia de la ciencia en su enseñanza promueve una mejor comprensión de los conceptos y maneras de proceder de las ciencias; ayuda a explicitar, comunicar y estructurar las ideas acerca de la naturaleza de las ciencias; puede hacer las clases, más estimulantes y reflexivas, incrementado así las capacidades de pensamiento crítico; cuestiona la imagen de ciencia abordada por los medios utilizados para su difusión, demuestra que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico actual es susceptible de ser evaluado y transformado y, humaniza los contenidos propios de las ciencias, haciéndolas menos abstracta y más cercana a los intereses de los profesores, los y a la sociedad en general.

No obstante, a reconocer la importancia del componente histórico en la enseñanza de las ciencias, varios estudios (Brito, Rodríguez, y Mansoor 2005; Camacho y Pérez, 2005; Castro, 2003; Cuéllar, Pérez, y Quintanilla, 2005; Muñoz, y Bertomeau, 2003 y Quintanilla, 2005) coinciden en concluir que este es un aspecto que poco se considera en el ámbito de la educación científica. Por ello, se hace necesario propuestas que permitan comprender la construcción y evolución de la ciencia, en este caso en particular la química, para así contribuir a una imagen de ciencia como actividad humana, donde existen múltiples factores que posibilitan su construcción y progreso.

La Ley Periódica es reconocida por su carácter explicativo, predictivo y correctivo, el cual ha permitido destacarla como uno de los eventos más importantes durante el desarrollo de la ciencia (Bensaude Vincent, 1998), que ha proporcionado argumentos que permiten distinguir las leyes de la química de las leyes de la física (Scerri, 2000). Desde la Historia de la ciencia se puede considerar además, de dónde procedía el saber científico, cómo se desarrolló, cuál fue su importancia en el marco general de conocimientos, cuáles eran los retos intelectuales y prácticos a los que se enfrentó, qué tipo de controversias suscitaron alrededor de esta temática, aspectos que pueden contribuir a obtener mayores y mejores resultados frente al propósito de la construcción teórica de modelos para dar cuenta de la naturaleza epistemológica y didáctica de la ciencias que se llevan al aula de clase.

De la forma como se reconoce la contribución de Lavoisier frente a la química moderna y al propósito de llevarla a las aulas a través de los libros de texto, objeto de su obra *Tratado elemental de Química,* se destaca la importancia de los trabajos del químico ruso Dimitri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907), que aportó de manera significativa a la sistematización de los elementos químicos a través de la Ley Periódica formulada en 1869.

El establecimiento de la ley de Mendeleiév, fue producto, como afirma Bensaude Vincent (1998), de una *urgencia pedagógica* que tras un sueño y un

juego de solitario se transformó en una representación gráfica conocida con el nombre de *tabla periódica*. Pero, además surgía la necesidad de él como profesor de química de no presentar ésta ciencia mediante una lista interminable de monografías detalladas de cada uno de los elementos químicos y el ímpetu deseo de constituir un principio explicativo que diera cuenta del orden de los elementos de acuerdo con el peso atómico y las valencias, una ley científica a la que se sometieran todos los elementos, ley que pudiese ser contrastada con la realidad conocida e incluso con la desconocida. El fruto de todo lo definido, se inmortalizó en los dos volúmenes de su libro *Principios de Química* (1869), texto especialmente diseñado para enseñar química general a sus estudiantes; esta obra fue equiparada con otras tan cruciales, aunque no de texto, como *Philosophiae Naturalis Principia Mathematic* (1687) de Newton, *Principia Philosophiae* (1644) de Descartes y, *Principios de Geología* (1830) de Charles Lyell.

Pero la Ley Periódica no sólo fue producto del trabajo de Mendeléiev, desde la época de los griegos se evidenciaba la necesidad de clasificar los elementos químicos y esta necesidad persistió a lo largo de la consolidación de la química como ciencia experimental, como lo demuestran los trabajos al respecto de Lavoisier, Berzelius, Döbereiner, Dumas, Gmeli, Pettenkofer, Odling, Lessen, Cooke y Hinrich entre otros. Estas propuestas decayeron durante la década de 1840, puesto que durante esta época se trabaja en la consolidación de la química orgánica (Román, 2002). No obstante, a principios del Siglo XIX surgieron nuevas propuestas que fueron presentadas en ámbitos académicos reconocidos en la época como la Academia de Ciencias en París o la Chemical Society of London, la que tampoco fueron bien acogidas, por ser un poco complejas en su representación como el caso de Chancourtois o por ser representadas mediante analogía con la escala musical como le sucedió a Newlands.

La falta de consenso en la comunidad de químicos hacia más difícil la tarea de organizar un sistema que diera cuenta de las propiedades de los elementos químicos, además que aún no existía acuerdo entre la comunidad entorno a los conceptos: átomo y molécula que permitirían establecer diferenciación entre elemento y sustancia simple, razón por lo que se convocó al Primer Congreso de Química llevado a cabo en la ciudad de Karlsruhe los días 3-5 de septiembre de 1860. Entre los muchos asistentes a este congreso se resalta la participación de Cannizaro, quien logro impactar los trabajos de Mendeléiev y del también profesor Julius Lothar Meyer (1830-1895), quien guiado por la preocupación de enseñar de forma racional y ordenada los diferentes conceptos químicos elaboró en 1862 un manual, *Die Modernen Theorie der Chimie,* con a fin de establecer una nueva perspectiva de enseñanza de la química, en éste muestra un sistema más de clasificación, que por motivos de reedición fue publicado hasta 1870, cuando ya era conocida ante la comunidad de especialistas la ley periódica y la tabla periódica propuesta por Mendeléiev.

La propuesta de Mendeléiev, tuvo gran acogida por la comunidad tanto científica como educadora cuando se empezaron a confirmar sus predicciones con los trabajos del francés Paul Émile Lecoq, el sueco Lars Fredrick Nilson y el

alemán Clemens Alexander Winkler; surgió una nueva familia, los gases nobles, para quienes también eran comunes los principios establecidos en la Ley Periódica y más aún cuando después de los estudios acerca de la naturaleza del átomo, los trabajos elaborados por Moseley evidencian que se podía dar cuenta de las propiedades los elementos químicos a través de los números ordinales que Mendeléiev había propuesto en la tabla periódica. Estos sucesos hicieron que se asumiera la ley periódica como una ley científica que permitió formular generalizaciones de carácter universal, predictivo y explicativo, las cuales influenciaron las prácticas científicas, asumiéndose como instrumentos imprescindibles para que la ciencia tienda a transformar el mundo, y en particular para que tienda a mejorar el mundo, añadiendo nuevas posibilidades que antes que eran tenidas por invariables (Echeverría, 1995).

En el contexto educativo, también han surgido propuestas para enseñar la química, lo que permite concluir que la construcción de conocimiento científico no es sólo propia de los laboratorios de los científicos, sino que también de las aulas de clase, continuamente se construye conocimiento, como lo sustenta las diferentes propuestas de la tabla periódica: a) tridimensionales de F. Dufour, del Collègue Ahuntsic de Montreal; b)piramidales, propuestas de W. Jensen de la Universidad de Cinncinatti y de E. Zmaczynski; c) espirales, propuesta del profesor latinoamericano Bravo y O. T. Benfey del Earlham Collage de Indiana; d) modelo del quebecium, propuesta que desarrolló en 1995 P. Demers; e) y, el modelo periódico redondo del Departamento de Química de Allegheny Collégue y el del equipo de la Universidad de Missouri, Kansas.

Como se evidencio en el episodio histórico anterior, la actividad científica esta sujeta a diferentes y variados factores. La ley periódica no hubiese sido posible de no haberse generado la necesidad de enseñar química a través de la creación de nuevos recursos (tablas periódica, libros), tal vez, tampoco se hubiese formulado en aquel tiempo, donde se percibía la necesidad de organizar y crear sistemas que dieran cuenta del estatuto epistemológico de la química como disciplina autónoma. De no ser por el reconocimiento y validación que le otorgó la comunidad de especialistas al trabajo de Mendéleiev, la Ley Periódica formulada en 1869, no sería objeto de estudio y de enseñanza en nuestros días.

En este episodio histórico se evidencia además, el rol que tienen los científicos como `pensadores humanos´, quienes a fin de poder comunicar sus ideas sobre el mundo, construyen representaciones, en este caso icónicas, estableciendo analogías que permiten relacionar de manera convincente las hipótesis teóricas y los fenómenos que se estudian.

También, es posible afirmar a través de la construcción de la Ley Periódica, que los conceptos científicos corresponden a mecanismos de variabilidad, adaptación y selección. Por ejemplo, el concepto de periodicidad química fue diferente en Chancourtois, Odling, Newlands y Mendeléiev. Los trabajos de Mendeléiev y Meyer asumieron los pesos de Gerthard, de los cuales no existía gran consenso y tuvieron en cuenta la nomenclatura de Berzelius acordada

como sistema para representar las sustancias químicas durante el Congreso de Karlsruhe.

Desde este punto de vista, se promueve que la enseñanza de las ciencias, se debe contemplar desde un modelo cognitivo de la ciencia, que permita reconocer esta actividad humana de producción, evaluación, aplicación y difusión de saberes inmersos en contextos sociales, culturales e históricos. Por tanto se hace necesario la incorporación de la Historia de la ciencias, como componente metacientífico, que permitirá además de cambiar la imagen normativa y restrictiva de la ciencia, bastante alejada de la real y compleja dinámica de la actividad científica, la reflexión a cerca de la construcción de conocimiento científico y las maneras en qué este se enseña en las aulas de clase.

Conclusiones

Esta propuesta, pretende contribuir a la enseñanza de la Química desde la Historia de la ciencia a fin de mejorar la imagen de ciencia que es tradicionalmente enseñada en el contexto de la educación científica. Consideramos que el estudio de la ley periódica desde esta perspectiva histórica, proporciona aspectos que permiten comprender la manera cómo se construye conocimiento científico y desde allí, establecer nuevas opciones para enseñar y aprender con teoría científica.

Los episodios históricos, como el de la ley periódica, permiten comprender aspectos propios de la actividad científica, los pactos que delimitan el hacer de los científicos, el valor de las personas relacionado con los contextos en los que se desenvuelve, los compromisos metateóricos que comparten o no los miembros de la comunidad científica, la necesidad de consenso en los presupuestos teóricos y en el lenguaje que los identifica, la coyuntura que subyacen para la producción de conocimiento específico (Quntanilla, Izquierdo y Adúriz, 2005). Pero además, permite que los estudiantes reconozcan la actividad científica, como la actividad de seres humanos pertenecientes a determinados contextos sociales y culturales; la ciencia como un proceso continuo, no acumulativo, donde los aspectos culturales hacen que existan reelaboraciones de los saberes previos, acompañados por las nuevas visiones frente al mundo.

Agradecimientos

El primer y segundo autor expresan sus agradecimientos a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT de Chile por el financiamiento de sus estudios de Doctorado, programa dentro del cual se ha formulado esta investigación y sus eventuales socializaciones.

Referencias bibliográficas

Bensaude-Vincent, B. (1998b). Mendeleiev: Historia de un descubrimiento. En: M, Serres (Ed.), *Historia de las Ciencias.* (pp. 502– 525). Madrid: Ediciones Cátedra.

Brito, A., Rodríguez, M. y Níaz, M. (2005). A reconstruction of development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks. Journal of research in science teaching 42(1), 84-111.

Camacho González, J. y Pérez Miranda, R. (2005).La transposición didáctica de los conceptos calor y temperatura. Revista Enseñanza de las Ciencias Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra.

Castro, J. (2003). La filosofía y la historia de las ciencias en los libros de texto. Un análisis de la teoría evolutiva. Tecné Episteme Didaxis TEΔ. Revista de la *Facultad de Ciencia y Tecnología*. Memorias "Congreso sobre formación de profesores en ciencias". Número Extra. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 213-215.

Cuéllar, L., Pérez, R. Quintanilla, M (2005) La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia. Un análisis desde la historia de la ciencia y la visión de transposición didáctica en ellas. Revista Enseñanza de las Ciencias Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra.

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia.* Madrid: Akal Ediciones.

Giere, R. N. (1992). *La explicación de la ciencia. Un acercamiento cognoscitivo*. Mexico: Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Izquierdo, M. Quintanilla, M. Vallverdú, J. y Merino, C. (2006). Relaciones entre la historia y la filosofía de las ciencias II. Alambique 48 78 – 91.

Muñoz Bello, R. y Bertomeu Sánchez, J. (2003). La Historia de la ciencia en los libros de texto: La(s) hipótesis de Avogadro. Revista Enseñanza de las Ciencias 21(1), 147-159.

Quintanilla, M. (2005b). Avances en la construcción de marcos teóricos para incorporar la historia de la ciencia en la formación inicial de profesores de ciencias naturales. Revista Enseñanza de las Ciencias Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra

Quintanilla, M., Izquierdo, M y Adúriz – Bravo, A. (2005). Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation Science & Education IHPST 8, 15 –18 July, University of Leeds.

Román, P. (2002). *El profeta del orden químico. Mendeléiev. Científicos para la Historia*. Madrid: Nivola Libros Ediciones.

Scerri, E. (2000). Philosophy of Chemistry. A New Interdisciplinary Field? Journal of Chemical Education. 77(20).

Enseñar historia de la ciencia en libros de texto escolar. Una propuesta editorial basada en el modelo cognitivo de ciencia*

Quintanilla, M[1]., Cuéllar, L[2]., Camacho, J[3]. y Merino, C[4].

Grupo GRECIA Departamento de Didáctica. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. [1] mquintag@uc.cl, [2] lhcuella@uc.cl , [3] jpcamach@uc.cl , [4] cmerino_ucv@yahoo.com

Resumen

En este trabajo se identifican, caracterizan y ejemplifican los aspectos teórico-metodológicos de un proyecto editorial para la enseñanza de la química en secundaria basada en el modelo cognitivo de ciencia. El principal objetivo, es presentar algunos de los aportes que este modelo epistemológico puede proporcionar a la enseñanza de la historia de la ciencia desde una visión realista pragmática o lo que se ha dado en llamar de *racionalismo moderado o hipotético* (Izquierdo, 2001). Interesa especialmente, que el profesor de química, disponga de nuevos elementos conceptuales y prácticos para enseñar la historia de la química que se 'escribe'y es transmitida en los libros de texto de ciencia escolar.

Palabras clave: Historia de las ciencias, ciencia escolar, lenguaje y comunicación, textos de enseñanza de la química

Title: To teach history of science in scholar text book. A publishing proposal innovating since a cognitive model of science

Abstract

In this work the theoretical-methodologic aspects of a publishing project for the education of chemistry in secondary since the cognitive model of science are identified, characterized and exemplified. The main purpose is to present some of the contributions that this epistemologic model can provide to the education of the history of science from pragmatic a realistic vision or what it has occurred in calling of moderate or hypothetical rationalism (Izquierdo, 2001). The chemistry professor interests specially, that, has new conceptual elements and practical to teach the history of the chemistry that 'is written' and it´s transmitted in text school books of science.

Key words: History of sciences, school science, language and communication, text school books of science.

* Producto científico del Proyecto Interno 05/06: *Imagen de Ciencia de Profesores en Servicio*, financiado por la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile y en el que participan Alberto Labarrere, Janet Cadiz, Gerardo Saffer, Luigi Cuellar y Johanna Camacho. Agradecemos los aportes de la Dra. Mercé Izquierdo de la Universidad Autónoma de Barcelona en este trabajo

Objetivos

- Producir una propuesta editorial de libros de ciencia para la enseñanza media chilena ajustado a la Reforma curricular en marcha y teóricamente fundamentada desde la ciencia escolar y el modelo cognitivo de ciencia.

- Desarrollar desde una perspectiva histórica y comprensiva, las temáticas de los libros de texto de ciencias que incluyen diversos contenidos históricos, particularmente en el área de la química.

- Orientar al estudiante en la reflexión y realización de actividades de aprendizaje y evaluación desde una posición de desarrollo del sujeto y del propio conocimiento científico, estimulando el trabajo en equipo y la autorregulación de los aprendizajes.

- Incorporar la argumentación teórica de los planos de análisis y desarrollo, permitiendo que los alumnos aprendan a enfrentarse a la resolución de problemas científicos, enseñándoles como hacerlo a través de un libro de texto científico.

El conocimiento científico desde su perspectiva histórica. Una propuesta para los libros de química

La principal argumentación teórica que orienta este trabajo tiene que ver con la relevancia y necesidad de incorporar el componente histórico en la enseñanza de las ciencias. Teniendo en cuenta que son diversos los campos en los cuales se puede incorporar la historia de la ciencia como campo metacientífico, se presenta en este trabajo una propuesta que relaciona los contenidos científicos bajo esta perspectiva en los libros de texto de enseñanza de la química en segundo año de educación media.

Existe consenso entre los investigadores en este campo (Solsona, 2003; Quintanilla, 2005; Quintanilla et al., 2005; Solbes y Traver, 2001 y Valente, 2005) al referirse a que la historia de la ciencia permite identificar cómo se va construyendo el conocimiento, de una manera intencionada, reconociendo la influencia de los contextos sociales, culturales, políticos y económicos, no sólo al nivel de aspectos de orden conceptual de las diferentes disciplinas, sino que además, en lo metodológico, ético y valórico, aspectos estos que en conjunto configuran una determinada imagen de la actividad científica. De esta forma, el abordaje de la historia de la ciencia en la propuesta editorial que presentamos en este trabajo, permitirá una resignificación de la actividad científica y sus consecuencias para la enseñanza, que incluye tanto aspectos de la lógica de los contenidos, como también, de la lógica evolutiva desde la que se han venido consolidando.

Los libros de texto teóricamente fundamentados desde la ciencia escolar y el modelo cognitivo de ciencia que además incorporan la perspectiva histórica del conocimiento científico, a diferencia de la transmisión repetición y reproducción de conceptos que tradicionalmente presentan (Cuéllar et al. 2005, Camacho y Pérez, 2005), pueden generar espacios de construcción de conocimiento científico en los que la comunicación y el lenguaje se conciben como principal

instrumento-estrategia para la enseñanza de la ciencia, ya que una aproximación a la ciencia de una forma más humana y constructiva, permitirá transformar las representaciones absolutistas y certeras que tradicionalmente se asocian a su desarrollo.

Partimos del hecho de que el aprendizaje tiene que ver con la evolución y diferenciación de las ideas en la propia historia de la ciencia y de los diferentes puntos de vista de los estudiantes frente al conocimiento, pero además en la propia historia del sujeto que aprende (Quintanilla et al., 2005). Estos desarrollos, de por sí complejos, solo son posibles a través de la interacción social que se ha de intencionar teórica y experiencialmente (Izquierdo, 2000; Labarrere y Quintanilla, 2001). Es el lenguaje, hablado o escrito, el medio por el cual se expresa el pensamiento y es la comunicación con los demás la que promueve modificaciones paulatinas en las ideas que se expresan y evolucionan desde modelos simples y poco elaborados a modelos o familias de modelos científicos más complejos y coherentes (Candela, 1999; Lemke, 1997; Quintanilla, 2005).

Sabemos que las ciencias naturales pueden caracterizarse a lo menos por cuatro dimensiones principales: su *objetivo esencial* (¿Por qué queremos conocer, describir e interpretar el mundo?); su *metodología* (¿Cómo se relacionan los diferentes experimentos y las teorías entre sí?); su *racionalidad* (¿Cómo y porqué cambian las teorías a lo largo de la historia humana?) y la *naturaleza de las representaciones científicas* (¿Nos dicen algo las ciencias sobre el mundo real?).

En los distintos enfoques curriculares *acerca de y sobre la enseñanza de las ciencias*, lo más esencial es enseñar a los estudiantes a pensar sobre las situaciones diversas con las cuales se interacciona en el mundo físico (material). Si se considera que lo más propio de las ciencias naturales es el pensamiento teórico, *la concepción semántica de las teorías* permite una gran flexibilidad, pues estaríamos hablando de lograr un mismo objetivo, (pensar a través de las teorías), aunque en diferentes contextos (el científico y el escolar) en un libro de ciencia escolar.

Sentido, estructura y organización de la propuesta

En este trabajo presentamos un proyecto editorial para la enseñanza de la ciencia en educación media o secundaria, particularmente en el área de la química. Se trata del desarrollo, elaboración y edición de un libro de texto para segundo año de enseñanza media, estructurado y orientado sobre la base de una fundamentación teórica que sigue las directrices de la *ciencia escolar* basada en el modelo cognitivo de ciencia y de una enseñanza científica contextualizada cultural e históricamente. El producto obtenido es un libro de texto de 196 páginas que incluye las *Unidades Didácticas* (UD) correspondientes y que se especifican en la Tabla 1, en las cuales, como se ha mencionado, aparece el componente histórico como eje articulador en la presentación temática.

Libro 2EM	Unidades Didácticas incluidas en los textos
Química 1 (*)	El átomo
Química 2	las disoluciones
Química 3	química orgánica

Tabla 1. Resumen de los contenidos tratados en los libros de texto de ciencias de 2EM

Cada una de las UD tiene la siguiente estructuración: Una reflexión inicial o *actividad de indagación* que favorece el diagnóstico de las ideas previas de los alumnos; un listado de los *contenidos* (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se desarrollan a continuación en una serie coordinada de diferentes *actividades de enseñanza, evaluación y aprendizaje* cuyo principal protagonista es el alumno y que promueven el análisis de la información, la justificación histórica de cómo se ha construido ese conocimiento, la interpretación de fenómenos, elaboración y evaluación de diferentes instrumentos y materiales, foros de discusión, dramatizaciones, experimentos, salidas de campo, entrevistas, encuestas, revisiones bibliográficas, ilustraciones, etc. donde la idea principal es estimular y desarrollar la creatividad de los alumnos y del profesor, enseñando a pensar con teoría, y a modelizar los conceptos, métodos y fines científicos de la ciencia. Para ello, favorecemos la reflexión permanente de la autorregulación de los aprendizajes en función de lo que aprende, cómo toma decisiones, se organiza, identifica criterios, coordina actividades, selecciona materiales, etc. Se incluye una sección denominada Ciencia, Tecnología y Sociedad, la cual está compuesta por seis apartados: *desarrollando competencias científicas, actividades complementarias, lecturas complementarias, la ciencia al día, síntesis* y *evaluación de la unidad.* En estas actividades se propone profundizar o ampliar la información y contenidos tratados. A continuación se sugiere un conjunto de *otras fuentes de información* (literatura específica, sitios Web) y de *vocabulario científico* para aclarar términos o profundizar los ya estudiados. Una sección de *acciones y estrategias* para orientar la toma de decisiones y la organización de diversas actividades específicas que puede sugerir el profesor según el contexto y los recursos alternativos disponibles. Se incluye luego el *diario de aprendizaje* cuyo objetivo fundamental es promover la autoevaluación y coevaluación de los alumnos. Finalmente se incorpora un conjunto de *anexos científicos y didácticos* que orientan al alumno para organizar y coordinar con éxito diferentes situaciones de aprendizaje intencionado tales como: elaboración de materiales, actividades experimentales, entrevistas, salidas de campo, encuestas, etc.

A partir del marco referencial dentro del cual se ha establecido esta propuesta editorial, resulta razonable entender que los contenidos científicos del libro de texto contribuyen a que los alumnos y profesores(as) comprendan que la química, la física y la biología:

- son ciencias, es decir, buscan enseñar a pensar con teorías los hechos del mundo real,
- son autónomas ya que estos modelos deben adaptarse a las ideas de los alumnos para que estos puedan comprenderlos creativamente y hacerlos evolucionar,
- tienen carácter experimental, que deberá argumentarse apropiadamente, enseñando a escribir y a hablar los fenómenos interpretados en determinados contextos de comunicación,
- son discursivas, ya que el lenguaje del libro entra a dialogar con el lenguaje de los alumnos creando nuevos significados que evolucionan permanentemente y son socialmente compartidos,
- son aplicadas, porque tienen que ver con el saber-hacer y con la tecnología,
- fomentan interacción y participación, puesto que el aula se transforma en un foro de discusión, dinamizada por un estilo nuevo y distinto de evaluación, relacionada con la autorregulación del aprendizaje y el protagonismo de los estudiantes cuyo sentido es el proceso de desarrollo del propio sujeto que aprende,
- favorecen una docencia científica dinámica y creativa en la que el profesor debe superar la visión actual de transmisión y reproducción de conocimientos científicos para vincular, adaptar y modificar los contenidos al pensamiento teórico propio y el de los alumnos,
- favorecen y estimulan un clima de respeto, tolerancia y atención a la diversidad social, cultural y geográfica de los estudiantes y profesores,
- Finalmente, si se reconoce el carácter literario y retórico de la ciencia occidental, el lenguaje del libro de texto en interacción con los procesos de aula que estimula el profesor, se convierte en método, estrategia, instrumento y medio privilegiado para la construcción del conocimiento científico en la escuela o ciencia escolar, epistemológica e históricamente fundamentado (Izquierdo y Aliberas, 2004; Solsona y Quintanilla, 2005)

Reflexiones finales

Una buena explicación científica escolar, potenciada a través de un libro de ciencia teóricamente fundamentado, es aquella que responde a una pregunta en un contexto científico escolar y cultural determinado, que está escrita correctamente a la luz de unos criterios educativos establecidos al interior de la actividad escolar, que utiliza un modelo teórico de ciencia y de enseñanza de la ciencia lo más robusto posible y que proporciona autonomía al alumno (Izquierdo y Rivera, 1997). Por eso el libro de texto favorece: La pregunta y reflexión del estudiante, la atención a la diversidad y heterogeneidad de los sujetos que aprenden y la respuesta argumentada bien escrita basada en las orientaciones del modelo cognitivo de ciencia desde una visión naturalizada y realista pragmática (Quintanilla, 2005).

Podemos decir entonces, sin lugar a dudas, que el lenguaje de la ciencia se presenta en el libro de texto como un instrumento-estrategia para la construcción del conocimiento escolar y requiere de un producto trabajado social y culturalmente. Bajo esta óptica surgen interrogantes como las siguientes: ¿Cuáles son los hechos del mundo real más apropiados para que el alumno elabore un *modelo teórico* a través de las diferentes actividades de aprendizaje, instrumentos de evaluación, imágenes y símbolos formales que presenta el libro de texto de ciencia? ¿Cómo dar un inicio adecuado al pensamiento teórico de los alumnos y saber cuales son las proposiciones más correctas para relacionar los fenómenos del mundo con dichos modelos en la clase de ciencia haciéndolos evolucionar apropiadamente? ¿Cuáles son las estrategias de evaluación mas adecuadas y coherentes con el modelo de enseñanza de las ciencias escogido, para posibilitar la construcción de esos conceptos haciendo que el libro sea un instrumento mediador entre la ciencia de los científicos y la ciencia que enseñamos a todos(as) los(as) jóvenes de Chile, atendiendo a la heterogeneidad y diversidad de nuestras aulas?

Actualmente el libro es utilizado como apoyo a la docencia y a la investigación de profesores en formación en la Pontificia Universidad Católica de Chile, de profesores en servicio y en la educación media científico-humanista de colegios privados (segundo año de enseñanza media) bajo la misma premisa teórica y con una opción resignificada y aumentada según las orientaciones de la Reforma Educacional Chilena en marcha. Nuestra meta es acentuar esta idea y promoverla también a nivel de sistema escolar público.

Agradecimientos

Esta aportación forma parte del proyecto Editorial de la Vicerrectoría de Comunicaciones y Extensión de la PUC quien lo financia en su producción así como del Programa de Colaboración Internacional: *Desarrollo y caracterización de un modelo de formación inicial y continua de los profesores de ciencias experimentales* financiado por la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica(CONICYT) de Chile; El Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas de la U. Autónoma de Barcelona, la Dirección de Universidades Investigación y Sociedades de la Información (DURSI) de la Generalitat de Catalunya, España y de la Beca Presidente de la República de Chile que MIDEPLAN concedió al autor de este artículo en el 2005 para desarrollar una estancia de postdoctorado en Historia y Filosofía de la Ciencia en el Centro de Estudios de Historia de la Ciencia de la Universidad Autónoma de Barcelona.

El segundo y tercer autor agradecen a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología -CONICYT- de Chile por el financiamiento de sus estudios de Doctorado, Programa dentro del cual se han hecho parte de esta investigación y sus eventuales socializaciones.

Referencias bibliográficas

Camacho, J. (2005). *Ley Periódica. Una reflexión didáctica desde la historia de las ciencias.* Tesis de Maestría para la obtención del título de Magíster en Docencia de la Química. Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional Bogotá D.C.: Colombia

Camacho, J. y Pérez, R. (2005).La transposición didáctica de los conceptos calor y temperatura. *Revista Enseñanza de las Ciencias* Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra.

Candela, A. (1997). *Ciencia en el aula*. México: Paidós.

Cuéllar, L., Pérez, R. y Quintanilla, M (2005). La propuesta de *Ernest Rutherford* en los libros de texto en Colombia. Un análisis desde la historia de la ciencia y la visión de transposición didáctica en ellas. *Enseñanza de las Ciencias* Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra.

Izquierdo M. y Aliberas J. (2004). *Pensar, actuar i parlar a la classe de ciéncies*. Bellaterra: Ed.UAB.

Izquierdo M. y Rivera L. (1997). La escritura y la comprensión de los textos de ciencias. *Alambique*, 11, 24-34

Izquierdo M. (2000) *Fundamentos epistemológicos*. En Perales, F.J. & Cañal, P. (Ed.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales: Teoría y Práctica*. Madrid: Alcoy.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2001). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Revista Pensamiento Educativo*, Ediciones PUC., 30, 121- 138.

Lemke J. (1997) *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores.* Barcelona: Paidos.

Quintanilla, M., Izquierdo, M. y Adúriz-Bravo, A. (2005). Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation. *Proceedings of IHPST international conference of history and philosophy of science and science teaching*, University of Leeds, England.

Quintanilla, M. (2005). *Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible*. *Revista Tecné Episteme y Didaxis* TEΔ (número extra) Bogotá: Universidad Pedagógica de Bogotá, Colombia.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique*, 12,51-62.

Solbes, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de las ciencias en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), 151-162.

Solsona, N. (2003). *El saber científico de las mujeres*. Madrid: Talasa.

Solsona, N. y Quintanilla, M. (2005) Reflexions i propostes per al debat educatiu – diàctic entorn a la història de la ciència. *Actas de las II Jornada sobre la Història de Ciència i l'Ensenyament, Societat Catalan d'Història de la Ciencia*, Barcelona

Valente, M. (2005). Contributo da história e filosofia das ciencias para o desenvolvimento do gosto pelo conhecimineto cientìfico. *Enseñanza de las Ciencias* Memorias "VII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias". Número Extra.

Naturaragon: una base de datos escolar en formato web para la valoración del patrimonio natural de Aragón.

Ángel Luis Cortés Gracia[1], José Miguel Calvo Hernández[1], Eva Castillo Sáenz[2], María Jesús Martín Martín[3], Begoña Martínez Peña[1] y María José Gil Quílez[1].

1 *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. San Juan Bosco, 7. 50009 Zaragoza.* acortes@unizar.es, jmcalvo@unizar.es, bpena@unizar.es, quilez@unizar.es

2 I.E.S. Matarraña. Avda. Gral. Gutiérrez Mellado, s/n. 44580 *Valderrobres (Teruel).* evacastillosa@yahoo.es

3 Centro de Profesores y Recursos de Alcañiz. José Pardo Sastrón, 1. 44600 Alcañiz (Teruel). mjmartinm@educa.aragon.es

Resumen

Naturaragon (www.unizar.es/naturaragon) constituye una web dinámica que permite la participación de estudiantes de los distintos niveles educativos en la elaboración de una base de datos escolar sobre sitios de interés desde el punto de vista del patrimonio natural. El diseño de esta herramienta permite la introducción de datos textuales y gráficos que ayuden a identificar y resaltar los valores patrimoniales de las zonas seleccionadas: descripciones, explicaciones, sugerencias, fotos y mapas. El principal objetivo de esta propuesta es aprovechar el potencial de las TIC y contribuir a la valoración del patrimonio natural, incluyendo el punto de vista del estudiante y utilizando el entorno próximo como elemento de análisis y discusión a la hora de hacer propuestas o tomar posturas frente a problemas ambientales.

Palabras clave: patrimonio natural, TIC, base de datos escolar, web dinámica, Internet

Title: Naturaragon: a school web-database to value the natural heritage of Aragon.

Abstract

Naturaragon (www.unizar.es/naturaragon) is a dynamic web that allows the involvement of students in the construction of a school database about natural heritage sites. This tool permits to input textual and graphic data about selected areas as a help to identify and highlight their main values for the natural heritage: descriptions, explanations, suggestions, pictures and maps. The main objective of this proposal is to make the most of ITC in order to contribute to value the natural heritage, including students' point of view and using the near environment as a central element to analyse and discuss around environmental problems.

Key words: natural heritage, ITC, school database, dynamic web, Internet

Introducción

Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias es "enseñar a hablar y escribir sobre las ciencias", porque para aprender esta materia los alumnos deben poder expresarse en clase, oralmente, por escrito o mediante dibujos, dado que sólo así podrán contrastar sus ideas y desarrollarlas (Sanmartí, 1997; Jiménez Aleixandre, 1998, 2003; Sardà y Sanmartí, 2000, etc.). En este sentido, los actuales recursos tecnológicos nos plantean una revisión de los medios didácticos tradicionales, tanto los relacionados con el lenguaje verbal, como con el lenguaje icónico (cuadros, imágenes, mapas,...), así como del nuevo papel del profesor, la actuación de los equipos docentes y las nuevas relaciones de comunicación que se establecen en el "ciberespacio" para un aprendizaje colaborativo (Roth et al., 1996; Marqués, 1998; Starr, 1998; Sierra, 2000; etc.). Para algunos autores, en estos momentos, "el desconocimiento en el uso de las tecnologías y las modificaciones que entrañan en los espacios de vida públicos y privados, son equiparables a lo que, hasta hace pocos años, representaba no saber leer y escribir..." (Area Moreira, 2005).

Al mismo tiempo que se está produciendo un imparable desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las interacciones de la especie humana con la naturaleza están incrementándose en relación directa con su evolución demográfica, social y cultural. La capacidad de los humanos para modificar su entorno y su relación con los ambientes naturales ha variado a lo largo de los tiempos. Diversos autores, como Giordan (1993) indican que lo que distingue a la sociedad contemporánea de las que le han precedido es la rapidez en la modificación de su entorno, provocada por la revolución científico y técnica, su carácter masivo y la universalidad de algunas de sus consecuencias. En algunos casos estos daños son tan desmesurados que amenazan el equilibrio de la biosfera. Hay que resaltar que el énfasis en la educación ambiental hay que realizarlo tanto en las distintas etapas de la educación formal (Primaria, Secundaria, Universidad) como en la educación no formal.

En la actualidad existe un profundo conocimiento de los lugares emblemáticos (especialmente de los espacios protegidos) que ha dado lugar a la aparición de numerosos trabajos en los que se recogen sus valores. Las instituciones públicas pueden declarar espacios naturales protegidos, entre otras necesidades, para conservar distintas especies animales o vegetales, así como elaborar catálogos de especies amenazadas (en peligro de extinción, sensible a la alteración de su hábitat, vulnerable o de interés especial), de manera que quede prohibido arrancar o mutilar una planta o cazar un animal. Pero para poder conservar la flora y la fauna, es decir, que se respeten las normas establecidas por las administraciones públicas es imprescindible trabajar desde los primeros niveles educativos en la divulgación y sensibilización de la población (Wamba y Jiménez, 2005).

Existen algunos estudios en zonas protegidas (por ejemplo, en parques naturales de nuestras latitudes), que indican que algunas de ellas funcionan como "islas de protección" de dimensiones relativamente reducidas en un "mar" de ambientes no protegidos (Ros, 1999). En estos trabajos se ha constatado que, a pesar de la protección, el número de especies se ha reducido. Investigaciones recientes muestran que todos los aspectos

relacionados con la educación ambiental resultan mucho más eficaces cuando el alumno piensa y toma postura frente a problemas de su entorno cotidiano. Hoy en día, hay propuestas formales en las que la población participa en la planificación y toma decisiones de futuro sobre la gestión del patrimonio natural, como el caso del Parque Nacional de *Brecon Beacons*, en el sur de Gales (Tilbury y Wortman, 2004). El éxito de la propuesta (en funcionamiento desde 1993) llevó a las autoridades a diseñar un programa aplicado en las escuelas locales (*Sustainability for Real*), atribuyendo privilegios a los niños a través de su imaginación sobre lo que creían que debía ser el futuro de su entorno próximo, sus problemas y su potencial.

En este trabajo se propone a los alumnos de diversos niveles educativos seleccionar los aspectos naturales más característicos de su entorno próximo como objeto de estudio y hacerlos públicos a través de Internet, elaborando y haciendo públicas fichas sobre el patrimonio natural, para promover la valoración del mismo y el compromiso con una utilización crítica y responsable del entorno. Para ello, se ha diseñado una base de datos escolar en formato web que permite introducir textos explicativos, fotos y mapas que permitan destacar los principales valores patrimoniales según el punto de vista de los estudiantes. A continuación mostramos la herramienta diseñada así como algunos ejemplos de las fichas ya incluidas en la base de datos.

Algunos datos técnicos sobre la herramienta informática y su estructura.

Entre la enorme variedad de herramientas informáticas que tenemos a nuestra disposición para su uso educativo, las bases de datos en formato digital son capaces de almacenar una gran cantidad de información, tanto textos como gráficos, así como interconexiones entre ellos (hipertexto, hipermedia). Éstas permiten a los estudiantes visualizar o navegar a través de datos, con información atractiva y clara, creados por ellos mismos o por otros estudiantes (Sierra, 2000). Si al potencial educativo de las bases de datos le añadimos la posibilidad de acceder a ellas a través de Internet e interaccionar en la elaboración de los contenidos, podremos ayudar a los estudiantes a comprender que, para justificar los valores patrimoniales de un punto concreto, deben inferir datos, ideas y conceptos que no surgen de forma inmediata sino que hay que elaborarlos.

La herramienta informática que permite la interactividad permanente entre los estudiantes y las fichas sobre el patrimonio natural es una web dinámica (http://www.unizar.es/naturaragon) consistente en una aplicación PHP con un sistema de base de datos MySQL (*software* de origen abierto que puede descargarse gratuitamente de Internet para su uso no comercial en http://www.mysql.com).

Usuarios de la base de datos

Para la introducción de datos, es necesario registrarse como usuario, indicando diversos datos personales (no públicos), así como otros datos, como el centro educativo o el nivel de estudios, que son mostrados como elementos públicos de la base de datos. De esta manera, se permite así la búsqueda de las aportaciones realizadas por un centro (colegio, instituto,

universidad) concreto o comparar las valoraciones procedentes de los distintos niveles educativos.

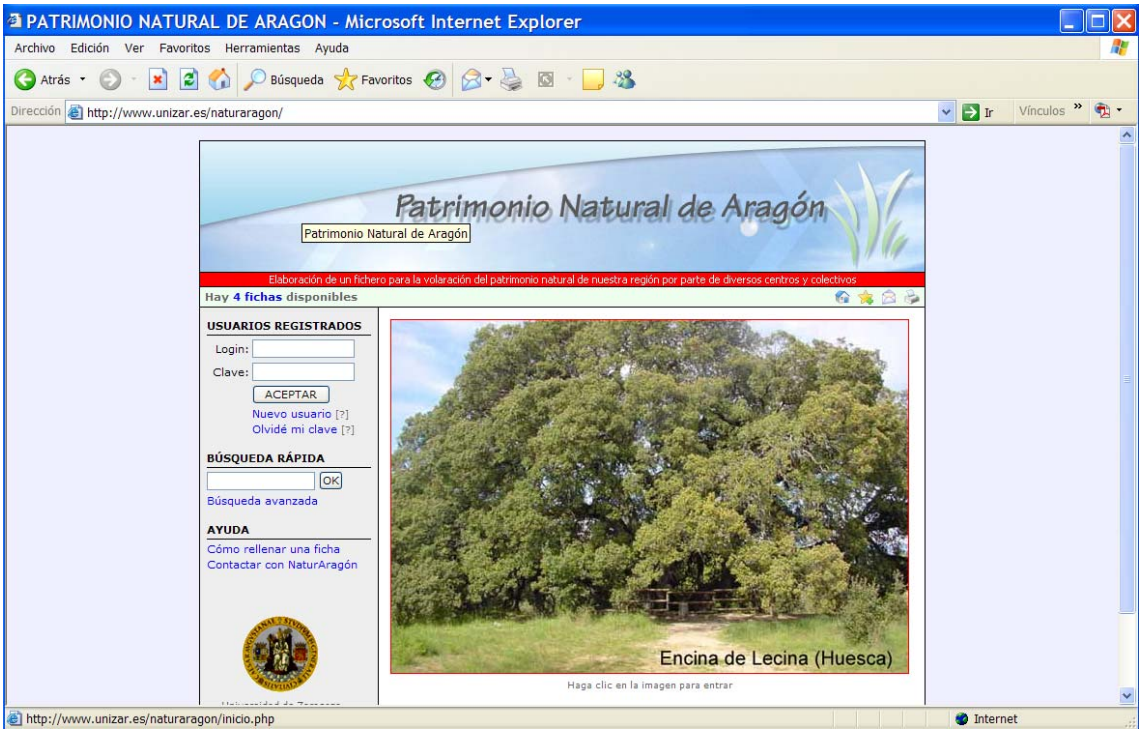


Figura 1. Página de bienvenida a Naturaragon (la foto cambia automáticamente durante la visita, mostrando otros lugares y elementos de interés).

Se ha creado una estructura jerárquica de control de usuarios y datos (Figura 2) que evita la introducción de contenidos no deseados a la vez que puede servir como una herramienta de seguimiento de la participación de los estudiantes por parte de los profesores de los cetros participantes. El administrador (desde la Universidad de Zaragoza, en este caso) puede modificar la web, la estructura de la base de datos y todos sus contenidos, además de gestionar las altas de los demás usuarios y de las fichas creadas. Los gestores (por ejemplo, profesores de los centros colaboradores) pueden dar de alta a sus estudiantes y modificar o permitir la publicación de los contenidos creados por éstos. Los usuarios con menos "privilegios" (editores) pueden enviar sus propuestas de ficha, que serán publicadas tras la revisión y el visto bueno de un gestor o administrador.

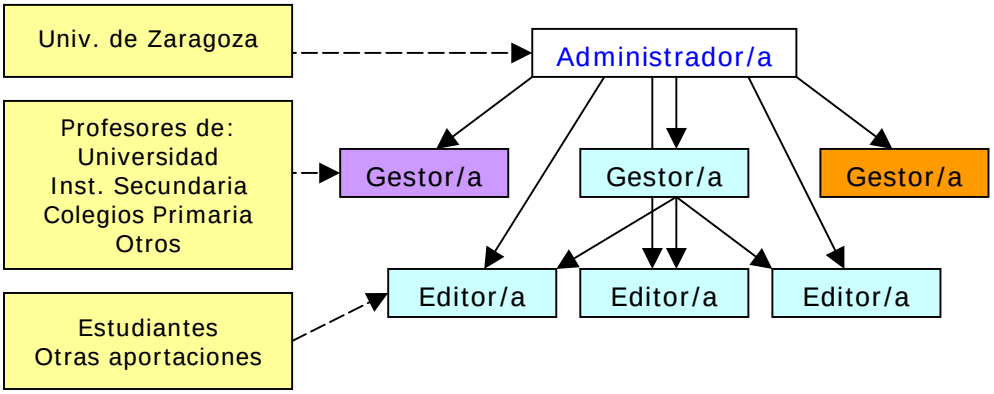


Figura 2. Estructura de gestión de la web y la base de datos.

Contenidos de la base de datos

Para cada una de las fichas propuestas, además del nombre del lugar y la comarca a la que pertenece, se han creado campos de contenidos (ver figura 3) sobre: su valor patrimonial, descripción particular (incluida foto) y general, importancia para la zona, accesos (incluido mapa) y sugerencias para la visita. Además, se han incorporado mecanismos de búsqueda rápida y avanzada de los contenidos, una página de ayuda al usuario y un buzón de consultas a través del correo electrónico (naturaragon@unizar.es).

Figura 3. Ficha tipo con sugerencias para rellenar los distintos campos de contenidos.

Ejemplificación de los contenidos

Los contenidos introducidos en esta base de datos son muy diversos, ya que proceden de niveles educativos y áreas geográficas distintas. Además, es evidente que una herramienta de estas características no tiene resultados definitivos, ya que las aportaciones se van incorporando a lo largo del tiempo para enriquecer el conocimiento general sobre el patrimonio natural.

Como ejemplo (Figura 4), vamos a citar la ficha del Barranco de Aguilón (Zaragoza). Se trata de un lugar visitado con frecuencia por grupos de estudiantes de distintas edades (de Primaria a Universidad) debido al alto potencial didáctico que presenta (Cortés y Aurell, 2004), especialmente en sus aspectos geológicos, aunque no lo es menos en sus aspectos biológicos, o simplemente paisajísticos. Citamos este punto, ya que, a pesar de no estar recogido bajo ninguna figura de protección (únicamente como Punto de Interés Geológico), el buen conocimiento científico del lugar, la frecuencia de las visitas y la facilidad de acceso a los puntos de interés, entre otras causas, han puesto en marcha la acción divulgadora del mismo por parte de la ciudadanía: diseñando una ruta a un mirador cercano, colocando una mesa de interpretación (subvencionada por la comarca del Campo de Cariñena), destacando su patrimonio natural y el interés

didáctico del mismo en la página web del pueblo (www.aguilon.es), o proponiendo la creación de un Parque Geológico que recoja y regule todo el potencial patrimonial de la zona.

Una de las apuestas de futuro para utilizar la base de datos en esta zona concreta consiste en la incorporación de fichas realizadas por los estudiantes de magisterio (que visitan desde hace años la zona y trabajan sobre ella). Estas fichas estarán centradas en aspectos particulares a destacar dentro de un conjunto de indudable valor patrimonial (ya destacados en la ficha general), enfocados desde todos los puntos de vista posibles e incluyendo distintos elementos existentes en la zona y que se puedan considerar como integrantes del patrimonio natural (bosque mediterráneo autóctono en las inmediaciones, colonias de buitres leonados, flora amenazada, formas del relieve, yacimientos paleontológicos, etc.).

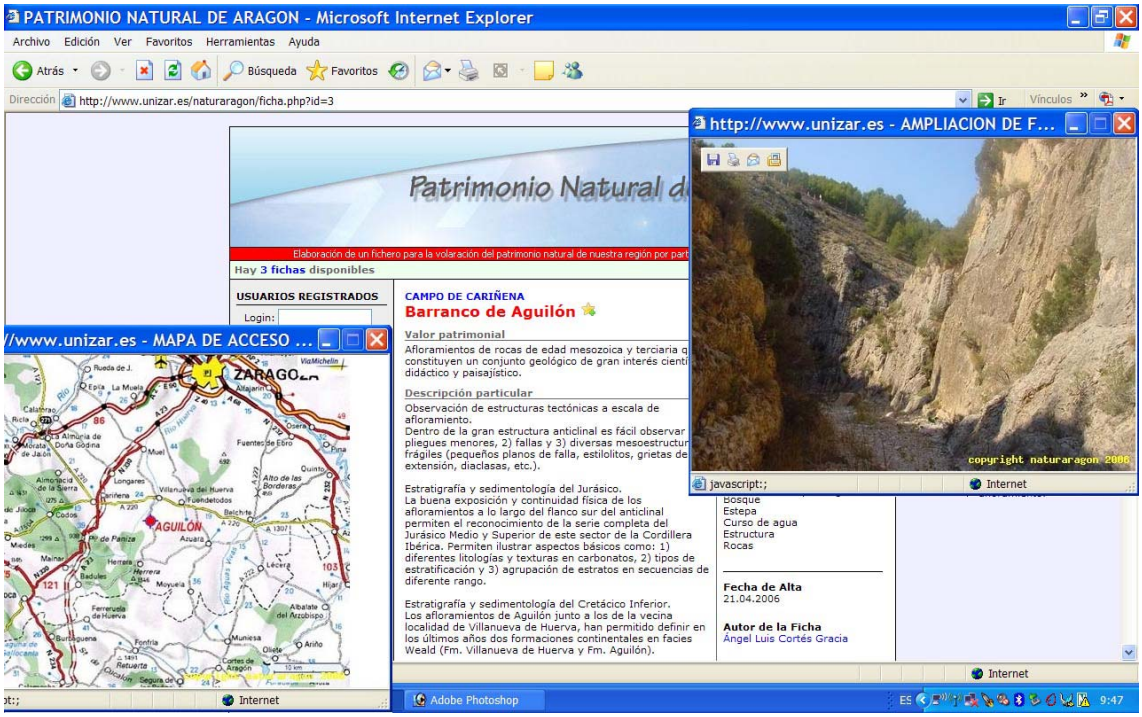


Figura 4. Ficha del Barranco de Aguilón (Aguilón, Zaragoza), que incluye un mapa de carreteras para el acceso a la zona y una fotografía del encajamiento del barranco en las calizas del flanco vertical de un anticlinal de dimensiones kilométricas.

Consideraciones finales

La principal contribución de esta propuesta ha consistido en posibilitar la valoración del patrimonio natural por parte de los estudiantes de los distintos niveles educativos (aplicado hasta el momento en Secundaria y Universidad). Ha sido necesario promover el desarrollo de un compromiso con un conjunto de valores y destrezas que nos permiten participar en la sociedad mediante la utilización crítica y responsable del saber científico. En este caso, el saber se refiere a disponer de las claves para interpretar los fenómenos que acarrea nuestra actuación sobre la naturaleza. Para ello debemos identificar, divulgar y aprender a valorar, desde los primeros niveles educativos, tanto la biodiversidad del entorno en el que vivimos

como los ecosistemas que acogen la misma (en principio, centrado en el contexto de la comunidad aragonesa, aunque la base de datos queda abierta a la introducción de información procedente de otras comunidades). Así mismo, se pretende concienciar a los estudiantes sobre la importancia patrimonial de muchos lugares que conocen (que podrían ser considerados como el patrimonio natural oculto), así como los posibles impactos de las actividades humanas sobre el medio y la necesidad de su conservación.

De esta manera, un paraje junto a un río, un bosque en general o un árbol en particular, una curiosa formación rocosa, una zona donde habita una población de un animal poco frecuente, etc., pueden pasar a formar parte del "patrimonio público" (saliendo del patrimonio oculto). Para ello, los autores de las propuestas (estudiantes en los distintos niveles educativos de la enseñanza formal o no formal) deben ser capaces de divulgar esa información mediante la utilización de argumentos convincentes, previamente elaborados y discutidos, y la incorporación de datos textuales y gráficos, lo suficientemente claros y explícitos para "convencer al público" (o al menos llamar su atención) sobre su importancia. La utilización de una base de datos digital y el soporte tecnológico y social que supone su presencia en Internet, asegura una serie de posibilidades en la elaboración de materiales y divulgación de los mismos difícilmente comparables a otros medios de difusión tradicionales. Además, desde el punto de vista didáctico, esta herramienta permite a los estudiantes la utilización de diferentes lenguajes (textos, gráficos, fotos) y el manejo de diferentes habilidades cognitivo-lingüísticas como resumir, describir, explicar, argumentar, etc. También tiene un efecto motivador sobre los estudiantes, ya que permite una cierta autonomía a la hora de seleccionar los puntos de interés y, a su vez, se logra un rápido reconocimiento personal del trabajo realizado mediante la publicación de las fichas.

Agradecimientos

El desarrollo informático de Naturaragon fue subvencionado parcialmente por el Gobierno de Aragón (Grupo de Investigación *Beagle* y *Ayudas a los proyectos de cooperación en materia de investigación entre Departamentos Universitarios y Departamentos de Institutos de Educación Secundaria de la Comunidad Autónoma de Aragón*, 2006) y el M.E.C. (*Ayudas a proyectos-piloto de adaptación de las titulaciones de la Universidad de Zaragoza al EEES*, 2005-2006).

Referencias bibliográficas

Area Moreira, M. (2005). *La educación en el laberinto tecnológico. De la escritura a las máquinas digitales*. Barcelona: Octaedro – EUB.

Cortés, A.L. y Aurell, M. (2004). Posibilidades didácticas del barranco de Aguilón y su entorno (Cordillera Ibérica, Zaragoza). *Geotemas*, 6 (4), 21-24.

Giordan, A., coord. (1993). *Educación ambiental: principios de enseñanza y aprendizaje.* Serie de Educación ambiental, 20. Bilbao : Los Libros de la Catarata.

Jiménez Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.

Jiménez Aleixandre, M.P. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En M.P. Jiménez Aleixandre (Coordinadora): *Enseñar ciencias* (pp. 13-32). Barcelona: Graó.

Marqués, P. (1998). Usos educativos de Internet: ¿La revolución de la Enseñanza?. *Comunicación y pedagogía,* 154, 37-44.

Ros, J. (1999). La extinción de las especies. En M. Novo (ed.): *Los desafíos ambientales. Reflexiones y propuestas para un futuro sostenible* (pp. 271-301). Madrid: UNESCO-Universitas.

Roth, W.M., Woszczyna, C. y Smith, G. (1996). Affordances and Constraits of Computers in science Education. *Journal of Research in Science Teaching,* 33 (9), 995-1017.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en las clases de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 12, 51-61.

Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 18, 405-422.

Sierra, J.L. (2000). Informática y enseñanza de las ciencias. En F.J. Perales y P. Cañal (eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 339-359). Alcoy: Marfil.

Starr, D.R. (1998) Virtual Education: Current Practices and Future Directions. *Internet and Higher Education*, 1(2), 157-165.

Tilbury, D. y Wortman, D. (2004). *Engaging people in sustainability*. Cambridge: IUCN Commision on Education and Communication - The World Conservation Union.

Wamba, A.M. y Jiménez Pérez, R. (2005). La enseñanza y difusión del patrimonio y la alfabetización científica: relaciones ciencia, tecnología, sociedad y patrimonio. *Enseñanza de las Ciencias.* Vol. Extra. VII Congreso.

La enseñanza–aprendizaje de los ecosistemas desde el cambio conceptual.

Julia Ibarra Murillo[1] y María José Gil Quílez[2]

1. Universidad Pública de Navarra, 2. Universidad de Zaragoza. E-mail: Maider@unavarra.es

Resumen: Se analiza una progresión conceptual común propuesta para la enseñanza-aprendizaje de la física y la química y ampliada a la enseñanza de los ecosistemas y de los cambios ecológicos. El análisis tiene en cuenta la naturaleza del fenómeno ecológico desde el punto de vista científico, la transposición didáctica a los libros de texto y las dificultades de los alumnos. La propuesta de progresión común toma en consideración la diferente percepción que tienen los alumnos si se trata de equilibrio ecológico, físico o químico.

Palabras clave: Cambio conceptual, aprender ecosistemas, equilibrio, transposición didáctica, causalidad.

Title: Teaching-learning ecosystems from the conceptual change.

Abstract: In this work it analyse a conceptual progression proposed to the teaching-learning physic and chemistry and enlarged to the teaching ecological changes. The analysis of the ecological phenomenon was realised using three viewpoints: scientific, didactical transposition to the textbooks and learners difficulties. The proposal of common progression consider the different perception of the students about the ecological, physical or chemical balance.

Key words: Conceptual change, ecosystems, balance, didactic transposition, causality.

Introducción

En anteriores investigaciones (Ibarra y Gil, 2005; Ibarra, 2003) hemos mostrado que la transposición didáctica en ecología, es decir el paso de la ecología científica a los libros de texto de Secundaria, en concreto el concepto de ecosistema y sucesión ecológica, es excesivamente simplificada y reduccionista, en el sentido que selecciona ciertos tópicos o conceptos de un amplio abanico científico, para pasar a resumirlos en breves párrafos de carácter descriptivo. Es el caso de los cambios a largo plazo (sucesión ecológica) de los ecosistemas, donde los libros de texto destacan los conceptos de clímax, de clasificación de las sucesiones, equilibrio,…frente a otros posibles como los mecanismos de cambio y sustitución de poblaciones, cambios en la productividad, biomasa,…

Comprobamos también cómo la ecología que se estudia en los libros de texto refuerza las ideas alternativas de los alumnos, especialmente las que idealizan la naturaleza libre y salvaje con eterna capacidad de regeneración; los cambios ecológicos tenderían siempre a formaciones cada vez mas ricas

y mas equilibradas. Deducimos que en el conocimiento declarado de los alumnos, los conceptos, los hechos y las leyes de la ecología son sustituidas fácilmente por las ideas de una naturaleza “antropizada”.

Planteamos una línea de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la ecología basada en la teoría del cambio conceptual, siguiendo los planteamientos que Pozo y Gómez Crespo (1998) hacen para la física y la química. A menudo se encuentran propuestas y análisis para el cambio conceptual en las enseñanza de la física (Vosniadou, 2001), la química (Pozo y Crespo, 1998) pero mas escasas son las realizadas para la Biología y la Ecología, por lo que este artículo pretende llenar este vacío y al mismo tiempo justificar un posible progresión conceptual común con otras disciplinas. Este aspecto es especialmente relevante en la futura enseñanza de las ciencias ya que la gran variedad de conocimientos y la cantidad de los mismos, hace necesario buscar elementos de enseñanza-aprendizaje comunes para los conceptos claves de estas disciplinas.

Objetivos

En ésta comunicación planteamos analizar desde la teoría del cambio conceptual los elementos necesarios para progresar desde las teorías implícitas de los alumnos hasta las teorías científicas, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ecología. En este sentido, la investigación sobre la transposición didáctica de la ecología nos ha permitido delimitar la ontología del fenómeno de la sucesión ecológica en la ciencia y en los alumnos, así como los fundamentos epistemológicos de dicho proceso en ambos ámbitos. Con estas bases pretendemos plantear una progresión conceptual posible desde la interpretación que los alumnos hacen de los fenómenos de la sucesión ecológica, hasta el modelo científico mas consensuado.

Hay que tener en cuenta que todos los modelos y estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el cambio conceptual consideran la necesidad de tomar en consideración las ideas alternativas de los estudiantes (Posner et al., 1982). She (2004) argumenta que un cambio conceptual radical incluye procesos mentales complejos y requiere diseños específicamente focalizados hacia las carencias concretas de los estudiantes.

Metodología

La metodología empleada ha consistido en comparar los elementos de progresión conceptual que Pozo y Gómez Crespo (1998) plantean como necesarios para la mejora de la enseñanza de la física y de la química, con los elementos (ontológicos, epistemológicos y conceptuales) de la sucesión ecológica, que resultaron de nuestras investigaciones sobre transposición y teorías alternativas de los alumnos.

En este proceso de comparación analizamos la caracterización que hacen los autores de conceptos como el equilibrio físico, el equilibrio en las reacciones químicas, los estados de la materia y sus transformaciones,y establecemos características comunes y diferencias entre estos y sus

análogos en la ecología, con el objeto de justificar una posible progresión común para las tres ciencias.

Resultados

Los resultados muestran que puede definirse una ontología del fenómeno de los cambios ecológicos (por ejemplo, la transformación de un prado abandonado en un bosque), diferente en las ideas de los alumnos y en la ciencia (Chi, 1992), y que para superar este obstáculo, es necesario que los alumnos hagan una reacomodación en la categoría asignada, desde "evento" o "suceso" con principio y final, hasta "proceso de interacción restringida" entre las poblaciones y el medio y dentro de la comunidad.

Esta reasignación necesaria es frecuente en muchos de los conceptos clave en física y química, por ejemplo, en conceptos del movimiento de los cuerpos y las fuerzas que actúan sobre ellos, tal como señalan los autores que mencionamos como referencia. Se ha señalado que, en general, son necesarias acomodaciones más fuertes en los conceptos de la física, que en los de la biología.

Las razones epistemológicas de los alumnos para explicar los cambios ecológicos varían entre las vitalistas, teleológicas, deterministas y las antropomórficas, y deberían evolucionar hacia una fundamentación basada en interacciones funcionales entre los seres vivos y el medio externo.

En cuanto a los principios conceptuales encontramos que las teorías implícitas de los alumnos contienen la acausalidad o mas bien la causalidad simple; por ejemplo, los cambios en un laguna, en un jardín, según estas ideas son debidos a actuaciones o abandonos humanos o a la tendencia irrefrenable de la naturaleza a mejorar o a llegar a un estado salvaje.

Otra de las dificultades de los alumnos para percibir la naturaleza de los cambios ecológicos es la escasa utilización de los datos cuantitativos a pesar de que estudian dinámica de poblaciones y para ello utiliza datos e natalidad/mortalidad, etc. Por las respuestas de los alumnos puede deducirse que no precisan de datos cuantitativos para predecir el comportamiento de un población o comunidad. Este problema es común a otras disciplinas científicas y es uno de los más destacados por los autores de referencia.

Un elemento de la progresión trata de la comprensión de los cambios con conservación y el concepto de equilibrio. En torno a este elemento existe diferentes matices entre lo que plantean los autores señalados y nuestro trabajo: en física y química los alumnos tienen dificultades para percibir el equilibrio (en las reacciones químicas, en los cuerpos en movimiento) mientras que en ecología las dificultad radica mas en la idealización de la naturaleza equilibrada y en el abuso de este rasgo supuestamente científico. En todos los caso el equilibrio se entiende en su versión mas estática, como un cuerpo quieto, o como un ecosistema donde "no sobre ni falte nada/nadie". Las dificultades para la conceptualización del equilibrio en física y en ecología tienen pues un mecanismo diferenciador; en ésta, los alumnos transfieren las ideas sobre la sociedad humana a la de los ecosistemas, donde los seres vivos (sobre todo los animales) juegan el papel de los humanos en una comunidad de un pueblo o ciudad. En

definitiva, en ecología los alumnos no precisan de explicaciones científicas porque creen interpretar correctamente con los recursos de sus propias teorías.

Otra diferencia que nosotros apuntamos y que los autores no hacen referencia en la física y la química es el problema de una Transposición didáctica en ecología realizada de una forma excesivamente simplificada y a menudo determinista. Esta Transposición confirma a los alumnos en sus propias creencias: el impulso natural y la confianza en una formación climática definitiva y estable.

La idea de equilibrio ecológico es una de las mas problemáticas en ecología; en la ciencia ha sido una idea muy apreciada desde principios del siglo XX (Clements, 1916) y a nivel escolar, universitario y popular la idea ha tenido una gran peso en la medida en que señalaba una composición o estructura de los ecosistemas como un ideal a conseguir o recuperar. Mientras el equilibrio en la ciencia va unido a rasgos termodinámicos del ecosistema (Margalef, 1997) en la interpretación popular y en la que encontramos en los alumnos los ecosistemas en equilibrio toman los rasgos de una comunidad humana idealizada.

En el cuadro siguiente, adaptado del de Pozo y Crespo (1998) se analizan los elementos de una posible progresión conceptual para el estudio de los ecosistemas y los cambios que en ellos ocurren.

Conclusiones

La progresión en la estructura conceptual que plantean Pozo y Gómez Crespo (1998) para el aprendizaje de la física y la química es también útil para la ecología y en concreto para los cambios en los ecosistemas.

Es útil en la medida en que es común a estas tres ciencias y por tanto puede postularse que hay una línea de progresión conceptual para las tres disciplinas.

Sin embargo uno de los elementos conceptuales clave, los cambios con conservación y el concepto de equilibrio, presentan dificultades distintas para la enseñanza de la ecología que para la de la física y química. Mientras que en estas la dificultad reside percibir el equilibrio como un proceso de interacción entre fuerzas o entre sustancias, en ecología la dificultad reside en la idealización del concepto de clímax o equilibrio ecológico. Por otra parte, muchos de los ecólogos actuales rechazan la utilización de este concepto y, en todo caso, no existe en la actualidad una definición científica consensuada.

La propuesta de una progresión de cambio conceptual no significa una estrategia de enseñanza, porque el análisis realizado por el cambio conceptual estima que hay pautas análogas de cambio conceptual en el aprendizaje del alumno con el propuesto por la filosofía de la ciencia contemporánea (Marín, 1999). Pero sin embargo, sí puede valer para el profesorado, para fijar una ruta de trabajo con los alumnos que lleve implícito estrategias diversas de enseñanza. Por otra parte aunque el conocimiento declarado no corresponde siempre a el verdadero conocimiento de los alumnos, si coincide con el que otros investigadores

encuentran en las teorías implícitas de los alumnos.(Leach y Driver, 1992, 1996)

Referencias bibliográficas

Clements, F. E. (1916). *Plant Succession: An analysis of the Development of Vegetation*. Washington: Carnegie Institution.

Chi, M. (1992). Conceptual change within and across Ontological Categories: Examples from Learning and Discovery in Science. En R. Giere (Ed.) *Cognitive Models of Science. Minnesota Studies in the Philosophy of Science* (pp. 129-186). Minneapolis: University of Minnesota Press

De la Gándara, M. y Gil, Mª J. (1995). El lenguaje oculto en los libros de texto: "El caso de la Adaptación se los Seres Vivos", *Aula de innovación educativa*, 43, 35-39.

Golley, F. B. (1993). *A history of the ecosystem concept in ecology: more than the sum of the parts*. New York: Vail-Ballou Press.

Leach, J., Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms, *International Journal of Science Education*, 18 (2), 129-141.

Leach, J., Driver, R., Scott, P.,Wood-Robinson, C. (1992). *Progression in understanding of ecological concepts by pupils aged 5 to 16*. Leeds: The University of Leeds.

Margalef, R. (1997). *Our Biosphere*. Ecology Institute. Oldendorf/Luhe (Germany)

Marín Martínez, N. (1999) Delimitando el campo de aplicación del cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 80-92

Posner, J.F., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982) Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 221-227

Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

She, H. (2004) Fostering Radical Conceptual change trough dual-situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (2), 142-164

Shrader-Frechette, K.S. y McCoy, E.D. (1993) *Method in Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vosniadou, S. (2001). Conceptual change research and the teaching of science, En H. Behrendt et. al (Ed) *Research in Science Education-Past, Present, and Future*, (177-188). Dordrecht: Kluwer Academic Press

PROGRESIÓN EN LA ESTRUCTURA CONCEPTUAL PARA LA DINÁMICA DE LOS ECOSISTEMAS			
		EN LOS ALUMNOS →	**EN LA CIENCIA**
	ONTOLOGÍA	EVENTO (CON INICIO Y FINAL) →	PROCESO DE INTERACCION ENTRE ESPECIES Y MEDIO
	EPISTEMOLOGÍA	TELEOLÓGICAS: VITALISTAS DETERMINISTAS →	INTERACCIONES FUNCIONALES INTERACCIONES ENTRE ORGANISMOS
ELEMENTOS DE LA SUCESIÓN	CAUSALIDAD	SIMPLE: acción o dejación directa sobre el ecosistema →	INTERRELACIONES ECOLOGICAS
	ESTABILIDAD	SIN CAMBIOS/ EQUILIBRIO →	MAXIMIZACION DE FUNCIONES /RESISTENCIA/ELASTICIDAD
	CARACTERÍS-TICAS	SOLO ADICIÓN DE ESPECIES →	ADICIÓN Y SUSTITUCIÓN DE POBLACIONES
		SOLO DIVERSIDAD →	DIVERSIDAD, BIOMASA, PRODUCTIVIDAD
	IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN DE LOS ECOSISTEMAS	COMUNIDAD HOMOGÉNEA FINAL →	COMUNIDAD HETEROGENEA NO-EQUILIBRIO

Tabla 1: La primera columna indica la estructura para el cambio conceptual, la ontología y epistemología del proceso u hecho científico y los electos conceptuales importantes. La segunda y tercera columna indican la distancia entre las ideas de los alumnos y la ciencia para cada una de los dimensiones del cambio.

Algunas reflexiones críticas sobre la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

José Otero (1) y Vicente Sanjosé (2)

(1) Universidad de Alcalá, (2) Universidad de Valencia

Resumen: La investigación educativa en general, y la que se realiza en didáctica de las ciencias experimentales (DCCEE) en particular, está siendo criticada por voces expertas por su baja calidad metodológica y por sus bases teóricas borrosas e inmanejables. Un porcentaje no pequeño de trabajos realizados en la actualidad en España adolece de problemas similares a éstos, lo que limita su validez y fiabilidad para ser incorporados al cuerpo de conocimientos. Con ejemplos anónimos pero reales, la presente contribución intenta mostrar algunos de estos problemas y quiere invitar a la sociedad de didactas de las ciencias a realizar el esfuerzo necesario para cambiar la cultura investigadora de "soluciones inmediatas para problemas educativos muy complejos".

Palabras clave: calidad y relevancia de la investigación en didáctica de las ciencias experimentales; validez y fiabilidad de las contribuciones.

Title: Some critical thoughts about research in Science Education.

Abstract: Many expert voices criticize Educational research in general, and the one carried out in Science Education, due to its low methodological quality and its theoretical grounds and concepts, fuzzy and unmanageable. In Spain a non small percentage of works have similar problems just now and so they have limited reliability and validity in order to be incorporated to scientific knowledge corpus. The present paper tries to show some of these important problems using anonymous but real examples, and to call the science education society to make the efforts needed to change the research culture of "immediate solutions to very complex educational problems".

Keywords: quality and relevance of the science education research; validity and reliability of the contributions.

Introducción

Las características de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCCEE) como área o campo de conocimiento en España han sido y siguen siendo debatidas en numerosos artículos (Gil et al., 1999, Porlán 1998, Aduriz e Izquierdo 2002, Barberá 2002). Este debate se puede enmarcar en las numerosas reflexiones que se hacen sobre la validez de los métodos y resultados de la investigación educativa, en general, y sobre las limitaciones de la Educación como ciencia social frente a otras ciencias maduras como la Física o la Química (Berliner, 2002). El cuestionamiento de si existe una 'ciencia de la educación' y su incidencia en la práctica es constante en mucha literatura educativa. Por ejemplo, Elkind (1999, p. 271) afirma que "*Es extraordinario que tengamos una vigorosa disciplina de investigación educativa y sin embargo falte algo que pueda ser llamado ciencia de la educación*". Levin y O'Donnell (2000) se refieren al valor y aceptación de la investigación educativa: "*La investigación educativa tiene un déficit de credibilidad en parte por desacuerdos en el campo sobre lo que constituye*

"investigación", y por el rechazo a la investigación educativa que parece crecer..."(p. 183). Hay además, muchos autores que cuestionan el impacto de la investigación educativa en la práctica. Por ejemplo, basándose en estudios históricos sobre la forma de enseñar de los profesores norteamericanos desde 1880 a 1990, Reese (1999) afirma que "*Mientras la mayor parte de las escuelas secundarias se mantenían más centradas en el profesor en términos pedagógicos, las escuelas primarias se movían cada vez mas hacia una enseñanza centrada en el alumno... Esto no ocurrió especialmente como resultado de la "investigación" cuyo impacto real es con frecuencia dificil de identificar. Clases mas reducidas en el día de hoy, comparado con el principio del siglo XX, fueron resultado de los movimientos de los sindicatos de profesores y de los profesionales de la educación, y no especialmente porque la 'investigación' tuviese una influencia poderosa en la toma de decisiones*" (p. 15).

Estudios como los anteriores suscitan dudas razonables, al menos, sobre el sentido y utilidad de una actividad intelectual como la investigación educativa, en general, y la investigación en el área de la DCCEE, en particular. La discusión sobre la orientación actual de la investigación en DCCEE debe considerar el carácter "constructivo" del conocimiento. Este carácter constructivo está especialmente destacado por los investigadores del área de DCCEE cuando se refieren al conocimiento científico desarrollado por los alumnos, pero raramente tomada en serio cuando se refieren a su propio conocimiento. Este conocimiento propio se caracteriza por lo que Van Dijk (2003), llama "conocimiento de grupo", construido individual y socialmente.Las críticas que se puedan hacer a esta construcción se basan por tanto en el hecho de que la DCCEE no se puede considerar un reflejo de "las cosas tal como son" (hechos relacionados con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias) sino que es producto de decisiones de los componentes del grupo. Estas decisiones se refieren, al menos, a los *problemas* que se seleccionan para su estudio, los *conceptos y teorías* que se utilizan, los *métodos* que se emplean para producir conocimiento, y las decisiones sobre la validez y significado de los *resultados* obtenidos. A continuación se analizan algunas características de estas decisiones.

Complejidad de los problemas

La sociología del conocimiento ha mostrado que los problemas que estudia una disciplina no deben considerarse como obvios e impuestos unívocamente por la realidad con la que se trata: "*Se acepta desde Weber que la elección del tema de investigación es una elección pre-científica e influenciada por una variedad de móviles acientíficos... El área de posibles trabajos no esta limitada; es, al contrario, infinita de modo que las preguntas no hechas pueden quedar para siempre sin respuesta*." (Lamo, p. 97). Por ello parece razonable mantener que la elección de los problemas que estudia la DCCEE participa de esta arbitrariedad y que es lícito preguntarse sobre lo acertado de los problemas *construidos* por los investigadores en DCCEE.

Una de las características de lo que Kuhn llama "ciencia normal", es trabajar sobre "puzzles" resolubles y no sobre problemas de resolución

incierta. En las ciencias maduras existe una despreocupación explícita por los problemas que no se pueden tratar con probabilidades de éxito usando las herramientas disponibles dentro del paradigma vigente. Esto es así porque el conocimiento que se quiere producir es básico, es decir, con un origen alejado de la solución de problemas prácticos y de relevancia inmediata, y encaminado, mas bien, a encontrar pautas y construir leyes generales y teorías (Labaree, 1998). Esto diferencia las ciencias de las tecnologías, cuya preocupación es dar solución a problemas complejos de la vida diaria. La Historia muestra que, mucho antes de disponer de explicación científica para muchos problemas, los humanos habían encontrado soluciones tecnológicas para ellos (piénsese, por ejemplo, en el uso de combustibles y de la combustión sin conocimientos químicos, o de hierbas curativas sin conocimientos farmacológicos). La vertiente más sobresaliente de la Educación es su aplicación a la formación de ciudadanos y, por ello, las orientaciones predominantes en investigación educativa (y en DCCEE), se preocupan de producir conocimiento aplicado. La necesidad de mejorar los resultados en los sistemas educativos genera cierta presión que impulsa a los investigadores a centrarse en la resolución de problemas prácticos. Pero los problemas de la práctica educativa son enormemente complejos. Como consecuencia, los problemas abordados son con gran frecuencia demasiado complejos para las herramientas científicas existentes y los educadores siguen usando tecnología pre-científica para dar solución a sus problemas cotidianos.

Sin embargo, y a pesar de la incapacidad de las herramientas científicas disponibles para dar respuestas aceptables a problemas tan complejos como los educativos en la práctica diaria, los investigadores se empeñan en ofertar y aconsejar rápidamente las soluciones, parciales, inciertas. El resultado es con frecuencia, el fracaso y la consiguiente pérdida de confianza de los profesionales y de la sociedad. Un ejemplo en el área de la formación del profesorado (por supuesto, no limitada solo a la DCCEE) es el informe *Meeting the Highly Qualified Teachers Challenge,* sobre la formación inicial del profesorado de los niveles preuniversitarios, que emitió en Julio de 2002 la Oficina de Educación Postsecundaria de la Secretaría de Educación de EE.UU (equivalente al Ministerio de Educación). En él se solicita, en esencia, el desmantelamiento del sistema de formación de profesores, eliminando el componente pedagógico y limitándolo a la formación en la materia de enseñanza y desarrollando su habilidad verbal, porque: "*Hay pocas pruebas de que los cursos de las escuelas de educación conduzcan a una mejora en los logros de los estudiantes*" (2002, p.19). Las bases del informe, sin embargo, son criticadas por otros autores en un debate típico sobre la forma en que diversas variables, y en particular las vinculadas al profesor, influyen en el rendimiento académico de los alumnos (Darling-Hammond y Youngs, 2002). Voces similares que expresan esta complejidad pueden encontrarse también en la literatura educativa española. Solís y Porlán (2003) indican que "*no parece existir una perspectiva en el horizonte que nos permita pensar en una solución a una problemática como es la de la Formación de este profesorado [de Secundaria en general y de Ciencias en particular]"*

Por tanto, una opción merecedora de una atenta consideración por los investigadores en DCCEE es el abandono de los problemas tan complejos

que han sido tratados típicamente hasta el momento y la reorientación hacia problemas más sencillos y accesibles, aun a costa de su relevancia inmediata, pero para cuya solución exista una cierta probabilidad de éxito.

Conceptos discutibles

Un segundo problema que aqueja a la investigación en DCCEE es la debilidad de los conceptos y teorías utilizados. Esta debilidad se manifiesta de diversos modos. En primer lugar, los conceptos que se utilizan tienen, con frecuencia una definición deficiente lo que implica la imposibilidad de su operacionalización y uso controlado en un trabajo experimental. Por ejemplo, un investigador en DCCEE puede afirmar que "*The difference in our proposal is that the type of problem is even more open*". Se da por supuesto que el lector sabe cuantificar y graduar el grado de "apertura" de un problema. Pero ¿cómo se cuantifica y gradúa esta apertura?; ¿en términos de qué variables se puede establecer de un modo objetivo que un problema es más abierto que otro? Todo el mundo parece entender bien esta variable en conversaciones "de café", pero no está tan clara cuando cuantificarla y tratarla de un modo científico. Y esto pasa muy a menudo. Piénsese, por ejemplo, en la extrema dificultad de definir de un modo operativo y objetivo, de cuantificar y de medir de un modo fiable conceptos que se manejan con frecuencia tales como "motivación", o "actitudes hacia".

En otras ocasiones se utilizan recursos teóricos de una complejidad inmanejable y artificial. Por ejemplo, un investigador puede afirmar que: "*Donde el modelo reticular difiere fundamentalmente del jerárquico es en la insistencia de que hay un proceso complejo de ajuste mutuo y justificación mutua que ocurre entre todos los niveles de los compromisos científicos... Demandas axiológicas, metodológicas y factuales están inevitablemente interconectadas en relaciones de mutua dependencia. El orden implícito en la aproximación jeráquica debe dará lugar a una clase de principio nivelador que enfatiza los patrones de dependencia mutua entre estos varios niveles*..."

A muchos investigadores competentes les resultará extremadamente difícil saber a qué compromisos científicos se refiere el autor o entender qué es el "principio nivelador que enfatiza patrones de dependencia".

Las debilidades de los conceptos y teorías puestas en juego, quedan muchas veces enmascaradas bajo un lenguaje sofisticado, barroco y complejo que, sin embargo, no logra esconder mensajes a menudo triviales. Este tipo de prosa ha sido criticada por Mathews (2000) utilizando ejemplos como el siguiente, tomado de la literatura de DCCEE:

Como la coparticipación implica la negociación de un idioma compartido, el foco está a sostener un sistema dinámico en el que los recursos discursivos evolucionan en una dirección que está limitada por los valores de la mayoría cultural mientras se demuestra respecto hacia los hábitos de los participantes de minorías culturales, siempre en guardia para debilitar la violencia simbólica."

Matthews ha encontrado un modo de "traducir" al lenguaje llano la mayor parte de los párrafos de la literatura especializada. Por ejemplo, el párrafo anterior se reduciría a la siguiente idea elemental, nada sofisticada y, desde luego bien conocida: *"Se debe enseñar de un modo que respete los valores*

culturales". Uno puede preguntarse cuál es la aportación al conocimiento científico de una investigación que transmite mensajes de tal novedad.

Una forma de complejidad conceptual injustificada es el recurso a conceptos vagos con referentes inciertos. Por ejemplo, un autor puede afirmar que: "*En nuestro caso, el diseño curricular se articula para ser llevado a la práctica en un determinado contexto y representa, en realidad, una propuesta teórico-práctica de investigación y desarrollo del currículo que expresa una visión del conocimiento y un concepto del proceso de investigación".*

Con la información proporcionada por el investigador es muy difícil que el lector sepa a qué visión del conocimiento y a qué concepto del proceso de investigación se refiere la propuesta.

Otra forma de complejidad conceptual injustificada es la que resulta de conceptos con atributos o características inconsistentes. Por ejemplo, se puede afirmar que: "*El esquema, totalidad dinámica organizadora de la acción del sujeto para una clase de situaciones específica es, por lo tanto, un concepto fundamental de la psicología cognitiva y de la didáctica. No siempre es reconocido como tal. Por otro lado, carece de análisis. Incluso percibiendo fácilmente que un esquema está compuesto por reglas de acción y por anticipaciones, ...está también compuesto, de modo esencial, por invariantes operatorios... y por inferencias".*

¿Cómo puede afirmarse la existencia de una 'totalidad dinámica organizadora de la acción del sujeto' que, al mismo tiempo, carece de análisis? Si el significado es que no es posible analizarlo, entonces, ¿no es estudiable o no es cognoscible? Si el significado es que no puede ser reducido a partes definibles, ¿cómo se puede afirmar que está compuesto por 'reglas de acción', 'anticipaciones', 'invariantes operatorios' e 'inferencias'?

Finalmente, otra faceta de la debilidad conceptual del conocimiento generado por la investigación en DCCEE es la que ponen de manifiesto afirmaciones de valor y novedad dudosas. En ocasiones se solemniza lo obvio o se presentan viejas propuestas como si se tratasen de novedades:

El proyecto curricular se hace, se evalúa y modifica con la experiencia (Kirk, 1991) siendo en la propia práctica donde se valora su pertinencia. En consonancia con las ideas de Stenhaouse (1987), entendemos el currículo como una propuesta a experimentar en la práctica...

¿Cuál es la situación en la cual los proyectos curriculares se modifican sin tener en cuenta la experiencia? ¿es digna de ser considerada como alternativa?

Métodos inapropiados

Una parte importante del debate sobre la calidad de la investigación educativa se refiere a los métodos utilizados. La investigación en DDCCEE parece amoldarse al patrón descrito por (Levin y O'Donnell, 1999, p. 193):

Lamentablemente en la investigación educativa de hoy día, más que subscribir los principios del método científico de teoría, hipótesis/predicción, manipulación sistemática, observación, análisis, e interpretación, más y más investigadores están suscribiendo lo que podrían llamarse los principios ESP de Examinar, Seleccionar y Prescribir. Por ejemplo, un investigador puede decidir examinar el procesos de enseñanza y aprendizaje en una o mas clases de quinto curso. El investigador no tiene nociones bien definidas sobre los procesos específicos que se deben observar

o de cómo pueden contribuir al rendimiento académico de los alumnos. Con base en sus observaciones, el investigador selecciona ciertos casos de ciertos comportamientos de ciertos estudiantes o ciertos profesores para analizarlos (típicamente en profundidad). A continuación el investigador, pasa a prescribir, digamos, ciertos materiales de enseñanza, métodos de gestión de la clase, o estrategias de interacción que se siguen del análisis.

Los ejemplos de deficiencias metodológicas son numerosos y sólo podemos mostrar algunos ejemplos.

La validez y fiabilidad de las investigaciones en DCCEE es una de las fuentes de problemas metodológicos más importantes. En un trabajo de Soto (2003), se muestra que en una de las líneas de investigación más importantes en DCCEE, como es la de Cambio Conceptual, los trabajos con contenido empírico de alta validez son tan sólo el 36%, mientras el resto contienen una o varias amenazas tipificadas contra la validez interna o credibilidad (Campbell y Stanley 1963; Lincoln y Guba 1985), en especial: la ausencia de asignación aleatoria de sujetos a las condiciones experimentales, ausencia de grupos de control y/o ausencia de diseño con pretest y postest en los trabajos cuantitativos, y en los cualitativos: ausencia de auténtica triangulación, falta de crítica por parte de jueces externos ciegos en la investigación o de control de los sesgos y la subjetividad en los criterios e interpretaciones que impide el seguimiento del proceso y su reproducción.

Otra deficiencia importante por sus consecuencias es la poca cultura de la replicación de experimentos. Hay pocos investigadores que aborden sistemáticamente esta práctica imprescindible para la 'higiene científica'. En el estudio citado (Soto 2003; Soto y col 2005) se muestra que, en el conjunto de 59 trabajos con contenido empírico presentes en 4 de las revistas más importantes de *Science Education*, sólo uno contenía una réplica intencionada de un experimento anterior. Así mismo, es raro encontrar trabajos en los que se utilizan instrumentos de medida estandarizados, ya usados ampliamente. Por tanto, los investigadores suelen diseñar sus propios instrumentos, pero en pocos trabajos han sido sometidos a un proceso de validación y de control de su fiabilidad.

Veamos un típico sesgo en las intenciones del investigador cuando éste emite la siguiente hipótesis: *"Se manifiestan actitudes significativamente más favorables relacionadas con la Ciencia a favor del grupo experimental que ha trabajado con la METODOLOGIA-X, (respecto al grupo control que usa una metodología más tradicional)..."* Y en el mismo trabajo afirma: *"Nuestros objetivos son... (...) que el alumno esté motivado (hacia la Ciencia (...) y hacia el trabajo específico con la METODOLOGIA-X".* Y también: *"(...) La metodología de trabajo va a ser estimulante, activa, creadora".* Si se pretende probar que la metodología alternativa mejora las actitudes hacia la ciencia, el objetivo no puede ser lograr mayor motivación hacia la ciencia y hacia el trabajo propio de la metodología experimental, porque esto muestra un sesgo de intencionalidad que puede (y con frecuencia logra) alterar los resultados (o sus interpretaciones). Para la hipótesis planteada, el objetivo correspondiente debe ser parecido a *'averiguar si la METODOLOGIA-X motiva y estimula más que...*'

Otra de las deficiencias típicas es utilizar las teorías disponibles interpretadas de un modo parcial para tratar de legitimar diseños sesgados, de conveniencia y/o de poca validez. Por ejemplo, un investigador podría afirmar: "*La metodología de trabajo dentro del aula ha estado orientada por el paradigma investigación-acción donde el profesor juega el doble papel de profesor e investigador".* Pero la teoría de investigación-acción, ¿tiene como objetivo crear conocimiento científico o mejorar la competencia profesional docente? ¿Fomenta acaso la subjetividad científica, impide los experimentos ciegos o doble-ciegos, aconseja que sea el propio interesado quien interprete su propia realidad (en la que está involucrado intensamente) y divulgue los resultados como de interés general para la comunidad científica?

Otro ejemplo característico en nuestra área de problemas metodológicos es la tendencia a la prescripción a partir de pocos datos y/o experimentos de validez externa insuficiente. Usualmente, la investigación en DCCEE no realiza muestreos que permitan generalizar los resultados a la población correspondiente, sino que se utilizan lo que se conoce como "muestras de conveniencia", accesibles al investigador. Un investigador puede afirmar algo parecido a esto: "*La fase experimental se llevó a cabo ... con dos grupos... entre 20 y 30 alumnos de .... Educación Secundaria de...(...)".* Y luego decir en la parte final del trabajo: "*Todo esto nos lleva a plantear la necesidad de cambios metodológicos en el aula de ciencias orientados a la utilización de la METODOLOGIA-X ..."*

El consejo o prescripción final no puede ser aceptado dentro del rigor científico, ya que a partir de un cuasi-experimento, con menos de 50 sujetos que no proceden de un muestreo y que no han sido asignados aleatoriamente a las dos condiciones experimentales, no se pueden colegir consecuencias generales tales como cambios necesarios en las aulas.

La inclusión de deseos y apreciaciones subjetivas que no se derivan del diseño experimental ni de los resultados es frecuente. Por ejemplo, en una investigación con un diseño de dos grupos (experimental y control) donde la variable independiente o factor es la metodología utilizada (experimental / tradicional) y sólo se controla el conocimiento previo, un investigador podría afirmar: "*Por otra parte, el uso de la METODOLOGIA-X se ajusta a las capacidades e intereses de los estudiantes. (...) ... ellos mismos (los alumnos) son conscientes de su potencial y tienden a superarse."*

Pero si las variables controladas no incluyen la 'autoconsciencia de potencial', ni la 'tendencia a la superación' de los sujetos, resulta difícil extraer esta conclusión de los datos.

Inconclusión

Si se pretende construir socialmente una ciencia que dé respuesta a los problemas que hoy tiene planteados el mundo de la educación científica, 'la cultura del oficio' que se ha extendido mayoritariamente entre los investigadores de DCCEE debería cambiar sustancialmente de modo que: 1) los problemas que se abordan sean menos complejos y asequibles con las herramientas conceptuales, metodológicas y técnicas disponibles, dando tiempo al desarrollo sólido de teorías explicativas que puedan luego orientar

tecnología práctica; 2) los conceptos empleados sean más inteligibles, operacionalizables y objetivables, de modo que toda hipótesis y/o modelo que los utilice sea, al menos, susceptible de falsación; 3) la calidad metodológica de los diseños experimentales sea optimizada para aumentar la credibilidad (validez interna) y fiabilidad primero, y más adelante la generalización de los resultados de la investigación a poblaciones de interés.

El camino que se propone no es fácil ni rápido, como no lo ha sido para ninguna de las ciencias más desarrolladas, y no proporciona soluciones mágicas a la mayor parte de las complejas preguntas procedentes de la práctica educativa. Lo más fácil es embarcarse en trabajos que proporcionan la excitación de una solución a los problemas planteados, pero la experiencia demuestra que la desexcitación se produce en cuanto se intenta validar el resultado, mucho antes de que esa aparente solución llegue a la práctica. Dichos embarques llevan con frecuencia a la navegación en mares procelosos, en los que el riesgo de naufragio es, tal vez, demasiado alto.

Referencias bibliográficas

Adúriz, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,* 1 (3).

Barberá, O. (2002). El área de "Didáctica de las Ciencias Experimentales" ¿apuesta de futuro o error del pasado? *Revista de Educación,* 328, 97-109.

Berliner, D. (2002). Educational Research: The Hardest Science of All. *Educational Researcher,* 31, (8), 18-20.

Darling-Hammond, L. y Youngs, P. (2002). Defining "Highly Qualified Teachers": What Does "Scientifically-Based Research" Actually Tell Us?. *Educational Researcher,* 31, (9), 13-25.

Elkind, D. (1999). Educational Research and the Science of Education. *Educational Psychology Review,* 11, 271-280.

Feuer, M.J., Towne, L. y Shavelson, R.J. (2002). Scientific Culture and Educational Research. *Educational Researcher,* 31(8), 13-25.

Gil, D. y otros (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 503-513.

Harper, K., Etkina, E., Lin, Y. (2003). Encouraging and Analyzing Student Questions in a Large Physics Course: Meaningful Patterns for Instructors. *Journal of Research in Science Teaching,* 40, 776-791.

Hiebert, J., Gallimore, R. y Stigler, J.W. (2002). A Knowledge Base for the Teaching Profession: What Would It Look Like and How Can We Get One?. *Educational Researcher,* 31, (5), 3-15.

Labaree, D. (1998). Educational Researchers: Living With a Lesser Form of Knowledge. *Educational Researcher,* 27, (8), 4-12.

Levin, J., O'Donnell, A. (1999). What to do about educational research credibility gaps?. *Issues in Education,* 5, 177-229.

Marbach-Ad, G. y Sokolove, P.G. (2000). Can Undergraduate Biology Students Learn to Ask Higher Level Questions? *Journal of Research in Science Teaching,* 37, 854-870.

Mathews, M. R. (2000). Editorial de la Revista, *Science & Education*, 9, 491-505.

Porlán, R. (1998). Pasado presente y futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias,* 16, 175-185.

Reese, W. (1999).What History Teaches About the Impact of Educational Research on Practice. En *Review of Research in Education,* 24. Washington: American Educational Research Association.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de Ciencias de Secundaria en formación inicial ¿Obstáculo o punto de partida? *Investigación en la escuela,* 49, 5-22.

Soto, C (2003). Tesis doctoral. Servicio de publicaciones de la Universitat de Valencia.

Soto,C; Otero, J. y Sanjosé, V. (2005). A review of conceptual change research in science education. *Journal of Science Education,* 6 (1), 5-8.

Van Dijk, T. (2003). The Discourse-Knowledge Interface. En G. Weiss y R. Wodak (Eds.). *Critical Discourse Analysis,* (pp 85-109). New York: Palgrave McMillan.

Indice

COMITÉ ORGANIZADOR

Coordinación general

María Dolores Sánchez González

María Jesús Morales Lamuela

Ángel Luis Cortés Gracia

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
Universidad de Zaragoza

José Miguel Calvo, José Carrasquer, Ana de Echave, Rosario Fernández, Milagros de la Gándara, María José Gil, Aránzazu Hueto, Begoña Martínez

APICE

Roque Jiménez, Alicia Benarroch

Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza

Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza

Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza

COMITÉ CIENTÍFICO

Enrique Banet, Óscar Barberà, Pedro Cañal, Antonio de Pro, Isabel Echevarría, Susana García, Enrique García, María José Gil (coordinadora), Mercé Izquierdo, María Pilar Jiménez, Rut Jiménez, Rosa Martín, Begoña Martínez, Mercedes Martínez, Vicente Mellado, Pedro Membiela, Teresa Nuño, José Otero, Francisco Javier Perales, Rafael Porlán, Manuel Puigcerver, Rosa María Pujol, Emigdia Repetto, Vicente Sanjosé

Indice

Agradecimientos

A Carlos Liesa (Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza), por sus valiosas orientaciones en los momentos iniciales de la organización de este evento; a Agustín Urdangarín (Centro de Documentación Científica de la Universidad de Zaragoza), por la realización de la página web; a María Jesús Ruiz (Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales), por su disponibilidad en los diversos trámites y gestiones que requiere el desarrollo de esta actividad; a Lorena Valdearcos (antigua becaria de colaboración de nuestro departamento) por su ayuda en el trabajo de corrección y maquetación de esta publicación. A los y las colegas del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), por poner a nuestra disposición los archivos y datos correspondientes a los anteriores Encuentros.

El Comité Organizador agradece la colaboración de diferentes personas que, desde las Instituciones Organizadoras y Patrocinadoras, han ayudado con sus recursos y sugerencias a la realización de estos *XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Ángel Luis Cortés Gracia

María Dolores Sánchez González

Zaragoza, junio de 2006