

APLICACIÓN DE UN PROYECTO CURRICULAR DE FÍSICA EN CONTEXTO (16-18 AÑOS): VALORACIÓN DE LOS PROFESIONALES IMPLICADOS

HERRERAS BLANCO, M. LUISA¹ y SANMARTÍ I PUIG, NEUS²

¹ Catedrática y Profesora del Instituto Nacional de Secundaria Guillem de Berguedà (Berga) y profesora vinculada del Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática de la Universidad Autónoma de Barcelona

² Catedrática y Profesora Emérita del Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona

lherrer1@gmail.com

neus.sanmarti@uab.cat

Resumen. *Física en contexto* es un curso de física para estudiantes de bachillerato de 16 a 18 años, aplicado en Cataluña desde septiembre del 2004. En él están involucrados más de cuarenta centros de enseñanza que lo han trabajado con alrededor de mil alumnos. Este estudio identifica algunos de los factores que influyen en su aplicación analizando y reflexionando sobre las dificultades y resistencias que se encuentran en la incorporación del currículo asociado a un proyecto innovador de física contextualizada, así como la formación recibida por el profesorado experimentador. Propone también posibles líneas de actuación para su máximo rendimiento.

Palabras clave. Proyecto de innovación curricular, física en contexto, evaluación, participación del profesorado, formación del profesorado.

Application of a curriculum project of Physics in context (16-18 year-olds): Evaluation of the professionals engaged

Summary. *Physics in context* is a course for students at secondary school (16-18) performed in Catalonia since September 2004, with more than forty schools and about one thousand students involved. This article identifies some of the factors that have influenced on its implementation, analyzing and reflecting on the difficulties and resistances it finds in the incorporation of the curriculum associated to an innovation project of physics in context, as well as the formation they had received teachers who experienced it.

Keywords. Innovation project, Physics in context, assessment, teacher participation, teacher training.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho generalizado el descenso del número de alumnos de la modalidad de ciencias en bachillerato y, en particular, en la materia de física. Como consecuencia, aún es menor el de quienes llegan a realizar estudios posteriores en esta rama (ANQUE, 2005; Rocard, 2006). Una de las hipótesis que explica esta situación es la distancia entre el currículo que se ofrece al alumno y el entorno en que éste se mueve, hasta el punto de que tiene serias dificultades para encontrarle algún sentido a aquello que se le enseña. Una de las respuestas para afrontar este problema consiste en desarrollar currículos

Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS). En esta línea, en el marco del Centro de Documentación y Experimentación en Ciencias (CDEC), se está experimentando en Cataluña desde el año 2004 un proyecto de física en contexto (Grupo Salters, 2006), adaptado, inicialmente, del inglés Salters-Horners Advanced Physics (SHAP), en el que actualmente están implicados más de cuarenta profesores y cerca de un millar de alumnos.

Esta investigación forma parte de un proceso que, después de estos años de experimentación en varios centros

de educación secundaria, ha desembocado en el estudio del significado que ha tenido su aplicación en la práctica educativa, con la finalidad de reflexionar sobre esta clase de innovación y de evaluar sus implicaciones en el contexto escolar.

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y MOVIMIENTO CTS

En los últimos años los currículos de ciencias experimentales hacen una decidida apuesta por la contextualización de los programas. A partir de la evidencia incuestionable de la falta de operatividad de unos currículos obsoletos, tanto porque los cambios sociales y tecnológicos los han convertido poco a poco en irrelevantes, como porque desde la investigación educativa se ha demostrado su poca significatividad y su falta de relevancia para la sociedad (Reiss, 2000; Osborne et al., 2003), desde campos y organismos muy diversos se argumenta la necesidad de un progresivo (pero radical) cambio que conduzca decididamente hacia una enseñanza de las ciencias basada en proyectos CTS (Caamaño et al., 2001).

La alfabetización científica ha sido un objetivo prioritario de la enseñanza de las ciencias desde hace ya años (Marco-Stiefel, 2001). Con diferentes contenidos, parece que el término fue utilizado por primera vez por Paul DeHart Hurd en 1958 para describir la capacidad de los alumnos de vivir al ritmo de los descubrimientos científicos, de continuar aprendiendo y de abrirse a las posibilidades culturales que ofrece la ciencia. Por ejemplo, el proyecto SCIS (Science Curriculum Improvement Study), iniciado en los años 60 por Karplus y Their (1967), ya tuvo como finalidad promover la alfabetización científica.

Pero es a partir de los años ochenta cuando se comenzaron a diseñar currículos focalizados en el contexto social, y se entendió la alfabetización científica como la capacidad de utilizar los conocimientos científicos en la toma de decisiones personales o sociales. Se empezó a trabajar con problemas abiertos, que admiten fundamentar científicamente respuestas distintas, y es entonces cuando toma fuerza el movimiento CTS, que ha dado lugar a muy diversos proyectos. En ellos se tratan temas de interés para todos los alumnos, incluyendo aquellos que no piensan continuar estudios en el campo científico.

El debate sobre los saberes que deberían enseñarse en el aula es uno de los más apasionantes y que ha levantado opiniones más diversas. Tal como indican Bennett y Holman (citados en Chamizo e Izquierdo, 2005), *«es necesario preguntarse qué explicaciones científicas e ideas sobre la ciencia son necesarias para que los estudiantes den sentido a su vida futura en un mundo dominado por la ciencia y excluir rigurosamente todo aquello que no cumple este criterio de selección»*. Desde un enfoque CTS, los contenidos curriculares seleccionados no responden a una ciencia dogmática y cerrada, ya que surgen de la necesidad de dar respuesta a situaciones problemáticas (Chamizo e Izquierdo, 2005).

Sin embargo, hay muchas maneras de enfocar los currículos CTS y de seleccionar y promover la construcción de los conceptos y modelos teóricos propios de la ciencia. Así, Bybee (1993) clasificó los currículos CTS según estuvieran más centrados en la adquisición de conocimientos, de procedimientos, o en el desarrollo personal y social. Actualmente, la noción de «contexto» se considera básica en este tipo de currículos y no hay duda de que enseñar ciencias a partir del análisis de situaciones o problemas reales es un nuevo reto para el profesorado (Whitelegg y Parry, 1999; Gilbert et al., 2010).

La manera de utilizar el contexto (las aplicaciones de la ciencia y las interacciones entre la ciencia y la sociedad) diferencian dos enfoques CTS: en uno se parte de los conceptos para interpretar y explicar el contexto, y en el otro se parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos. Este último enfoque es el que propiamente se denomina «enfoque basado en el contexto» (o, lo que es lo mismo, las aplicaciones primero), es el que está siendo introducido en las reformas curriculares de muchos países y es una de las características de la enseñanza de tipo competencial (Plana et al., 2005).

CTS es tanto un campo de estudio e investigación como una propuesta educativa innovadora de carácter general. Desde la primera perspectiva, trata de comprender mejor la ciencia y la tecnología en su contexto social, abordando las relaciones mutuas entre los desarrollos científicos y tecnológicos y los procesos sociales. Desde la segunda, constituye un nuevo planteamiento radical del currículo en todos los niveles de enseñanza (Acevedo, 2001), caracterizado no sólo por su contextualización, sino también por introducir una gran diversidad de estrategias y técnicas de enseñanza.

La principal finalidad de la educación CTS es potenciar la alfabetización en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y promover la acción ciudadana en la resolución de problemas científico-tecnológicos en nuestra sociedad (Membiela y Padilla, 2005). Esta finalidad es la recogida desde la visión competencial del aprendizaje en el documento elaborado en el marco del proyecto de evaluación PISA por una comisión de expertos en didáctica de las ciencias presidida por Rodger Bybee (OECD-PISA, 2006).

EL PROYECTO SHAP Y SU ADAPTACIÓN EN CATALUÑA

Cualquier cambio curricular en profundidad exige revisar no sólo qué enseñar sino también cuándo y cómo se enseña, qué experimentos y materiales didácticos se utilizan, y cómo se evalúa. Por ello, desde los años 60 los currículos que realmente se proponen tales cambios en la enseñanza de las ciencias se organizan en proyectos que incluyen no sólo nuevos libros de texto, sino materiales didácticos de todo tipo y procesos de formación del profesorado (Science Education Group, 2001; Ogborn et al., 2001).

En esta línea de trabajo, el proyecto británico SHAP es un curso elaborado por el Science Education Group (SEG) de la Universidad de York, que presenta la física de una manera contextualizada para 16-18 años. Fue experimentado y evaluado entre los años 1998-2000.

En contraposición a los métodos tradicionales, los estudiantes empiezan explorando una situación (contexto) relacionada con la ciencia asociada que se estudia a continuación. Los contextos son un vehículo para estudiar física y un medio de proporcionar interés y racionalidad, pero no una finalidad en sí mismos (Swinbank, 2003).

Para su aplicación en Cataluña hizo falta una adaptación que inició, el curso 2004-2005, un grupo de profesores vinculados al CDEC (Herrerías, 2008; Plana et al., 2005) teniendo presentes los siguientes aspectos:

- El currículo de física en nuestro país y el contenido de las pruebas de acceso a la universidad.

- El tiempo disponible: cada curso de física es de 3 horas semanales. Numerosos contenidos del proyecto original tienen que obviarse en una adaptación realista.

- Los recursos de nuestros centros (equipamientos, *software*); todo el curso hace un uso importante de las TIC, utiliza la consulta de páginas web y las simulaciones por ordenador (Java, Interactive Physics...). Incorpora también el uso de sensores para el registro de datos informatizados, tanto en el laboratorio como en el trabajo de campo, y su posterior procesamiento.

- Los contenidos se organizan en seis grandes temas (tres en cada uno de los dos cursos).

- Cada tema se estructura a partir de una situación concreta (el contexto), desde la que se plantea una batería de preguntas, cuya respuesta exige introducir una serie de hechos, conceptos y principios físicos.

- Los contextos utilizados poseen relevancia social para el alumnado y perduran en el tiempo.

- Las actividades son numerosas y variadas a fin de que los docentes puedan elegir de acuerdo con su estilo e intereses (y los de su alumnado) o la disponibilidad de tiempo. Persiguen también objetivos diferentes: comparar, definir, explicar, aplicar...

- Las actividades se organizan siguiendo un ciclo de aprendizaje: el tema comienza por una o más actividades iniciales para que el alumnado tome conciencia del problema; se plantean a continuación numerosas actividades introductorias de nuevos conceptos que promueven el análisis de hechos, la elaboración de explicaciones y la expresión de las mismas mediante diferentes lenguajes; por último, se plantean actividades de aplicación para que el alumnado adquiera seguridad en el uso de nuevos modelos, favoreciendo el establecimiento de relaciones entre situaciones diferentes.

Actualmente, los materiales del proyecto «Física en contexto» están siendo adaptados a la nueva plataforma di-

gital ARC (Aplicació de Recobriment Curricular) del Departament d'Educació de la Generalitat para que todo el profesorado interesado pueda utilizarlos libremente en el aula.

Formación del profesorado que aplica el proyecto

El profesorado que se interesa en el proyecto tiene acceso a un curso de 15 horas que se oferta dos veces en cada año académico, para valorar la posible aplicación en su centro; si se integra en el grupo experimentador, participa de una formación continuada con reuniones mensuales, bien de seguimiento (si es el primer curso), bien de ampliación. En ellas se temporiza, se comentan dificultades, se experimentan actividades novedosas, se trabajan aspectos mejorables del proyecto, etc.

Se cuenta también con una plataforma de cooperación *on-line*, la Moodle del CDEC, donde existe un espacio para mantener la comunicación mediante fóruns de debate, etc. Al final de cada año académico, el profesor ha de responder un cuestionario de valoración del curso.

CURRÍCULOS OFICIALES DE BACHILLERATO DE FÍSICA EN ESPAÑA E INFORMES INTERNACIONALES

En esta primera década del siglo han sido muchos los países que iniciaron procesos de reforma de sus sistemas educativos y de revisión del currículo de ciencias, insistiendo en la adquisición de competencias y en la formación científica de los estudiantes con el objetivo de alcanzar niveles satisfactorios de alfabetización científica para todo el alumnado.

En abril del 2006 se publica el Informe Rocard: «Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe», redactado por un grupo de expertos de una comisión para la ciencia y la investigación del Parlamento Europeo, en el que se afirma: «*Es necesario que todo ciudadano adquiera una cultura básica en ciencias para desarrollarse de una manera crítica en la actual sociedad del conocimiento, para comprender, analizar, tomar decisiones informadas sobre problemas como los del medio ambiente, la salud propia y colectiva, etc.*»

Este informe recoge el creciente desencanto que muestra el alumnado hacia las ciencias y apunta a que una de las posibles causas se relacione con la manera como se enseñan. Propone cambios para pasar de una ciencia transmisiva y descriptiva a otra fundamentada en la indagación, que favorezca plantear preguntas y resolver problemas, pensar y hablar en torno a experimentos, construir modelos, planificar investigaciones, buscar evidencias, argumentar decisiones, etc. Todos estos aspectos están relacionados con el trabajo en competencias que promueven los nuevos currículos.

En España, el Real Decreto por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mí-

nimas (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007) recoge que la **física** es una materia de la modalidad de Ciencias y Tecnología, que tiene que contribuir a la formación del alumnado para su participación como ciudadanos y como miembros de la comunidad científica, en la necesaria toma de decisiones en torno a los problemas con los que se enfrenta hoy la humanidad. Paralelamente, el currículo debe incluir contenidos de todo tipo que permitan abordar con éxito estudios posteriores, ya que la física es una materia que forma parte de los contenidos de carácter científico y técnico.

La secuenciación de los contenidos en el proyecto SHAP y en el de su adaptación en Cataluña es distinta de las propuestas en el currículo actual, pero éste ofrece la posibilidad de plantear alternativas: «*El orden en el que se presentarán los contenidos dentro de cada curso no tiene que coincidir necesariamente con el orden en el que aparecen (...); por ejemplo, pueden presentarse en unidades basadas en los contextos que combinen contenidos de diferentes apartados de los aquí presentados o en otros criterios.*» (Generalitat de Catalunya, 2008.)

OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo es identificar y analizar algunos de los factores que influyen en la aplicación de un proyecto innovador de física en contexto para el bachillerato, así como sus puntos fuertes y sus debilidades, con la finalidad de plantear propuestas para mejorarlo y generalizarlo.

En concreto, nos ha interesado el punto de vista del profesorado que lo aplica, así como el de los expertos en didáctica de las ciencias, con relación a:

– *El currículo asociado al proyecto:* Qué es lo que de él se valora y por qué, cómo lo aplica el profesorado implicado, cómo cree que se adapta a las exigencias de las pruebas externas de acceso a la universidad y si percibe que sea mejorable.

– *La formación recibida mientras se aplica el proyecto y su influencia sobre posibles cambios personales o del entorno más inmediato:* Qué es lo que motiva al profesorado experimentador a aplicarlo, qué significado metodológico, tecnológico y didáctico ha tenido sobre su práctica docente y la de su entorno, y también sobre el alumnado.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluar un proyecto supone, entre otros aspectos, analizar sus efectos sobre los profesores y sobre los alumnos a partir de observar qué sucede en diferentes momentos de su aplicación: en el aula, en la preparación de las clases, en las sesiones de formación presenciales y virtuales, en reuniones formales e informales... (Stenhouse, 1984).

En una investigación evaluativa confluye una doble dimensión: la formativa y la sumativa. La evaluación formativa sirve como retroalimentación y guía, influyendo en el diseño de un currículo a través de las sucesivas revisiones de la fase de desarrollo (orientada a la mejora). Su objetivo es comprender y mejorar un proyecto. La evaluación sumativa se ocupa de la apreciación del currículo tal como se ofrece al sistema escolar (centrada en el impacto y los resultados del proyecto). Se busca sintetizar, descubrir o juzgar los resultados de este proyecto y tomar decisiones sobre su continuidad. Su función reguladora del proceso permite al equipo que ha diseñado y aplicado la acción docente contar con una información válida y fiable que posibilita asignar el valor de la innovación realizada (Bonil, 2008).

La investigación que hemos desarrollado es evaluativa porque valoramos un proyecto educativo a partir de un proceso sistemático de recogida y análisis de información y porque podremos tomar decisiones alternativas (Latorre et al., 2003), y fundamentalmente formativa, ya que describe cómo está llevando a cabo el profesorado la aplicación del proyecto de física en contexto en los centros de enseñanza con la finalidad de mejorar la práctica.

Población, muestra e instrumentos utilizados para la recogida de datos

La población de la investigación está constituida por todos los profesionales relacionados con el proyecto, es decir, profesorado experto en el campo del diseño de proyectos innovadores para la enseñanza de las ciencias, profesorado adaptador del proyecto original inglés y profesorado experimentador.

El principal instrumento de recogida de datos fue la entrevista, y se realizó a una muestra de ocho profesionales de la educación:

- profesor responsable de que se llevara a cabo el diseño del proyecto, así como del organismo que hace de apoyo en todo el proceso de aplicación (A1),
- especialista en didáctica de la física vinculado al proyecto (A2),
- profesor especialista en proyectos de innovación, en formación del profesorado, adaptador y experimentador (C1),
- profesor coordinador, adaptador y experimentador (C2),
- profesorado experimentador (B1D, B1R, B2, B3).

Las *entrevistas* han buscado obtener información sobre las motivaciones para participar en el proyecto, la fuente que le llevó a conocerlo, los objetivos que esperaba conseguir, la valoración de la formación recibida al inicio y a lo largo del proceso, los cambios metodológicos que le ha supuesto, la estrategia de aula seguida y la valoración del proyecto desde la perspectiva del profesorado como resultado de su experiencia.

El tipo de entrevistas que hemos realizado han sido intensivas y guiadas, ya que teníamos una serie de temas predeterminados. Son también semiestructuradas (Patton, 1987), pues consideramos que es la estrategia de obtención de información y recogida de datos más adecuada para nuestra investigación. Su diseño contaba con preguntas abiertas y, en algún momento, semiabiertas para conocer la valoración del entrevistado sobre algún aspecto concreto no mencionado.

Las entrevistas han sido realizadas por la misma investigadora. En ocasiones, si convenía, se modificaban las preguntas y/o el orden de las mismas, a medida que iba transcurriendo; y en una de ellas se entrevistó a dos profesores del mismo centro a un tiempo, con la finalidad de profundizar en las posibles respuestas con el intercambio de opiniones.

Además de las entrevistas, también se han realizado observaciones en el aula a cinco profesores (ver tabla 1) y se han utilizado las valoraciones de las actividades del proyecto redactadas por el profesorado experimentador, las intervenciones en los foros creados dentro de una plataforma *moodle* y las respuestas a cuestionarios de valoración.

La utilización de este segundo instrumento se llevó a cabo para poder entender el escenario en el que se desarrolla la aplicación del proyecto al observarlo directamente, pudiendo obtener así una perspectiva global (Patton, 1997). Así hemos podido recoger información no explicitada en las entrevistas, al tiempo que nos eran útiles para aclarar aspectos difíciles de entender sin su concurso.

Con esos datos (cuyo análisis se ha triangulado entre la investigadora –primera firmante del artículo y también entrevistadora y observadora en esta investigación– y

dos personas más, especialistas en didáctica de las ciencias, la segunda firmante y una tercera, a fin de validarlo) se buscaba disponer de una «fotografía» tomada a diferentes profesores, con puntos de vista diversos y en momentos distintos. Se pretendía saber qué pensaban y, en el caso de los profesores experimentadores, cómo aplicaban el proyecto en el aula.

Instrumento para el análisis de datos y resultados

En consonancia con los objetivos del estudio, el análisis de los datos se ha realizado teniendo en cuenta:

a) Aspectos relacionados con cambios en el currículo aplicado y materiales utilizados.

b) Aspectos relacionados con la formación, cambios e incidencias de los profesores y de su entorno en la aplicación del proyecto.

Las categorías de análisis en relación con cada uno de estos ámbitos se han generado de manera diferente:

En cuanto al primero, las categorías se basan en los distintos aspectos que definen un currículo (Coll, 1986) y en los materiales del proyecto que estudiamos (Grupo Salters, 2006). Se detallan en la tabla 2.

En relación con el segundo de los ámbitos, las categorías son interpretativas y se han generado infiriéndolas a partir de las unidades de análisis obtenidas a partir de las entrevistas, organizándolas posteriormente de acuerdo con los cambios producidos en los grupos en que se mueve cada profesor (personal, departamento del centro y centro, grupo de experimentadores, grupo clase, CDEC), según se recoge en la tabla 3.

Tabla 1
Detalles de la organización de las entrevistas y de las observaciones

	TIPO DE PROFESIONAL	LUGAR DE LA ENTREVISTA	FECHA	OBSERVACIÓN EN EL AULA
A1	Responsable CDEC	CDEC	28-11-2007	
A2	Especialista en didáctica de la física	Universidad	6-2-2008	
B1D	Experimentador	Centro 1	9-1-2008	SÍ (1.º bachillerato)
B1R	Experimentador	Centro 1		SÍ (2.º bachillerato)
B2	Experimentador	Centro 2	23-1-2008	SÍ (1.º y 2.º)
B3	Experimentador	Centro 3	7-3-2008	SÍ (1.º y 2.º)
C1	Adaptador y experimentador	CDEC	26-2-2008	NO
C2	Adaptador y experimentador	Centro 4	1-2-2008	SÍ (1.º)

Tabla 2
Categorías del primer ámbito de análisis.

ASPECTOS RELACIONADOS CON CAMBIOS EN EL CURRÍCULO APLICADO Y CON LOS MATERIALES UTILIZADOS				
a) Por lo que se refiere a qué se enseña	a.1 Objetivos			
	a.2 Contenidos relacionados con	a.2.1 Conceptos	– Aplicaciones (contextos) – Conceptos abstractos-físicos – Naturaleza de la ciencia	
		a.2.2 Procedimientos	– Procedimientos relacionados con el trabajo experimental – Otros procedimientos	
		a.2.3 Valores, actitudes y normas		
	a.3 Relación con programas oficiales y con la selectividad	a.3.1 LOGSE		
		a.3.2 LOE		
		a.3.3 Selectividad		
b) Por lo que se refiere a cómo se enseña y a los materiales	b.1 Visión global de la metodología			
	b.2 Uso de contextos familiares al alumnado para la introducción de los conceptos			
	b.3 Deducción, aplicación de ecuaciones			
	b.4 Actividades de enseñanza-aprendizaje	b.4.1 Actividades TIC, trabajo experimental		
		b.4.2 Actividades de síntesis		
		b.4.3 Actividades de ampliación y complementarias		
		b.4.4 Diversidad de las actividades		
		b.4.5 Lecturas		
	b.5 Dossier del alumnado			
	b.6 Guía didáctica	b.6.1 Uso de la guía didáctica		
b.6.2 Cómo mejorar la guía didáctica				
c) Por lo que se refiere a cuándo y dónde se enseña	c.1 Estructura y secuenciación			
	c.2 Temporización-tiempo			
	c.3 Espacios de trabajo y limitación de recursos			
	c.4 Gestión del grupo-clase			
d) Por lo que se refiere a qué y cómo se evalúa				

Tabla 3
Categorías del segundo ámbito de análisis.

ASPECTOS RELACIONADOS CON LA FORMACIÓN, CAMBIOS E INCIDENCIAS DE LOS PROFESORES Y SU ENTORNO EN LA APLICACIÓN DEL PROYECTO			
a) Motivos iniciales y grado de cumplimiento en la aplicación del proyecto	a.1. Respecto al alumnado	a.1.1. Cambio en los resultados de los alumnos	- Malos resultados iniciales
			- Mejora en los resultados
		a.1.2. Participación del alumnado	
		a.1.3. Aumento de la capacidad de análisis del alumnado	
		a.1.4. Aumento del interés del alumnado por la física	
	a.2. Respecto al profesorado	a.2.1. Cambio del proceso de enseñanza	
		a.2.2. Mejora de la formación del profesorado	
		a.2.3. Otros profesores que hacían el proyecto	
		a.2.4. Experiencia en anteriores proyectos CTS	
		a.2.5. Realización de una enseñanza contextualizada	
a.2.6. Experimentación de una innovación			
a.2.7. Incorporación de nuevos recursos: TIC y actividades experimentales			
b) Formación del profesorado experimentador	b.1. Problemas iniciales del profesorado en la aplicación	b.1.1. Dificultades en la aplicación del proyecto	- En la metodología
			- En los contenidos
	b.2 Formación continuada del profesorado	b.1.2. Propuestas de mejora	
		b.2.1. Formación presencial	
		b.2.2. Formación <i>on-line</i>	
c) Incidencias y cambios en el profesorado	c.1. Incidencias y cambios de tipo personal	c.1.1. Emocionales	
		c.1.2. Saberes en contenidos de diferentes tipos, TIC..., personal	
		c.1.3. Saberes profesionales, didácticos	
		c.1.4. Preparación de las clases	
		c.1.5. Efecto cascada	
	c.2. Incidencias y cambios en el centro, en el departamento...		
	c.3. Incidencias y cambios en el sistema educativo	c.3.1. Difusión del proyecto	
		c.3.2. Prospectiva	
		c.3.3. Apoyo del Departamento de Educación y del CDEC	
	d) Incidencias y cambios en los alumnos, según los profesores	d.1. Respecto a la contextualización	
d.2. Respecto a la manera de hacer las clases			
d.3. Respecto a las actividades de aprendizaje			
d.4. Respecto a la motivación y al interés por la materia			
d.5. Respecto a los saberes adquiridos			
d.6. Respecto a los resultados			

RESULTADOS

El análisis de todos los datos recogidos nos ha permitido acercarnos a lo que piensa del proyecto el profesorado.

a) En relación con los cambios en el currículo y en los materiales

– Por lo que se refiere a qué se enseña

La mayoría de los profesores reconoce que lo que caracteriza este proyecto como innovador es precisamente el enfoque contextualizado de los contenidos a través de las aplicaciones («las aplicaciones primero»).

Cuando hablan de los contextos que les gustan a sus alumnos, se refieren a los más relevantes en su vida, por ejemplo al análisis de los objetos relacionados con las nuevas tecnologías: «... *toda aquella parte de CCD (charge-coupled device), todo eso les gusta*» (B3).

Los expertos en temas CTS advierten de que no está lograda la integración de la parte conceptual y la parte más contextualizada. Afirman también que el planteamiento de los conceptos físicos es muy clásico, pues se trabajan los de toda la vida. Y estos son problemas tanto del proyecto original como de la adaptación realizada en Cataluña: «*Lo considero excesivamente clásico en el sentido de que no hace un replanteamiento de lo que se debe enseñar en física*» (A2).

Todos los implicados manifiestan como un elemento positivo el abanico de procedimientos que se trabajan a través de la variedad de actividades, pero, de manera casi unánime, el profesorado echa en falta la explicitación de los objetivos de la unidad al comienzo del tema.

El proyecto puede considerarse bastante bien adaptado a la actual legislación, la LOE: «*Hay algunos conceptos... que antes no aparecían y algunos, en cambio, que dejan de estar (...). En ciertos casos un poco de cambio ya estaría bien, porque esos conceptos que han caído son los que, para mí, eran menos significativos*» (C2).

Teniendo en cuenta que el profesor experimentador mostró su preocupación por la falta de tiempo para cubrir de manera adecuada los contenidos conceptuales y la resolución de problemas en los que se basa la prueba de acceso a la universidad, en la adaptación realizada se priorizó la preparación para esas pruebas, añadiéndose ejercicios ajenos al contexto de la unidad. En consecuencia, en ocasiones, se pierde su sentido y, por tanto, los objetivos propios de la unidad: «*Eso se echa en falta: ver un poco hacia dónde va la unidad. Y además, en el caso de segundo curso, tan pronto estás dentro del contexto como no estás, porque, para hacer problemas de selectividad, entras y sales, y todavía se vuelve más complicado*» (B1).

– Por lo que se refiere a cómo se enseña y a los materiales

Por lo general, las reflexiones sobre la metodología sólo las han expuesto los especialistas en didáctica: «*De la*

manera en que está planteado, se puede enseñar exactamente igual que como se venía haciendo en unas clases de física tradicionales» (A2), aunque el profesorado experimentador también se deja oír: «*Cuesta dar las clases de manera diferente, sobre todo si tienes treinta alumnos en el aula.*» (Cuestionario de valoración.)

Quienes están dispuestos a seguir con mayor fidelidad la innovación han advertido que, metodológicamente, las estrategias a aplicar se hallaban insuficientemente definidas.

Uno de los aspectos más valorados del proyecto es el uso de contextos: «... *Lo que más gusta quizás sean dos cosas: la contextualización, el colocarte en una situación concreta y analizarla, eso me gusta...*» (B2.)

En este proyecto, la parte formal de la materia pierde importancia si se compara con los materiales más tradicionales, lo que conlleva un cambio en la percepción de la física: «... *que vean que la física no es un conjunto de fórmulas, sino más bien que son conceptos que tienen que saber explicarlos, que han de saber relacionarlos, y eso nos cuesta; creo que este método puede servir para ver que no es un conjunto de fórmulas*» (B1).

Cada unidad incorpora un amplio abanico de actividades, entre las que el profesorado puede elegir y seleccionar las más adecuadas a sus circunstancias y a las de su alumnado, lo que se contempla como un elemento positivo: «... *otra cosa que también me gusta es que haya muchas actividades prácticas relacionadas*» (B2); pero también se muestra la parte más negativa, el no poder realizarlas por falta de tiempo: «... *de toda la cantidad de actividades que hay, acabas haciendo muy pocas*» (B3).

Al mismo tiempo, aunque parezca contradictorio, consideran insuficientes las actividades de ampliación que aparecen en el dossier: «... *siempre llevo otros ejercicios... de fuera; de fuera quiere decir hojas adicionales y cosas de esas. Porque aquí no hay prácticamente nada*» (C1).

El profesorado cree que las lecturas son largas en exceso y, como consecuencia, se trabajan muy rápidamente o, simplemente, se saltan.

Creen también que el formato del dossier del alumnado es demasiado pobre y, en ocasiones, es difícil distinguir qué es el texto, cuáles son las actividades, etc. Y, por lo que respecta a la guía didáctica, el profesorado cree que es insuficiente.

– Por lo que se refiere a cuándo y dónde se enseña

Todos los profesores señalan la falta de tiempo como el más grave de los problemas para poder cumplir este proyecto.

Plantean también el aumento de horas de dedicación que les supone la preparación de las clases, ya que comporta aprender los conceptos relacionados con las aplicacio-

nes y el funcionamiento de los programas informáticos a utilizar en las clases, así como su instalación en los ordenadores que usan.

Se quejan, con frecuencia, de la falta de espacios para desarrollar un proyecto donde son numerosas las actividades relacionadas con las TIC.

– Por lo que se refiere al qué y el cómo se evalúa

La evaluación no se hace a partir de los objetivos y sólo se evalúan contenidos conceptuales, por lo que toda la innovación que conlleva este proyecto en actividades experimentales pierde importancia para los alumnos e incluso para el mismo profesor, que las realiza sólo si dispone de tiempo y sin prácticamente valorarlas. Sólo en algunos casos se tienen en cuenta unos informes de prácticas más o menos pautados, pero con un peso muy limitado en la nota final de curso.

b) En relación con la formación, cambios e incidencia que conlleva la aplicación del proyecto en los profesores y su entorno

– Expectativas y grado de cumplimiento en la aplicación del proyecto

Se valora positivamente la mejora en los resultados de selectividad respecto a la media de los obtenidos en Cataluña en la asignatura de física.

Respecto a la participación del alumnado en las clases, los docentes consideran que ha mejorado y hay quien plantea como objetivos de la aplicación del proyecto la transferencia del conocimiento y el incremento de la capacidad de análisis.

Otros destacan también el cambio que ha supuesto la aplicación del proyecto en su proceso de enseñanza: «... A mí, como profesora, me produce un efecto rebote; es decir, me está haciendo cambiar las clases de ESO» (B2).

– Formación del profesorado experimentador

La mayoría afirma que el primer año tuvo muchas dificultades para organizar la clase, para desarrollarla, para decidir las actividades de enseñanza-aprendizaje más adecuadas entre el enorme abanico de posibilidades existente: «Éste era el primer curso que seguía el proyecto y, al principio, me sentía un poco perdida. No veía clara la dinámica de la clase» (Cuestionario).

Los profesores encuentran dificultades en los contenidos relacionados con las aplicaciones, porque no les son conocidos y piden más información sobre las que se trabajan en el proyecto: «... es preciso un buen dominio de la materia para abordarla de esta manera» (B1).

El profesorado valora muy positivamente la formación recibida en las reuniones mensuales, aunque, en ocasiones, se considera insuficiente: «... El seguimiento, con una reunión al mes, a veces creo que es escaso» (B1).

– Incidencias y cambios introducidos por el profesorado

Los profesores han ido introduciendo cambios en sus clases, por ejemplo en el tiempo dedicado a la lectura de textos, y consideran también que los alumnos tendrán mayores dificultades para entender los temas por el hecho de no contar con un esquema clásico de la materia.

El hecho de comenzar por las aplicaciones supone cambios en el discurso del docente: «Es posible que la cuestión abstracta, la primera en que antes se insistía, ahora queda un poco relegada a un segundo término» (B1). «Las debilidades..., que para cada cosa hay algo parecido a una receta. Por ejemplo, en el tiro horizontal hay una formulilla, en el oblicuo otra. Yo tengo tendencia a no poner una fórmula para cada cosa, sino a hacerlos pensar, a hacer que se planteen el problema y siempre siguiendo un orden» (B3).

También se expone la necesidad de generalizar esta manera de trabajar: «Hay que hacer un trabajo en la ESO para que la física Salters obtenga un mayor rendimiento y para que los chavales 'disfruten' más y participen más» (B1). «... Yo veo que con todo esto estoy arrastrando a mis dos compañeros, que son jóvenes y con muchas ganas» (B2).

Uno de los problemas más serios que impide la generalización del proyecto (que evita la implicación de muchos más profesores), es el desinterés de las editoriales ante la falta de mercado para el producto así como el posible conflicto, derivado de los derechos de autor, con las editoriales del proyecto inglés de donde procede.

Uno de los objetivos del grupo de trabajo es el de extender a un número mayor de profesores esta manera de trabajar: «... Nos gustaría que cada año se incorporasen profesores nuevos, nuevos centros que estuvieran interesados en aplicar estos materiales, pero aplicarlos en un sentido muy amplio, en el sentido de que el conocimiento de estos materiales pueda servir de pretexto para que acaben encontrando un grupo de profesores de referencia que se hallen realizando la misma tarea que ellos» (A1).

– Incidencias y cambios en los alumnos, según el parecer de los profesores

Por lo general, los profesores opinan que, cuando se contextualizan las actividades, la física resulta más cercana a los alumnos y aumenta la motivación de éstos, aunque, para algunos enseñantes, incrementa la dificultad de la materia al tener que trabajar contenidos añadidos: «A los chavales les cuesta, porque les cuesta más el planteamiento de forma contextualizada, y también a nosotros, porque estamos acostumbrados a hacer aquellos problemas típicos de aplicar la fórmula y ya está» (B1).

Comentan también que los alumnos tienen dificultades para hacer la transferencia de un caso particular a una generalización de los conceptos.

Los alumnos que poseen mayores capacidades encuentran significado a esta manera de trabajar, pero para algu-

nos profesores experimentadores no es el caso de quienes necesitan ayuda para poder realizar una transferencia de su aprendizaje.

Los docentes asocian carencia de tiempo con menor motivación en los alumnos, consecuencia de la imposibilidad de realizar más actividades prácticas.

Se detectan cambios, inadvertidos con anterioridad, en los saberes adquiridos por los alumnos a quienes se les ha aplicado el proyecto. Uno de los aspectos observados es el incremento de la capacidad de argumentación.

Los experimentadores creen que los resultados son parecidos a los que se obtendrían con la aplicación de cualquier otro sistema, aunque éstos serían de calidad muy distinta: *«Los resultados son diferentes; creo que por un lado se gana (se entienden mejor los conceptos si se aplican), pero por otra se pierde (escasa dedicación a los problemas) y tendremos que esperar para saber cuál de los dos lados gana»* (Cuestionario).

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA DE LA APLICACIÓN DEL PROYECTO

Los resultados de la investigación confirman que para promover un proyecto de innovación y un auténtico cambio metodológico no es suficiente con proporcionar nuevos materiales, ya que los experimentadores encuentran dificultades en su aplicación y también en la incorporación de nuevos comportamientos y prácticas de enseñanza y de nuevas creencias y concepciones (Reiss, 2005; Salinas, 2004; Tomás et al., 2004). El profesorado que trabaja en el marco de una enseñanza CTS (y, en general, de cualquier innovación) tiene que realizar su trabajo todavía con mayor dedicación de la que normalmente destina, ya que necesita más tiempo para planificar los procesos de enseñanza-aprendizaje y las distintas actividades, así como para reflexionar sobre su aplicación con la finalidad de mejorarla.

La participación de manera activa del profesorado adaptador y experimentador a través de grupos de trabajo en la construcción de los nuevos planteamientos didácticos, diferentes de los que forman parte de las rutinas que tiene incorporadas, se ha demostrado fundamental en la aplicación del proyecto, como ya ha propuesto Ogborn (2002). La formación más relevante ha sido la que se ha realizado a medida que se iba experimentando, primero compartiendo de manera exhaustiva los diversos materiales existentes, los objetivos de las unidades didácticas y de las actividades de enseñanza-aprendizaje y recogiendo y discutiendo a continuación todas las dudas, cuestiones, comentarios y nuevas propuestas. En definitiva, reflexionar en profundidad sobre lo que se hace y por qué se hace junto con otros docentes es lo que posibilita la mejora del proyecto al mismo tiempo que los pequeños cambios en las prácticas. Este intercambio de experiencias ha sido valorado como muy positivo por el grupo, ya que bastaba con que alguno de sus miembros aplicase una innovación para que, en reuniones forma-

les o en conversaciones informales, se diese a conocer a otros y motivara el interés y la participación.

La aplicación del proyecto también ha supuesto que el grupo de trabajo se plantee temas clave del proceso de enseñanza que van más allá del propio proyecto, como pueden ser los relacionados con los cambios metodológicos que implica llevarlo a cabo, la resolución de las dificultades percibidas en los alumnos relacionadas con la abstracción de conceptos físicos a partir del análisis de contextos de aplicación, el desarrollo de competencias..., aspectos que son importantes en la enseñanza de otras materias y de otros cursos, aunque algunos de estos temas todavía están pendientes de tratar.

La evaluación del nivel de las innovaciones realmente aplicadas ofrece mayores dificultades. Los datos recogidos no nos permiten valorar cuánto y qué ha cambiado en el modelo de enseñanza-aprendizaje, en la interacción profesor-alumno, en el grado de significación de los conceptos estudiados... Cabe preguntarse hasta qué punto una propuesta curricular distinta conlleva, a corto plazo, cambios metodológicos importantes y resultados diferentes en el aprendizaje. Los datos muestran más bien que el profesorado experimentador tiende a adaptar la nueva propuesta a su propio modelo de enseñanza. En este caso, dedicando poco tiempo a la contextualización de los conceptos teóricos objeto de estudio o a la experimentación, e incluyendo una buena parte de problemas y ejercicios que ya venía proponiendo anteriormente en sus clases.

Seguramente son las resistencias personales (miedo al fracaso o el tiempo invertido) (Salinas, 2004) o las rutinas y guiones de acción bien interiorizados (Porlán y Rivero, 1998) lo que dificulta la incorporación de modelos didácticos innovadores, y no tanto la escasa cuantía de los recursos invertidos. Esas resistencias, en profesores que optan voluntariamente por participar en un nuevo proyecto, no tienen su origen en el rechazo a la innovación, sino más bien en la sensación de sentirse fuera de lugar en el nuevo escenario. En este sentido consideramos acertada la metodología empleada en la formación del profesorado de este proyecto, pues es muy flexible y ha ido surgiendo según las necesidades de los protagonistas, a partir de la reflexión en y sobre la práctica. Esta metodología comporta que sea necesario un adecuado proceso de acompañamiento ya que, de no ser así, es probable que aquellos docentes menos atrevidos terminen haciéndose resistentes al cambio. Consolidar una innovación requiere mucho tiempo y superar todo tipo de emociones negativas (Hugo, 2008) que a menudo surgen cuando se han de aplicar cambios.

Las propuestas de mejora del proyecto más consensuadas se refirieron a la necesidad de concretar mejor los objetivos de las unidades, incluyendo los de tipo procedimental y los relacionados con el contexto, y de compartirlos con el alumnado, especialmente en relación con la evaluación (Aikenhead, 1994). Creemos que este punto es muy importante, pues para favorecer la autorregulación, en este caso sobre cómo se aplica el proyecto, es necesario apropiarse de sus objetivos (Sanmartí y Jorba,

1995). Si no se reconoce y comparte por qué se propone realizar un tipo de actividades y para qué, es difícil encontrarle el sentido y regular las prácticas. También emergió la necesidad de investigar qué competencias se trabajan y cuáles no, en consonancia con el currículo del actual bachillerato.

La aplicación de un proyecto CTS como éste («las aplicaciones primero») comporta dedicar una mayor atención a la reflexión sobre el cambio estructural que supone y a reconocer cuál es el sentido de partir de un contexto para construir los conceptos abstractos. Se trata de reconocer que el contexto no tiene sólo la finalidad de motivar al alumnado, sino muy especialmente de dar sentido al proceso de abstracción de un modelo teórico que es útil para explicar la situación inicial objeto de análisis y muchas otras, algo que esta investigación ha demostrado que es muy difícil. Una manera de ayudar al profesorado a interiorizar este cambio podría ser a través de la guía didáctica, donde se argumentase por qué se plantean las distintas actividades a partir de las razones aportadas por el propio profesorado experimentador en las sesiones de formación. Tales sesiones deberían dedicarse en buena parte a dicha reflexión.

Esta experimentación ha demostrado también la importancia de la comunicación no presencial mediante foros virtuales, algo a potenciar aún más como medio para facilitar el intercambio de propuestas de nuevas metodolo-

gías de trabajo entre los profesores experimentadores en su práctica diaria, con el fin de superar miedos y dificultades de todo tipo.

Por lo que respecta a la idoneidad del espacio y los recursos empleados, la aplicación de un proyecto como éste, donde las TIC son protagonistas de primer orden, se facilitaría si las aulas estuvieran dotadas de ordenadores con los que poder trabajar de forma cotidiana. También sería aconsejable que, en la fase de experimentación y de aprendizaje del profesorado, el número de alumnos por grupo no fuese elevado, para compensar el esfuerzo que representa aplicar las distintas innovaciones de forma coherente.

Finalmente, constatar que para que los cambios sean significativos, perduren a lo largo del tiempo y tiendan a generalizarse, es necesario que sean compartidos por todos los profesores del departamento e incluso del centro, y afecten a todas las etapas; si no, estos cambios continuarán siendo paréntesis en un momento y lugar concretos, sin ninguna trascendencia para el alumnado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias a una licencia retribuida concedida por el Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya (DOGC núm. 4968 de 14.09.2007).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, J.A. (2001). *Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS*. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI. Consultado el 15/11/2007 en <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>.

AIKENHEAD, G.S. (1994). «Consequences to learning science through STS: A research perspective», en Solomon, J. y Aikenhead, G.S. (eds.). *STS Education: International Perspectives on Reform*, Cap. 16, pp. 169-186. Nueva York: Teachers College Press.

ANQUE (2005). La enseñanza de la Física y la Química. Comisión de Educación de la Asociación Nacional de Químicos Españoles. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), pp. 101-106. Consultado el 16/10/2007 en <<http://www.apaceureka.org/revista/Larevista.htm>>.

BENNETT, J. y HOLMAN, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of chemistry: what are they and what are their effects?, en Gilbert, J.K. et al. (eds.). *Chemical Education: Towards research-based practice*. Kluwer. Dordrecht, cit., en Chamizo, J.A. e Izquierdo, M. (2005). Ciencia y contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46, pp. 9-17.

BONIL, J. (2008). El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial de profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), pp. 5-20.

BYBEE, R. (1993). *Reforming Science Education*. NY/London: Teachers College Press, Columbia Univ.

CAAMAÑO, A., GÓMEZ, M.A., GUTIÉRREZ, M.S., LLOPIS, R. y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2001). Proyecto Salters: un enfoque CTS para la química del bachillerato, en Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea, pp. 179-192.

CHAMIZO, J.A. e IZQUIERDO, M. (2005). Ciencia y contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique*, 46, pp. 9-17.

COLL, C. (1986). *Marc curricular per a l'ensenyament obligatori*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació.

GENERALITAT DE CATALUNYA (2008). Currículum batxillerat – Decret 142/2008 - DOGC núm. 5183. Departament d'Educació.

GILBERT, J. (2006). On the nature of «context» in Chemical Education. *Internacional Journal of Science Education*, 28(9), pp. 957-976.

GILBERT, J., BULTE, A. y PILOT, A. (2010). Concept development and transfer in context-based science education. *Internacional Journal of Science Education*, 1-21, First Article.

GRUPO SALTERS (2006). *Física batxillerat. Salters-Horners*. Edició Pilot. CDEC. Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació.

HERRERAS, L. (2008). *Avaluació del procés d'implementació de l'adaptació a Catalunya del projecte Física Salters-Horners i propostes de modificació*. Licencia de estudios. <<http://phobos.xtec.es/sgfprp/resum.php?codi=1734>>.

HUGO, D. (2008). *Análisis del proceso de autorregulación de las prácticas docentes de futuras profesoras de ciencias focalizado en sus emociones*. Tesis doctoral. Bellaterra: UAB. Consultado el 15/10/2009 en <<http://ddd.uab.cat/pub/tesis/2008/tdx-0523108-151630/dh1de1.pdf>>.

KARPLUS, R. y THEIR, H. D. (1967). *A new look at elementary school science*. Chicago, Il: Rand McNally.

LATORRE, A., DEL RINCÓN, D. y ARNAL, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Ediciones Experiencia.

MARCO-STIEFEL, B. (2001). Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias. Estado de la cuestión, en Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Madrid: Narcea, pp. 33-46.

MEMBIELA, P. y PADILLA, Y. (eds.) (2005). *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*. Vigo: Educación Editora.

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

OECD-PISA (2006). *Marco conceptual para la evaluación PISA 2006*. Paris: OECD Pub. Service.

OGBORN, J. y WITHEHOUSE, M. (eds.) (2001). *Advancing Physics AS and A2*. Londres: Institute of Physics Publishing.

OGBORN, J. (2002). Ownership and transformation: Teachers using curriculum innovation. *Physics Education*, 37, pp. 142-146.

OSBORNE, J., SIMON, S. y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, pp. 1.049-1.079.

PATTON, M.Q. (1987). *How to use qualitative methods in evaluation*. Sage California: Newbury Park.

PATTON, M. Q. (1997). *Utilization-Focused Evaluation. The New Century Text* (3a ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

PLANA, O., CAAMAÑO, A., ENRECH, M., PONT, J. y PUEYO, L. (2005). La física Salters: un proyecto para la enseñanza contextualizada de la física en el bachillerato. *Alambique*, 46, pp. 93-102.

PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla. Diada Ed.

REISS, M.J. (2000). *Understanding science lessons: Five years of science teaching*. Buckingham: Open University Press.

REISS, M. J. (2005). *Desarrollo de un curso de biología contextualizado en el bachillerato: el caso del proyecto Salters-Nuffield Advanced Biology*. Institute of Education, University of London, 20 Bedford Way, Londres WC1H 0AL, Reino Unido. Granada. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias.

- ROCARD, M. et al. (2006). *Enseñanza de las ciencias ahora: Una nueva pedagogía para el futuro de Europa. Informe Rocard*. Consultado el 10/04/2007 en <<http://ec.europa.eu/research/science-society/index.cfm?fuseaction=public.topic&id=1100&lang=1>>.
- SALINAS, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. [Artículo en línea.] UOC. 1(1). Consultado el 10/07/2009 en <<http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>>.
- SANMARTÍ, N. y JORBA, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, 4, pp. 59-77.
- SCIENCE EDUCATION GROUP (2001). *Salters Horners Advanced Physics AS and A2. Students Book and Teacher and Technician Resource Pac*. Londres: Heinemann.
- STENHOUSE, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Ed. Morata.
- SWINBANK, E. (2003). Salters Horners Advanced Physics Project: Un proyecto contextualizado para la enseñanza de la física. *Alambique*, 36, pp. 32-39.
- TOMÁS, M., CARRERAS, G. y VILLELA, A. (2004). Acompañando al profesor universitario en el uso de las TIC en la docencia. *Quaderns digitals. Monográfico: Educación a Distancia*, <www.quaderns digitals.net>.
- WHITELEGG, E. y PARRY, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice. *Physics Education*, 34 (2), pp. 68-72.

[Artículo recibido en mayo de 2010 y aceptado en abril de 2011]

Application of a curriculum project of Physics in context (16-18 year-olds): Evaluation of the professionals engaged

HERRERAS BLANCO, M. LUISA¹ y SANMARTÍ I PUIG, NEUS²

¹ Catedrática y Profesora del Instituto Nacional de Secundaria Guillem de Berguedà (Berga) i profesora vinculada del Centro de Investigación para la Educación Científica y Matemática de la Universidad Autónoma de Barcelona

² Catedrática y Profesora Emérita del Departamento de Didáctica de la Matemática y de les Ciències Experimentals de la Facultat de Ciències de la Educació de la Universitat Autònoma de Barcelona

lherrer1@gmail.com

neus.sanmarti@uab.cat

Summary

The main objective of this work is to identify and analyze some of the factors that influence the implementation of an innovative project in Physics in context for high school, and their strengths and weaknesses, in order to make proposals to improve it and generalize it.

We have been specifically interested in the point of view of teachers who applied it and that of the experts in Science education, in relation to:

- a. *The curriculum associated with the project, and*
- b. *The training received while applying it and its influence on possible personal changes or on immediate environment.*

This project is being implemented in Catalonia since 2004 and it has involved more than forty teachers and about one thousand students.

The research population consists of all professionals involved with the project, i.e., expert teachers in the field of design of innovative projects to teach Sciences, teachers with the task of adapting the original English project and experienced teachers.

The interviews, main instrument of data collection, sought information on the motivations to participate in the project, the source that led the person to know about it, the objectives they hoped to achieve, the assessment of the training received at the beginning and throughout the process, the methodological changes they have made, the strategy followed in the classroom and the assessment of the project.

In line with the objectives of the study, data analysis was carried out taking into account:

- a. *Issues related to changes in curriculum and materials applied.*
- b. *Issues related to training, changes and incidents of teachers and their environment in implementing the project.*

The research results confirm that to promote innovation and a real change in methodology it is not enough to make a project by providing only new materials, because the experimenters find difficulties in its application.

The active participation of adapter and experienced teachers through working groups have been shown essential in implementing the project. The most significant training has been done as it was experienced, because developing deep reflection with other teachers on what one is doing and why it is done is what makes possible to improve the project while small changes in practice are being made.

The project implementation has also meant that the working group raises key issues in the teaching process beyond the project itself, such as those related to changes in methodology, the resolution of the perceived difficulties in students related to the abstraction of physical concepts when they analyze application contexts, the development of skills... The assessment of innovations applied brings greater difficulties: The data show that experienced teachers tend to adapt the new proposals to their own model of teaching.

Surely, personal resistances (fear of failure or time spent) or routines make it difficult to incorporate innovative teaching models. These resistances in teachers, who voluntarily choose to participate in a new project, are not based in the rejection of the innovation, but rather in the sense of feeling out of place in the new scenario. Consolidating an innovation requires much time and overcome all kinds of negative emotions that often arise when changes are to be applied.

The most common proposals to improve the project referred to the need of a better realization of the objectives of the units and to share them with students, especially in relation to the assessment.

The implementation of a STS project like this brings with it an increasing attention to the reflection on the structural change, and recognizing what is the meaning to start from one context to construct abstract concepts. One way to help teachers internalize this change could be through the mentoring, argued in the training sessions.

With respect to the adequacy of places and resources used, the implementation of a project like this would be facilitated if classrooms are equipped with computers to work on a daily basis.

Finally, note that for these changes to be meaningful, they must be shared by all teachers of the department and even the whole center, and be implemented on all stages.