

El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza

Jordi Solbes, Rosa Montserrat y Carles Furió

Departamento de Didáctica de las Ciencias
Experimentales y Sociales. Universitat de València

Resumen:

En este trabajo se muestra que disminuye el número de alumnos que cursan el bachillerato científico, también las materias científicas optativas y, en particular, que un gran porcentaje de chicas abandonan la Física y las Matemáticas. Esto es fruto de múltiples causas. El análisis de las estadísticas de las PAU muestra que la organización del sistema educativo no es ajena a esta disminución. Por otra parte, los cuestionarios y entrevistas aplicados a los alumnos de secundaria ponen de manifiesto las otras causas: una imagen y valoración negativa de la ciencia, el tema del género y la enseñanza usual de las ciencias. Por último, el análisis de textos y los cuestionarios aplicados al profesorado ponen de manifiesto que la enseñanza de las ciencias no tiene en cuenta estas situaciones.

Palabras clave: desinterés, imagen negativa, enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Abstract:

In this work it is shown that the number of students of the scientific high school is decreasing, it is also decreasing the number of those that choose optional scientific matters and, in particular, it is shown that there is an important percentage of girls that abandon Physics and Mathematics. This is fruit of multiple causes. The analysis given by the PAU's statistics shows us that the organization of the educational system is not unaware to this drop. On the other hand, the questionnaires and interviews applied to the secondary students give us the clue of other important causes: the negative image and valuation of science, the topic of the gender and the usual sciences teaching. Lastly, the analysis of the text and the questionnaires applied to the faculty show that the teaching of the sciences doesn't have into account this questions.

Key Words: disinterest, negative image, teaching and learning of sciences.

(Fecha de recepción: marzo, 2007, y de aceptación: Octubre, 2007)

Planteamiento del problema

El impacto social de la ciencia y las relaciones mutuas ciencia, tecnología sociedad y medio ambiente (CTSA), así como la generalización de la educación provocó una necesidad de formar científicamente a los ciudadanos del mundo como una forma de garantizar el desarrollo de un país. También se plantea la necesidad de que la enseñanza de las ciencias contribuya a la formación de futuros ciudadanos, para evitar que la información y las decisiones sobre la ciencia estén cada vez en menos manos y permitir que los ciudadanos puedan opinar, participar y votar sobre temas científicos.

La generalización de la educación y el aumento de las investigaciones sobre la mejora de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias deberían de haber ido acompañadas de una mayor alfabetización científica y tecnológica de la sociedad. El trabajo que ahora presentamos va a mostrar que no sólo no es así, sino que hay una huída progresiva de los estudios de ciencias a nivel general y de los de Física y Química en particular.

La crisis de la enseñanza en la educación secundaria alcanza en este momento a la mayoría de los países, especialmente en las áreas de ciencias (Fourez, 1999, 2002). Así Matthews (1990) señala que en los EEUU 7100 institutos no tenían cursos de Física, 4200 no tenían de Química y 1300 no tenían de Biología Esta crisis está provocando una disminución de los alumnos matriculados en carreras universitarias. Por ejemplo, Dunbar

(1999) afirma que, en el Reino Unido el número de estudiantes que eligen Química se ha desplomado en un 70 %, desde unos 205000 en 1989 hasta unos 62000 en 1991. El continuo descenso de estudiantes en los estudios de ciencias y tecnología, así como en las profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología es un grave problema que merece ser investigado.

Por todo ello nos planteamos los siguientes problemas:

¿Existe una imagen negativa y desinterés en el alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias? ¿Cuáles son sus causas?

En particular, ¿el alumnado conoce contribuciones positivas de la ciencia y los valores que aporta a la humanidad?

¿Se tienen en cuenta en la enseñanza de la Física y Química esa imagen negativa y el desinterés de los alumnos hacia las mismas?

Hipótesis y su fundamentación

Para dar respuesta a esas preguntas, nuestras hipótesis son las siguientes:

Nuestra primera hipótesis es que sí existe una valoración negativa y un desinterés del alumnado hacia los estudios científicos y que se trata de un fenómeno complejo, debido a múltiples causas: la valoración social de la ciencia, los problemas de género, la enseñanza usual de las ciencias y la consideración de las mismas en el sistema educativo.

La enseñanza habitual de la Física y Química no lo tiene en cuenta y se centra en los aspectos cuantitativos, operativos e ignora algunos aspectos de las ciencias que, según la investigación en didáctica, podrían contribuir a incrementar el interés hacia aquellas materias como un tratamiento más cualitativo, experimental, más contextualizado, que muestre sus contribuciones para resolver problemas y necesidades humanas.

La fundamentación de esta hipótesis se basa, en primer lugar, el tema de las actitudes. La distinción entre actitudes científicas y actitudes hacia las ciencias ha sido bastante abordado por la investigación educativa (Furió y Vilches, 1997; Pozo y Gómez, 1998; Simpson et al., 1994; Vazquez y Manassero, 1995; Solbes, 1999). También se ha investigado el hecho de que las actitudes hacia las ciencias sean negativas (Yager y Penick, 1986; Solbes y Vilches, 1997; Fensham, 2004; Lindhl, 2003; Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2005) pero la mayoría de ellos las atribuían básicamente a los contenidos y la metodología de la enseñanza. Pero como se supone en la hipótesis ésta no es la única causa, sino que se trata de un fenómeno más complejo, multicausal, como trataremos de mostrar a continuación.

En el origen de esas actitudes (o predisposiciones de comportamiento) se encuentran otras variables afectivas como los valores, las motivaciones y las creencias (Simpson et al., 1994). Y cuando hablamos de valores, debemos recor-

dar que no se trata de algo abstracto y que todos estamos haciendo valoraciones, juicios éticos, a cada instante, aplicando los términos de correcto o bueno o de incorrecto o malo a acciones, cualidades, etc. (Solbes, 1999). En consecuencia, el análisis ético es, simplemente, el análisis consciente de las valoraciones que justifican nuestras decisiones (BSCS y AMA, 1994). Por otra parte, en estas valoraciones influyen las creencias (o imágenes o concepciones) sobre la ciencia, su enseñanza, etc.

Según nuestra hipótesis en los estudiantes hay una imagen y una valoración negativas de las ciencias (poco interesante, difícil, aburrida, etc.), que trataremos de poner de manifiesto. El profesorado suele aducir que esta valoración e imagen negativas se da en todas las disciplinas, porque estamos en una sociedad que sólo valora el éxito fácil y no el esfuerzo, pero lo cierto es que esta valoración es más negativa en el caso de las ciencias y, especialmente, la Física y Química, que en otras disciplinas, lo que debería hacernos reflexionar.

Y aunque estas valoraciones y concepciones negativas puedan o no conducir a una determinada conducta, como el abandono de los estudios, es muy probable que influyan en ella. De ahí el interés que tiene intentar clarificar las múltiples causas que pueden influir en todas esas valoraciones y concepciones, sin limitarse al qué y cómo se enseña. Según nuestra hipótesis son las siguientes:

1. Valoración social negativa de la ciencia

Se puede fundamentar en los trabajos de diversos autores (Chalmers, 1990; Holton, 1996; Wolpert, 1992; Dunbar, 1999), que ponen de manifiesto como en la sociedad existen diversas valoraciones negativas de la ciencia. En primer lugar, poderosos grupos sociales de carácter conservador y fundamentalista que no sólo la valoran negativamente sino que se oponen a la ciencia. Estos grupos, que han tenido un peso considerable en nuestro país, pueden explicar, en parte, la particular situación de la ciencia a lo largo de nuestra historia. Pero también tenemos otros grupos que tienen una imagen negativa de la ciencia (la consideran difícil, aburrida, sólo apta para genios, etc.) y, sobre todo, de sus repercusiones peligrosas en la sociedad y el ambiente. Pero tanto en la mayoría de la población como en las minorías mencionadas, se tiene una visión más negativa de las aplicaciones e influencia de la Física y Química en la sociedad y el medio que de la Biología y Geología. Respecto a las primeras se mencionan aplicaciones relacionadas con los armamentos y la energía nuclear, la contaminación, etc., y por el contrario, respecto a las segundas, se habla de la lucha contra las enfermedades, la conservación del medio, mejoras en la agricultura, etc. (Ribelles et al 1995; Solbes y Traver, 2003). Recientemente empiezan a detectarse rechazos relacionados con los organismos genéticamente

modificados, la clonación, las armas bacteriológicas, etc.

2. Relaciones género-aprendizaje de las ciencias

En los 90 la relación ciencia-género era un tema que preocupaba. Un ejemplo es el *Handbook of Science and Technology Studies*, editado por S. Jasanoff et al. (1992) que incluye 3 artículos dedicados a la cuestión de género. En nuestro país, encontramos también algunos trabajos pioneros (Sauquillo et al., 1993; Jiménez Aleixandre, 1994 y 1996), que desvelan el “currículo oculto” que impregna una enseñanza que se presenta como igualitaria y no sexista, pero que sigue poniendo trabas y dificultades a uno de los dos sexos y que se plantean el reto pedagógico de qué enseñar al respecto y cómo hacerlo.

Recientemente algunos autores (Kimura, 2002), justifican el predominio de los hombres “en actividades o profesiones que resaltan las habilidades espaciales o matemáticas, como la ingeniería o la física”, y el de las mujeres en los campos de ciencias de la naturaleza y la salud, donde se requiere fineza perceptiva, por las diferencias de capacidades intelectuales entre chicos y chicas. Según Kimura, estos las aventajan en tareas espaciales (imaginarse el giro u otra manipulación de un objeto), en las pruebas de razonamiento matemático, en el correcto recorrido de una ruta (basándose en claves espaciales) y en habilidades motoras dirigidas a blancos. Las mujeres aventajan a los hom-

bres en velocidad perceptiva (identificar objetos emparejados), en fluidez verbal (encontrar palabras que empiecen con una letra dada o que cumplan alguna otra condición), en cálculo aritmético, en recordar los detalles singulares de una ruta (hitos) y en tareas manuales de precisión (como colocar clavijas en orificios de una tabla). En cambio descartan, basándose en pruebas con personas lesionadas en los hemisferios cerebrales, que los hombres tengan una organización más asimétrica de dichos hemisferios, en lo que concierne al habla y a las funciones espaciales.

Pero las ciencias son actividades muy complejas y requieren múltiples capacidades. Así, la física y las ingenierías también requieren habilidades de cálculo aritmético y de observación y la biología o medicina, capacidades de razonamiento matemático o espaciales. En consecuencia, las diferencias psicológicas entre chicos y chicas no parecen suficientes, como para fundar sobre tan débiles bases explicaciones con consecuencias de largo alcance social.

Por eso, pensamos que son más adecuadas las explicaciones multicausales: currículo, estereotipos, etc. En cuanto al currículo, una de las primeras constataciones que se hacen en las investigaciones de género es la ocultación de las científicas en la enseñanza de las ciencias. Esto es debido a que la presencia de científicas a lo largo de la historia, aunque existente, fue escasa debido a la desigualdad, fruto de una sociedad patriarcal, que impedía los estudios científicos a las mujeres. Pero en

la actualidad, en que esta desigualdad numérica está desapareciendo, sigue habiendo problemas de visibilidad de las contribuciones de las mujeres al campo de la ciencia, de los que son responsables la forma de firmar las publicaciones, un sistema educativo que no las da a conocer, la falta de premios y un largo etc. (Traver, 1996; Solbes y Traver, 1996; Solbes, 2002). Además, una enseñanza descontextualizada, sin relaciones CTSA, que no tenga en cuenta la contribución de la ciencia a las necesidades humanas parece ser menos interesante para las chicas (Sauquillo et al., 1993).

Por otra parte, diversas investigaciones (Sadker y Sadker, 1994) muestran que las diferencias en el comportamiento de profesorado y alumnado se basan en las diferentes expectativas del profesorado con respecto a las capacidades y posibilidades de niños y niñas. Se tiende a valorar más la importancia de la formación científica técnica para los niños que para las niñas, y a explicar el éxito por la inteligencia en el caso de los niños y por la tenacidad en el caso de las niñas. En gran medida reflejan también las diferentes actitudes de los niños y las niñas hacia el aprendizaje de las ciencias, revelando su propia interiorización de los estereotipos de género. Otras investigaciones hablan de la “vulnerabilidad al estereotipo” (Bain, 2005), aplicable también a otras supuestas desigualdades, como por ejemplo las raciales. En este caso el estereotipo social es que las chicas “no pueden con los estudios de Matemáticas y Física”, o que “no tienen habilidades espaciales o

matemáticas". Esto produce efectos psicológicos (ansiedad, baja autoestima) y hace que la profecía se cumpla, generando la desigualdad.

3. Estatus de las ciencias en el sistema educativo español

En la educación primaria, el diseño integrado del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural podría haber facilitado una visión más contextualizada de la ciencia. Sin embargo, la práctica docente ha estado muy alejada de esa posibilidad, en buena medida debido a la escasa formación científica inicial de los maestros, los cuales suelen dar preferencia al conocimiento del medio cultural y social en detrimento de los más específicos de Ciencia y Tecnología (Oliva y Acevedo, 2005).

En secundaria, los diversos trabajos (Hernández y Solbes, 1995; Hernández et al., 2001), ponen de manifiesto que las diferentes leyes educativas recientes LOGSE, LOCE, LOE, etc., pese a sus diferencias, no valoran mucho la enseñanza de las ciencias como se puede apreciar a nivel de horarios, optatividad, etc. Esto evidencia que se trata de un rasgo social que prevalece sobre los avatares políticos. Así, se constata, que todas estas leyes consideran que la enseñanza de las ciencias sólo debe ser obligatoria hasta 3º de ESO, con tan sólo 2 horas de Física y Química y 2 de Biología y Geología, menos que otras materias que tienen 3 o 4 horas y además son obligatorias hasta 4º de ESO. Además en este curso los estudiantes

deben elegir las Ciencias en competencia con Tecnología, Música y Plástica (y otras optativas con la LOE) y se observa con preocupación como las materias científicas no son elegidas ni tan siquiera por estudiantes que después cursarán el bachillerato científico. En resumen, todas estas leyes no facilitan que la formación científica forme parte de los conocimientos comunes de todos los futuros ciudadanos.

Por otra parte, tenemos un Bachillerato de sólo 2 años de duración, en el que desde la implantación del decreto de Humanidades sólo se cursan 3 materias científicas por año, esto es solamente 12 horas semanales sobre más de 30. La mayoría de las horas obligatorias en la secundaria y el bachillerato para todo el alumnado son de letras. A este respecto, conviene recordar que España es el único país europeo que no tiene separadas Física y Química en primer curso de Bachillerato y que los estudiantes de este país siempre habían cursado 4 optativas científicas en el último curso de los Institutos (en el plan del 57, en la LGE y en la LOGSE).

4. La enseñanza usual de las ciencias

La enseñanza habitual de las Ciencias sigue centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos y con escasas referencias a otros aspectos que, según la mayor parte de las investigaciones en didáctica de las ciencias, conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés

hacia el estudio de las ciencias (trabajos prácticos, relaciones CTSA, etc.) (Furió et al., 2001; Banet, 2007).

Posiblemente esto sea así porque la enseñanza de las ciencias suele olvidar que su principal finalidad es “preparar a los futuros científicos/ingenieros y a los ciudadanos conjuntamente para participar en una sociedad cada vez más moldeada por la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología” (Aikenhead, 1994). Los decretos de currículo si suelen tener en cuenta estas finalidades e innovaciones educativas, pero el modelo de diseño y planificación curricular español es muy complejo, con un nivel estatal y otro autonómico que muchas veces no caminan coordinados, produciendo planificaciones extensas y farragosas, en las que se combinan objetivos, contenidos y criterios de evaluación de ambas administraciones (AA.VV., 2002, 2003).

Pero se puede atribuir a otros factores, como los libros de texto, una mayor responsabilidad en el proceso educativo (AA.VV., 1997), ya que una vez elegido por el profesor, éste deposita en él un alto grado de confianza. Los libros de texto en escasas ocasiones apuestan por las innovaciones porque las grandes editoriales consideran que de esta forma aseguran la aceptación del profesorado y, con ello, sus beneficios económicos. Y, los escasos materiales curriculares alternativos, que muestran la forma de llevar a cabo las investigaciones e innovaciones educativas, no cuentan con el apoyo necesario (Caamaño et al., 2001).

Ahora bien, las editoriales no hacen sus propuestas al azar, sino basándose en estudios de mercado sobre el profesorado. Así, Aikenhead (2003) establece la existencia de tres grandes grupos estereotípicos en cuanto al profesorado de ciencias en enseñanza secundaria:

a) Profesorado tradicional: partidario de la enseñanza de las ciencias propedéutica, que se resiste a las innovaciones y algunos son comprometidos activistas contra ellas.

b) Profesorado partidario de participar en proyectos innovadores para mejorar su enseñanza; una pequeña proporción de ellos estaría dispuesta a apoyar un currículo CTSA.

c) Profesorado intermedio: no comprometido con ninguno de los otros dos grupos; puede ser razonablemente persuadido hacia uno u otro lado.

Estos últimos pueden unirse a los primeros en su rechazo a las innovaciones propuestas por la didáctica de las ciencias. Esto es atribuido, por los propios docentes, a dos causas: a) un currículo educativo amplio a impartir en un número reducido de horas lectivas; b) una falta de formación en didáctica de las ciencias tanto a nivel inicial como permanente.

Por último, otra causa no desdeñable de rechazo de las innovaciones es el carácter tradicional de la evaluación del aprendizaje de las ciencias. En este sentido, los exámenes institucionales de cada país también son responsables, por omisión, de la poca eficacia de los cambios, porque los contenidos de las innovaciones de la enseñanza de las cien-

cias no suelen estar presentes en ellos, diseñados siempre a favor de los contenidos más tradicionales y propedéuticos (Oliva y Acevedo, 2005). No se plantean medir competencias generales y básicas, las cuales implican la aplicación de conocimientos y procedimientos científicos a situaciones del mundo real (Acevedo, 2005).

Estos exámenes ponen en marcha un círculo vicioso, que es letal para la implantación de las innovaciones: *no se enseña lo nuevo porque no se evalúa... y no se evalúa porque no se enseña*. En definitiva, puede afirmarse que las innovaciones que no se integran armónicamente en los currículos se ven condenadas al fracaso más tarde o más temprano, porque apenas consiguen modificar el resistente núcleo duro propedéutico del currículo real aplicado en las aulas (Fensham, 2004).

Diseño experimental para comprobar la hipótesis

Se trata de un diseño múltiple y convergente y, por ello, los instrumentos elaborados para la validación de la hipótesis son muchos y sus resultados, como veremos en el siguiente apartado, convergentes:

A) El análisis detallado de datos de las PAU (Pruebas de acceso a la universidad) que permite constatar el abandono de los estudios científicos y, además, la influencia del género y de las variables estructurales del sistema educativo.

B) Cuestionarios a alumnos de secundaria y entrevistas a grupos representativos, ponen de manifiesto una valoración e imagen negativa y como influyen en la misma las visiones sociales, la enseñanza de las ciencias y el género.

C) Análisis de los principales libros de texto utilizados y cuestionarios a profesores en activo y en formación ponen de manifiesto que la enseñanza de las ciencias esta valoración e imagen negativa.

Presentación y análisis de resultados

1. Datos de las PAU de matriculación y sexo

Para ver la disminución del interés se pueden analizar datos objetivos como los alumnos presentados a las pruebas PAU en la Universidad de Valencia (Tabla 1). Los datos de ésta se inician en 1996 con las PAU del COU, en 1999 y 2000 se reduce el número de alumnos (N) de las PAU del COU porque algunos alumnos empiezan a examinarse de las PAU de la LOGSE y a partir de 2003 todos los alumnos corresponden a las PAU del Decreto de humanidades (no quedan pendientes de COU). Se constata que el porcentaje de estudiantes de 2º de Bachillerato que cursan las materias de ciencias Física, Química y Biología en la provincia de Valencia, sobre la totalidad de los de 2º se ha reducido respecto del COU en un 40 % en el caso de la Física (como en las Matemáticas),

en un 35 % en la Química y en un 18 % en el caso de la Biología. En el caso de la Geología y las Ciencias de la Tierra y el

Medio Ambiente se observa un aumento, pero no son comparables porque se trata de asignaturas diferentes.

Tabla 1. Porcentaje de alumnos matriculados en las PAU en asignaturas de ciencias en la U de Valencia

Año	N	Matemat	Física	Química	Biología	Geo/CTMA
1996 COU	7377	56,0	46,5	53,7	34,6	13,0
1999 COU	5801	54,9	45,7	52,7	36,8	15,3
2000 COU	5012	51,8	45,1	48,1	33,8	12,3
2003 D.Hum.	5641	30,0	27,3	33,2	29,8	22,7
2005 D.Hum.	5380	32,0	29,8	33,0	27,9	19,4

De todas formas se trata de datos globales, no dan información sobre el número de alumnos que eligen cada modalidad de bachillerato y sobre su sexo, lo que podría explicar esos resultados. En las elecciones de Bachillerato (Tabla 2), se observa una disminución clara de la elección del científico técnico respecto al COU. Pasa de ser el más elegido a ser el tercero. El de ciencias de la naturaleza y la salud, antes denominado biosanitario, permanece bastante estable. Aumenta el de ciencias sociales, que pasa a ser el más elegido y, obviamente, el de artes, que antes no existía. Pero la disminución del alumnado que cursa Física, Química y Biología es mayor que la disminución del alumnado que elige las modalidades. Esto es debido a que la introducción de la Filosofía II por el decreto de Humanidades, se ha hecho a expensas de una optativa específica, con lo cual los alumnos mayoritariamente sólo cursan 3 asignaturas científicas (cuando en Preuniversitario, COU

y LOGSE cursaban 4). Ahora también podrían cursarlas, pero lo cierto es que como 2ª optativa eligen Educación Física, Informática, Economía, etc. Todo ello agravado por el hecho de que los alumnos que cursan las optativas de una modalidad no eligen las de la otra que se pueden escoger en la actualidad. Así, sólo un 8 % del alumnado de ciencias de la naturaleza y la salud elige Física (en COU lo hacía el 30 %) y sólo el 20 % del alumnado del científico técnico elige Química, en COU lo hacía el 50 %).

En la Tabla 3 se observa claramente que el número de chicas en los bachilleratos es superior al de chicos, con un porcentaje de aproximadamente del 60 %. También se observa que los porcentajes son muy superiores al total en todos los Bachilleratos excepto en el científico técnico, en el que es del 34 %. Si se compara LOGSE con COU se observa una disminución ligera del número de chicas en el científico técnico y también en el de ciencias de la naturaleza y la

Tabla 2. Porcentaje de alumnos que elige las distintas modalidades de bachillerato

	N	Arte	CCNS	CT	CCSS	H
1996 COU	7377		27,0	30,2	27,7	15,1
1999 COU	5801		26,1	31,1	26,4	16,4
2000 COU	5012		24,3	33,2	26,0	16,6
2003 D.Hum.	5641	3,4	27,9	25,8	29,5	13,5
2005 D.Hum.	5380	2,8	26,2	26,8	30,7	13,5

Tabla 3. Porcentaje de alumnas en el Bachillerato y en sus diversas modalidades

Años	N	Total	Arte	CCNS	CTec	CCSS	Hum
1996 COU	7377	57,5		63,6	37,2	68,3	67,6
1999 COU	5801	59,1		72,0	34,9	67,7	70,8
2000 COU	5012	58,3		72,2	36,3	64,3	72,5
2003 D.Hum.	5641	60,2	75,1	68,6	33,9	65,1	78,5
2005 D.Hum.	5380	58,3	69,3	66,2	33,9	66,6	77,4

salud respecto a los últimos años del biosanitario, aunque no respecto al 96. Por el contrario, aumenta el porcentaje en Humanidades. Posiblemente esta reducción se acentúa en Física, porque antes un 30 % del alumnado del biosanitario (mayoritariamente femenino) la elegía y, actualmente, sólo el 8 %. Esta situación a la larga se traducirá en una disminución del número de tituladas en Ingeniería, Arquitectura, Físicas y Matemáticas de nuestro país, regresando a discriminaciones por razones de género que parecieron empezar a superarse en los años 80, los iniciales del COU.

2. Resultados del alumnado en el cuestionario sobre el interés

Este cuestionario consta de 4 ítems, que tratan de detectar si existe desinterés, las causas del mismo o temas o actividades que podrían aumentar el interés, de los que seleccionamos dos. En primer lugar, ¿cuáles son las causas del desinterés hacia la Física y la Química? En un grupo de 46 estudiantes de 3º de ESO y en otro de 45 de 4º de ESO (N=91) encontramos las siguientes respuestas (Tabla 4).

Un 70'8 % del total de los alumnos encuestados alegan que las clases de Física y Química, son aburridas y difíciles. Los alumnos de 4º de ESO que la

Tabla 4. Porcentaje de causas del desinterés (N=91)

	Profesor	Aburrida y difíciles	Pocas prácticas muchas fórmulas	No hay desinterés	No sabe	Falta de salida	No me sirve
total	41,7	70,8	85,5	10,3	4,2	8,3	12,5
3° ESO	36,8	78,9	84,2	5,3	0,0	10,5	15,8
4° ESO	46,7	53,3	86,7	13,3	6,7	6,7	6,7

han elegido voluntariamente no la consideran tan aburrida o complicada como los de 3° de ESO, con una diferencia del 25 %. En un 85,5 % contestan que existen demasiadas fórmulas y que no realizan prácticas de laboratorio y, en esto, no hay diferencias entre 3° y 4° de ESO. Un 41,7 % del total de los alumnos

alegan razones relacionadas con el profesor, su forma de enseñanza y su programación.

En la siguiente cuestión se les propone que enuncien temas que aumentarían su interés en el estudio de la Física y Química. Los resultados obtenidos son:

Tabla 5. Porcentaje de temas que despertarían interés

N= 91	Química	Laboratorio	Astronomía	Otros	Aplicaciones	Aspectos amenos
Porcentaje	8,3	54,2	4,2	4,2	16,7	29,2

Se presenta sólo los totales (tabla 5) porque no existen diferencias significativas entre la opinión de 3° y 4°. Encontramos que en un 54,2 % su interés se vería acrecentado si realizasen más prácticas de laboratorio. En un 29,2 % piden que en las clases se trabajen aspectos que las hagan más amenas. En un 16,7 % de los alumnos piden que en el aula se trabajen aplicaciones reales, de su vida cotidiana. En un 8,3 % prefieren trabajar más temas de Química que de Física

3. Análisis de los resultados de los estudiantes en el cuestionario sobre imagen de la ciencia

Con este cuestionario pretendíamos comprobar la imagen y valoración negativa de la Física y Química y algunas de sus causas. Así mismo, se trata de ver si conocen contribuciones de la Física y Química a la solución de necesidades humanas (alimentación, energía, medicamentos, transportes, comunicaciones, etc.). Otro objetivo perseguido consiste en saber si los y las estudiantes tienen la visión de que las mujeres no han

intervenido en la construcción de la ciencia y si son conscientes del contexto histórico y social que impidió antes el trabajo de las mujeres en la ciencia, y el que actualmente hace que las científicas y sus contribuciones sean poco visibles.

En la primera pregunta (tabla 6) buscamos contrastar el desconocimiento de los alumnos de los valores de la

ciencia. Por valores entendemos lógicamente los positivos, como por ejemplo, la utilidad o la contribución de la ciencia a la racionalidad y el espíritu crítico, etc. Y no olvidemos que en 4º de ESO los estudiantes han cursado la asignatura de Ética, lo que debería garantizar el conocimiento de qué es un valor.

Tabla 6. Ítem 1: Valores que aporta el estudio de Física y Química en porcentaje

N= 91	Conocimiento	Ninguno	Interés	Formación
Total	33,3	66,7	8,3	12,5
3º ESO	26,5	84,0	0,0	6,7
4º ESO	40,0	48,7	16,6	17,6

Los resultados en este caso son preocupantes ya que el 66,7 % de los alumnos cree que el estudio de la Física y la Química no les aporta ningún valor. En 3º se alcanza un 84 % y, aunque en los alumnos de 4º de ESO esta respuesta se reduce, no deja de ser alarmante que el 46 % de los alumnos sigan sin encontrar ningún valor en el aprendizaje de la asignatura. Dentro de lo que hemos nombrado como *conocimiento* se incluyen todas aquellas respuestas que hacían referencia a conocer el mundo, conocer como funcionan las cosas, saber, adquirir conocimiento, etc. Algunos de estos alumnos daban más de una respuesta que podemos incluir dentro de la categoría *interés* que se refieren al interés por conocer, interés por saber como funcionan las cosas, etc. Y dentro del apartado de *formación* se han contabilizado todas aquellas respuestas como:

para la formación universitaria, para la educación, etc.

El segundo ítem (tabla 7) se les pregunta qué relaciones conocen entre la Física y la Química y el armamento, de forma abierta, para comprobar si conocen más contribuciones negativas de la Física y Química a los armamentos, que positivas, así como el papel de los científicos en denunciar los armamentos.

Encontramos que la mayoría de las respuestas se pueden hacer referencia a que los científicos son las que inventan los armamentos, investigan sobre ello, investigan las mejoras en su eficacia (categoría inventan) o bien dicen que además de inventarlas y diseñarlas, los científicos las fabrican y construyen en valores del 80 %. El resto no saben o dicen que ninguna. Ninguno de ellos menciona el papel jugado por los científicos en defensa de la paz.

Tabla 7. Ítem 2: Porcentaje de contribuciones de la Física y la Química a los armamentos

	Inventan	Construyen	Ninguna	No sabe
Total (N= 91)	52,9	26,5	14,7	5,9
3° ESO	52,6	26,0	15,8	5,2
4° ESO	53,3	26	13,3	6,0

Tabla 8. Ítem 3: Porcentaje de relaciones entre la ciencia y el medio ambiente

	Contaminación	Perjudicial	Ninguno	Mejorías	No sabe
total (N= 91)	55,95	22,5	29,2	3,4	10,7
Porcentaje 3° ESO	57,9	26,7	33,3	0,0	21
Porcentaje 4° ESO	54,0	18,3	25,0	6,7	0,0

En el ítem 3 (tabla 8) se pregunta que relaciones hay entre la Física y la Química y el medio ambiente.

De acuerdo con nuestra hipótesis la mayoría de los estudiantes tienen ideas que contribuyen a la valoración negativa, ya que asocian la Física y Química a la contaminación o la consideran perjudicial, afianzando de esta forma la visión negativa de la ciencia como causante de los problemas que actúan sobre la sociedad en este momento. Casi un 40 % del total no encuentran ningun-

na relación entre Física y Química y el Medio ambiente o no saben. Sólo un 6,7 % de 4° de ESO dicen que la Física y la Química pueden contribuir en la mejora del medio ambiente, mientras que ninguno de los alumnos de 3° de ESO nombra nada positivo al respecto.

En el ítem 4 (tabla 9) de este cuestionario se les pregunta “Dar ejemplos de las contribuciones de la Física y Química a la solución de necesidades humanas”. Los resultados obtenidos son esclarecedores:

Tabla 9. Ítem 4: Porcentaje de contribuciones de la Física y la Química en (N= 91)

Inventos	Ninguna	Alimentación	Medicina	Energías	No sabe
17,7	47,1	5,9	12	5,9	11,7

En este caso no existen diferencias significativas entre los alumnos de 3º y de 4º de ESO. Uno de los resultados más preocupante es que el 47,1 % de los alumnos encuestados del segundo ciclo de educación secundaria obligatoria cree que no existe ninguna contribución de Física y Química, que unido al 11,7 % que no sabe no contesta, resulta decisivo a la hora de validar que el alumnado desconoce la contribución de la Física y Química a la resolución de necesidades humanas. Esta relacionada con la

ausencia en la enseñanza de la ciencia de temas relacionados con las relaciones CTS.

Las preguntas 5 y 6 están relacionadas con la cuestión de género y el desconocimiento de los alumnos de secundaria de la contribución de las científicas en la construcción de las ciencias. Así, los resultados obtenidos en el ítem 5 (tabla 10) son más que llamativos, ya que un 72.9 % de los casos no conocen ninguna científica, y el resto la única científica que conocen es Marie Curie.

Tabla 10. Ítem 5: Porcentaje de científicas conocidas

	Marie Curie	Otras	Ninguna
Total (N= 91)	27,1	0,0	72,9
3º ESO	21,0	0,0	78,9
4º ESO	33,3	0,0	66,7

En este caso existen diferencias entre las respuestas de los alumnos de 4º y de 3º de ESO, con un 12,2 % de alumnos de 4º más que nombran a Marie Curie.

También se les preguntó sobre las razones que alegan para que se desconozcan científicas y sus respuestas (tabla 11) fueron:

Tabla 11. Ítem 6: Porcentaje de razones del desconocimiento de las científicas (N= 91)

No se enseñan	No se conocen	Otras profesiones	No sé	No sirven	No podían estudiar
16,7	41,8	4,4	50,5	4,4	20,9

En esta pregunta tampoco es necesario el tratamiento de los datos por separado ya que no existen diferencias significativas en sus respuestas.

Las respuestas de los alumnos han sido preocupantes ya que una mayoría (50,5 %) no saben, otros no las conocen

y, una de las razones alegadas es obvia, porque no se las han enseñado y otros porque las mujeres no podían estudiar. Más preocupantes son aquellos que escriben frases tan llamativas como "*las mujeres no sirven para la ciencia*" (4,4 %) o que "*se dedican a otras cosas*" (4,4 %).

4. Resultados de las entrevistas al alumnado

Las entrevistas se han realizado siguiendo un guión semiestructurado. Los resultados obtenidos de estas veinte entrevistas no muestran diferencias significativas con respecto a los tratamientos estadísticos de los cuestionarios.

Sin embargo, se han registrado conclusiones, frases y comentarios surgidos de manera espontánea en la entrevista que son remarcables. Vamos a agrupar por los temas propuestos en la entrevista.

Ausencia de laboratorio: “aprendí el método científico de memoria pero nunca entré en el laboratorio para aplicarlo”, “tantas reacciones y reacciones, ¿para qué? Nunca he visto una”, “no he entrado en el laboratorio en mi vida”

Formalismo: “menos ejercicios, menos teoría o por lo menos que no sea tan aburrido”, “no con tantas fórmulas, más entendible”, “no más teoría i problemas”

Profesor: “desde que entraba hasta que salía no se entendía nada de lo que decía”, “siempre haciendo ejercicios”, “a la de 3º si que se la entendía bien, a esta no se ni lo que dice”.

Dificultad: “no tenía claro que quería estudiar, pero es más fácil plástica que FQ”, “aunque me gustaba no se me daba bien, me costaba mucho aprobar”, “ya es difícil aprobar bachillerato como para escoger el científico”

Desconexión con la realidad: “quizá si hubiera trabajado algún aspecto que me afecte en mi vida”, “vore aplicacions de la ciència”

Género: a la pregunta de si conocían algunas científicas obtuvimos respuestas como: “¿científicas?... ninguna”, “esta que se dedicó a la radiactividad... Curie creo que se llamaba”, “la verdad es que no conozco a ninguna, nunca me había planteado esta pregunta”. También preguntamos porqué creían que las chicas no cursaban Física y encontramos respuestas del tipo: “ells (els xics) són més esquemàtics”, “nos gustan más otras cosas”.

Imagen pública negativa: “Es bona, ens fa avançar, però a la vegada es dolenta, i ens està perjudicant”, “es perjudicial, fíjate en las noticias, ¿oíste lo de la planta química”

Falta de salidas profesionales: “estudiando ciencias ¿en que voy a trabajar?”, “sols de professora i tal com estan ara els alumnes...”

5. Resultados obtenidos con la red de análisis sobre la visión que aportan los libros de texto de la ciencia

La red de análisis de libros de texto consta de 15 ítems que se han aplicado a una muestra de 22 libros de texto de secundaria, realizando una valoración global de los mismos, para la que hemos tenido en cuenta no sólo la presencia o no, sino el cómo, el donde y la forma en que esta información se comunica.

Así, el *cómo* presenta una información sobre cuál es la intención del autor. Por ejemplo, la introducción en forma de receta de las prácticas de laboratorio sin intervención por parte del alumno

no persigue la misma intención que si se presentan en forma de una pequeña investigación, más participativa y enriquecedora para el alumno.

Tampoco muestra la misma intención el *dónde*, el lugar que escogemos para introducir un determinado contenido. Así, en el caso de los trabajos prácticos no se busca la misma finalidad si se presentan como anexos al final de un capítulo (y en forma de pequeñas recetas), que si se sitúa dentro del texto como una pequeña indagación que será más motivadora para los alumnos.

Además del *cómo* y el *dónde* es importante la *forma* en que se introduce un contenido ya que es importante resaltar la imagen que queremos transmitir de la ciencia. Por ejemplo, si las relaciones CTSA se introducen en un texto únicamente tratando temas de contaminación, armamento, etc., sin mostrar ningún aspecto más, estamos ayudando a fomentar una imagen negativa de la ciencia.

A continuación presentamos los resultados obtenidos, atendiendo a los criterios de evaluación explicitados antes.

Tabla 12. Resultados de la red de análisis de textos (ítem T1, T2, T3, T4 y T5)

	%
1. No existe tratamiento cualitativo previo al cuantitativo	81,8
2. El tratamiento matemático no se corresponde al nivel matemático del alumnado	72,7
3. Presenta la formulación química como un lenguaje terminológico (para etiquetar) y no como un lenguaje interpretativo	82,3
4. Presenta la formulación como un tema inicial o final	78,6
5. El tipo de compuesto que se formula se introduce un año antes de lo que se hacía en el BUP	72,7

En la tabla 12 vemos que un 81,8 % de los libros analizados el tratamiento cualitativo previo necesario para una mejor comprensión de la asignatura está ausente y se presentan los temas directamente con un tratamiento cuantitativo. Además, este tratamiento cuantitativo en un 72,7 % no corresponde al nivel matemático de los alumnos en dicho curso, que se determina comparando con el currículo y los textos de matemáticas de dicho curso. Así, en

la cinemática de 1º de bachillerato se introducen derivadas, que sólo aparecen de forma muy ligera en el final de las matemáticas de dicho curso; de hecho, se trata con más profundidad en 2º de bachillerato.

En los tres ítems siguientes se aborda el tema de la formulación. Así, en un 82,3 % de los textos se incurre en el error de presentar la formulación como un tipo de lenguaje terminológico, y no como una forma de que los estudiantes

empiecen a interpretar las sustancias y sus propiedades. En un 78.6 % aparece como un tema a comienzos de la química o como un anexo final. En cuanto a la cuestión número 5 hace referencia al nivel en que se trata cada tema de la formulación, comparándolo con el correspondiente al que establecía el currículo de BUP (inorgánica en 2º, inicio de la orgánica en 3º y dominio de la orgánica en COU). Encontramos que en un 72.7 % de los casos se anticipa un

curso (inorgánica en 3º de ESO, inicio de la orgánica en 4º y dominio de la orgánica en 1º de Bachillerato)

Las cuestiones T6 a T9 (tabla 13) hacen referencia a la omisión de aquellos aspectos que las líneas de investigación en didáctica de las ciencias demuestran que ayudarían a la motivación y al aumento de interés de los alumnos, así como de su mejor aprendizaje de la asignatura.

Tabla 13. Resultados de las cuestiones T6, T7, T8 y T9 de la red de análisis de los libros de texto

	(%)
6. Aparecen trabajos prácticos tipo receta al final del capítulo	95,5
7. No hay descripción de aparatos	81,8
8. No aparecen relaciones CTS	86,4
9. No aparece la historia de la ciencia	86,4

Tabla 14. Resultados obtenidos para las cuestiones T10 a T14

	(%)
10. No aparece las finalidades de las ciencias	95,5
11. No aparecen los valores de las ciencias	95,5
12. No aparece la contribución de la ciencia a necesidades humanas	81,8
13 No presenta la participación de científicos y técnicos en temas de armamento	95,5
14. No presenta investigaciones científicas sobre contaminación, agotamiento de recursos	81,8

Las preguntas de T10 a T14 (tabla 14) están relacionadas con la presentación de los valores, finalidades, las contribuciones de la ciencia a la sociedad, etc.

La cuestión T15 está relacionada con la cuestión de género, es decir, si apare-

cen las contribuciones de las científicas a la ciencia y a su construcción.

Los resultados obtenidos después de la búsqueda de la cuestión de género de la ciencia hemos obtenido unos resultados abrumadores, el 95,5 % de los libros de texto no presentan contribuciones a

Tabla 15. Resultados a la cuestión T15 de la red de análisis de texto

	(%)
No aparecen contribuciones significativas de las científicas a la ciencia	95,5

la ciencia de las científicas como parte integrada en los conceptos introducidos. Sólo en algunos casos aparece Marie Curie, pero como un anexo, una fotografía o un pie de página en el que únicamente se trabaja la biografía de Marie Curie.

6. Análisis de los resultados obtenidos con los cuestionarios de los profesores

Se han pasado a un grupo de 48 profesores en activo y en formación. Los resultados obtenidos sobre los temas o actividades a trabajar en el aula, y que despertaran el interés del alumnado (tabla 16) son:

Tabla 16. Resultados del profesorado sobre temas o actividades a trabajar en el aula para aumentar el interés de los estudiantes (N=48)

	Porcentaje
Prácticas de laboratorio	91.1
Historia de la ciencia	66.7
Visita a museos	12.0
Biografía de científicos	23.2
CTSA	26.4

De acuerdo con otras investigaciones (Solbes y Vilches, 1997; Solbes y Traver, 2003) vemos que en la casi totalidad del profesorado que las actividades que más aumentarían el interés en los estudiantes de ciencias corresponden al trabajo práctico de laboratorio. A continuación mencionan la historia de la ciencia con un porcentaje del 66,7%, tema que se puede unificar con las biografías de los científicos (23.2 %). Un porcentaje ligeramente mayor hace referencia al trabajo de aspectos CTSA (como por ejemplo,

aplicaciones técnicas, medio ambiente, etc.). Por último, un 12 % menciona la visita a museos.

También se les preguntaba cuáles son las causas del desinterés hacia el estudio de Física y Química. Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 17:

La razón más veces repetida en el análisis de los cuestionarios, con un 75 %, se refiere a que la dificultad del área es mayor que las de las otras áreas de la enseñanza secundaria obligatoria. Relacionado con lo anterior, y alegado

Tabla 17. Resultados obtenidos sobre las causas del desinterés (N=48)

	(%)
Mayor dificultad de la asignatura	75,0
Influencia de compañeros	4,2
Aparato matemático	31,3
Profesorado (mala formación y sin motivación)	18,8
No se trabajan en el aula aspectos CTSA	37,5
Elitismo del profesorado	10,4
Sin perspectivas de salida profesional	45,8

por un 31,3 % de los docentes, es que tienen un excesivo formalismo matemático que “asusta” a los alumnos.

En un 18,8 % se hace referencia al profesorado encargado de impartir la asignatura y alegan que tienen una mala formación y una deficiente forma de presentar la asignatura a los alumnos, además de su falta de motivación.

Curiosamente en un 37,5 % de los encuestados cree que esta situación cambiaría si en las aulas se trabajaran aspectos de CTSA.

Un 10,4 % de los encuestados cree que las ciencias sólo deben ser estudiadas por un tipo de alumnos, es decir, existe un cierto elitismo entre los profesores sobre el estudio de las ciencias.

Otra de las razones más nombradas corresponde a que los alumnos tienen la visión de que es un área con poca salida profesional (45,8 %).

Uno de los motivos alegados por los docentes es que la elección de los alumnos viene determinada por la opinión desfavorable de sus compañeros de curso. Esta causa es nombrada por el profesorado encuestado en un 4,2 %

Cuando se les pregunta cuáles son las finalidades de la enseñanza de las ciencias. En la tabla 18 podemos observar que la mayor parte del profesorado cree que la ciencia debe tener como finalidad la preparación de futuros científicos (formar para carreras científicas, razonamiento, aplicar conocimientos, aprender las leyes de la ciencia, etc. Otros manifiestan una finalidad claramente científica, como es la explicación de la relación entre fenómenos naturales y ciencia (60.8)

El porcentaje de profesores que creen que es importante el estudio de la ciencia como una parte fundamental de la formación de una persona es sensiblemente menor (espíritu crítico, visión de la ciencia, etc). Dentro del ítem *otros* se engloban respuestas como: “Contestar a la pregunta ¿qué es la ciencia?”, “fomentar la curiosidad”, “capacidad de síntesis”, que se han incluido aquí por tener porcentajes del 2 al 4 %.

Por último, el analfabetismo científico esta entendido en el sentido tradicional del término y no en conseguir una alfabetización científica de la sociedad,

Tabla 18. Resultados obtenidos sobre finalidades de la ciencia (N=74)

	%
Formar para las futuras carreras de ciencias	33,3
Razonamiento	27,0
Aplicar conocimientos	20,3
Explicar relación entre fenómenos naturales y la ciencia	60,8
Combatir el analfabetismo científico	16,0
Otros	9,4
Método científico	10,8
Espíritu crítico	10,8
Aprender las leyes de la ciencia	23,0
Ver la visión de la ciencia a lo largo de la historia	1,4

A la pregunta sobre cuáles son los valores que la ciencia puede transmitir a los futuros ciudadanos, los resultados

obtenidos por el profesorado en activo y formación son (tabla 19):

Tabla 19. Resultados obtenidos sobre valores de la ciencia (N=74)

	%
Objetividad	26,9
Exactitud	3,8
Curiosidad	26,9
Método	23,0
Rigor	3,8
Organización	7,7
Responsabilidad	26,9
Constancia	11,5
Orden	3,8
Razonar	15,4
Tolerancia	3,8
Educación para la paz	3,8
Igualdad de sexos	3,8
Justicia	3,8
Respeto al Medio ambiente	26,9

De estos resultados podemos afirmar que tanto el profesorado en activo como en formación no tiene muy claro cuáles son los valores que puede aportar la ciencia, ya que ninguno de ellos es nombrado por un alto porcentaje (estos siempre son menores al 27%).

Por otra parte, los valores más nombrados por los profesores hacen referencia a la constancia, la responsabilidad, adquisición de método, curiosidad, objetividad, organización, capacidad de razonamiento, etc. valores tradicionalmente atribuidos a la ciencia, junto con exactitud, precisión, es decir, valores puramente epistémicos. En cambio, los valores de justicia, tolerancia, educación para la paz, para el cuidado del medio ambiente, etc. tiene porcentajes sensiblemente inferiores a los anterio-

res, individualmente y en conjunto, salvo el último. Por lo tanto, los profesores que decían que una enseñanza en la que se trabajaran las relaciones CTSA, la historia de la ciencia, etc., a la hora de nombrar valores asociados a estos temas, que forman parte de la ciencia y que deben, según los decretos curriculares, estar presentes en la educación, no se acuerdan de nombrarlos.

Cuando preguntamos sobre las actividades y los temas que creen que a sus alumnos les fomentaría el estudio por la asignatura un alto porcentaje de ellos nombraba el tratamiento en el aula de aspectos CTSA, por lo que les planteamos la pregunta de por qué creen que no se trabajan estos aspectos en el aula y los resultados obtenidos (tabla 20) son:

Tabla 20. Causas que explican la ausencia de CTSA (N=48)

	%
Desconocimiento del profesorado	30,4
Falta de tiempo en el currículo	43,5
No existe conexión con la sociedad	34,8
Visión conservadora	4,3
Elitismo	8,7
Dogmatismo	4,3
Tradicición	52,2
Ausencia de medios	21,7
Mayor comodidad si no se introduce	21,7

Los motivos alegados se pueden resumir en tres grandes bloques. El primero de los bloques asociados al docente, el segundo al sistema educativo y el tercero de ellos a la visión negativa de la

sociedad y la ciencia. Estos tres grandes bloques encontrados corroboran completamente nuestra hipótesis.

Por un lado, en el caso del profesorado en un porcentaje de 30 % se alega

que éste desconoce estos temas ya que no forman parte de su formación. Por otro lado, el 52 % se hace referencia a la tradición educativa en la forma de enseñanza de la ciencia. En efecto, en la enseñanza tradicional estos temas no se trabajan. Por otra parte, aparecen la visión conservadora de aquellos que están convencidos de que las relaciones CTSA no se deben enseñar, así como las visiones deformadas elitista y dogmática. Todo ello en conjunto da una gran parte del profesorado reticente a la introducción de estos temas en el aula.

Otro de los bloques, al igual que proponíamos en nuestra hipótesis, corresponde al sistema educativo y muchos de ellos hacen referencia al excesivo contenido del currículo de Física y Química, al poco tiempo que se le asigna para dar las clases y a la ausencia de medios.

Y por último, la visión negativa de que no existe conexión entre la ciencia y la sociedad, alegado casi por un 35 % de los profesores. Cómo van a pensar nuestros alumnos que existe una gran relación entre la ciencia y la sociedad si el 35 % de los profesores encargados de su educación científica piensan lo contrario.

Conclusiones y perspectivas

Se puede concluir a partir de los resultados de las estadísticas de las PAU, que disminuyen los alumnos que cursan el bachillerato científico, las materias científicas optativas y, en particular, hay un abandono por parte de las chicas de la Física y las Matemáti-

cas. Esto, como ya hemos señalado, es fruto de múltiples causas. El análisis de las estadísticas de las PAU muestra que la organización del sistema educativo no es ajena a esta disminución. Por otra parte, los cuestionarios y entrevistas de alumnos ponen de manifiesto las otras causas: la valoración negativa, el tema del género y la propia enseñanza de las ciencias.

En cuanto a los alumnos, se constata una valoración negativa de la Física y Química, una idea de asignatura excesivamente difícil y aburrida (un 70'8 %), alejada de su vida cotidiana, con pocas posibilidades de éxito y sin futuro profesional. Esta valoración tan negativa de las ciencias no se da por igual en todas las asignaturas y hace que la Física y la Química sea una de las peor valoradas.

Las actividades que según los propios alumnos aumentarían su interés son las mismas que la Didáctica de las ciencias y sus líneas de investigación proponen: mas trabajo en el laboratorio, utilización de las relaciones CTSA y de la historia de la ciencia, etc. Todas ellas están valoradas en porcentajes superiores al 70%.

Por otra parte, los alumnos tienen una visión de la ciencia que le atribuye un gran papel en aspectos negativos, como la contaminación o el desarrollo de armamentos, pero desconoce aspectos positivos, como los valores que puede aportar (racionalidad, espíritu crítico, etc.), su contribución a resolver las necesidades humanas, o los compromisos de muchos científicos en temas como el medio ambiente o el pacifismo.

Dentro de esta visión de la ciencia también encontramos un claro desconocimiento de las científicas que ayudaron a la construcción de la ciencia, lo que puede producir una falta de identificación de las alumnas con la ciencia. Esto se traducirá, en una disminución de las alumnas que cursen las asignaturas científicas, especialmente, la Física y las Matemáticas. En las entrevistas también aparece lo que algunos autores denominan visión del estereotipo, es decir, la admisión de una dificultad de trabajar la asignatura por la existencia de un estereotipo fijado en la sociedad.

Por otra parte, los resultados obtenidos con libros y profesores confirman la segunda parte de nuestra hipótesis, la enseñanza de la Física y Química no tiene en cuenta la valoración negativa del alumnado y su abandono. Por ello, no se trabajan aspectos que motivarían al alumnado y continúa centrándose la enseñanza en aspectos puramente formales.

En concreto, la red de análisis de texto pone de manifiesto (en porcentajes comprendidos entre el 72.7% y el 81.8 %) una ciencia con elevado formalismo matemático y de elevada dificultad, que supera el nivel de los contenidos matemáticos enseñados al alumno, por encima incluso de los que marca la legislación educativa. Por otra parte, aspectos que la didáctica de las ciencias ha puesto de manifiesto que pueden contribuir a mejorar las actitudes de los estudiantes, como las relaciones CTSA, la historia de la ciencia, sus valores y finalidades, etc. se encuentran práctica-

mente ausentes. Por último, también se ignora el papel jugado por las mujeres en el desarrollo de la ciencia.

Coherentemente con estos resultados, los profesores, al preguntarles que actividades o temas fomentarían el interés por el estudio en sus alumnos, respondían que los trabajos prácticos, la historia de la ciencia, las actividades CTS, etc. Pero cuando les preguntábamos sobre estas actividades y su implantación en el aula, descubrimos que ellos mismos no trabajaban estos aspectos o no pensaban hacerlo, por falta de tiempo, por no considerarlos dentro del currículo, etc.

Otro aspecto que también ha quedado ampliamente mostrado en los cuestionarios es que muy pocos profesores contestaban a las preguntas de finalidades y valores y que éstos eran incapaces de nombrar valores o finalidades de la ciencia que no fueran puramente cognoscitivos.

Como perspectivas de este trabajo, nos planteamos si se puede contribuir a cambiar esta valoración tan negativa de la ciencia, con todas las dificultades que plantea cualquier cambio axiológico. El cambio axiológico (incluyendo el actitudinal) es difícil, pero parece posible si se tratan aspectos como (BSCS & American Medical Association, 1994, Hodson, 1994, Solbes 2002):

- Mostrar las contribuciones de la ciencia y de los científicos y las científicas ha la resolución de problemas y necesidades humanas.

- Presentar ejemplos de responsabilidad social de científicos y científicas, por ejemplo, su movilización a favor de la paz entre las naciones, por la subsistencia de la especie humana en la Tierra o las investigaciones que han puesto de manifiesto impactos de determinados productos en la salud y el medio ambiente (por ejemplo, que el DDT es perjudicial, que el tabaco y otros productos son cancerígenos o que los CFC destruyen la capa de ozono).
- Explicitar los valores positivos de la ciencia, como su contribución a la racionalidad, el espíritu crítico frente a cualquiera tipo de fundamentalismo y pseudocientificismo (como la astrología, la ufología) o la utilidad.

Ahora bien, esto no se puede hacer con discursos sino por imitación de modelos (de ahí la importancia de los ejemplos de científicos y científicas), haciendo explícitos los valores y las actitudes que se quieren enseñar, por ejercicio continuado de las mismos, en particular, en situaciones de conflicto o disonancia sociocognitivo, etc.

Pero ante un problema de esta magnitud, puede que esto no sea suficiente y que sea necesario investigar, para utilizar de la mejor manera posible, todos los recursos disponibles. En particular, la utilización en el aula de juegos, juguetes y pequeñas experiencias tecno-científicas, es decir, de Ciencia recreativa (Liem 1987, López 2004, Lozano, 2006; Russell et al 1999, Sarquis et al., 1997, Taylor, 1990). A nivel de pequeñas expe-

riencias recreativas en Primaria cabe mencionar el proyecto “Le main a la pâte” promovido por Charpak en Francia (Charpak y Omnés, 2005). También hay que tener en cuenta la ciencia que hay fuera de la institución escolar, en la publicidad, en las noticias, en las películas, en la TV, en los centros y museos de ciencia, en Internet, etc. Como señala Pro (2005), ofrecen posibilidades que podemos y debemos aprovechar dentro del aula: para conocer mejor a nuestros estudiantes, para comprender sus ideas y su desarrollo, para detectar las necesidades que tienen como ciudadanos/as, para conectar con hechos cotidianos o para aprender a enseñar de otras maneras. Por último, tener en cuenta los resultados de proyectos de evaluación transnacionales como PISA (OECD 2001, 2003, 2004), centrado en alfabetización científica y competencias, para cambiar la evaluación de las ciencias, así como mejorar la formación inicial y permanente del profesorado. Los futuros grados de maestro de primaria y master de secundaria pueden orientarse teniendo en cuenta estos estudios.

Referencias bibliográficas

- AA.VV. (1997). Los libros de texto, Monográfico, *Alambique*, 11, 5-87.
- AA.VV. (2002). Ciencias en la ESO y Contrarreforma, Monográfico, *Alambique*, 33, 5-97.
- AA.VV. (2003). Las ciencias en el bachillerato, Monográfico, *Alambique*, 36, 5-111.

- ACEVEDO, J.A. (2005). TIMSS Y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301,
- AIKENHEAD, G.S. (1994). What is STS science teaching?, en J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. New York, Teachers College Press.
- AIKENHEAD, G.S. 2003a. Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands (august 19-23).
- BAIN, K. (2005). *El que fan els millors professors d'universitat* Universitat de València
- BANET, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (1), 5-21.
- BSCS (Innovative Science Education) & AMA (American Medical Association) (1994). *Genoma Humano. Ciencia, Ética y Política Pública*, Valencia: Edicions Alfons el Magnànim.
- CAAMAÑO, A; GÓMEZ, M.A.; GUTIÉRREZ, M.S; LLOPIS, R. Y MARTÍN-DÍAZ, M.J. (2001). El Proyecto Química Salters: un enfoque ciencia, tecnología, sociedad para la química del bachillerato, en *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia/Tecnología/Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea.
- CHARPAK, G. y OMNÉS, R. (2005). *Sed sabios y convertíos en profetas*, Anagrama, Barcelona.
- DUNBAR, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Alianza, Madrid.
- FENSHAM, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- FOUREZ G. (1999). L'enseignement des sciences: en crise? *La Revue Nouvelle*, 110 (juillet- août), 96-99.
- FOUREZ, G. (2002). Les sciences dans l'enseignement secondaire. *Didaskalia*, 21, 107-122.
- FURIÓ, C. y VILCHES, A. (1997). Las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias y las relaciones CTS, en DEL CARMEN (Coor). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 47-71.
- FURIÓ, C., VILCHES, A., GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). Finalidades De la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación prope-

- déutica? *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3), pp. 365-376.
- HERNÁNDEZ, J., SOLBES, J. y VILCHES, A. (2001). Reflexiones sobre el currículum de física y química en el Decreto de Humanidades. *Alambique*, 29, pp. 95-102.
- HODSON, D. (1994). Seeking Directions for Change. The Personalisation and Politisation of Science Education, *Curriculum Studies*, 2 (1), pp. 71-98.
- JIMÉNEZ, M.P. (1996). *Dubidar para aprender*. Vigo: Edicións Xerais de Galicia.
- JIMÉNEZ, M.P. (1994). Género y ciencias: el paso siguiente. *Aula de Innovación educativa*, 27, pp. 22-25.
- MATHEWS, M.R. (1990). History, Philosophy and Science: a Rapprochement. *Studies in science education*, 18, pp. 25-51.
- LOZANO, O. (2006). Análisis del uso de la ciencia recreativa en la enseñanza de la física y química y la tecnología y sus consecuencias en el alumnado, Trabajo de Investigación de Tercer ciclo, Departament de didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de València.
- KIMURA, D. (2002). Cerebro de varón y cerebro de mujer. *Investigación y Ciencia. Temas 28. La conciencia*, pp. 88-97.
- LÓPEZ, V. (2004). La física de los juguetes, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 17-30.
- LIEM T.L. (1987), *Invitations to science inquiry*, Chino Hills, (California): Science Inquiry Enterprises
- LINDHL, B. (2003). *Pupils' responses to school science and technology? A longitudinal study of pathways to upper secondary school*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Kristianstad, Suecia.
- OECD. (2001). *Knowledge and skills for life: First results from PISA 2000*. Executive Summary. París: OECD. Traducción de G. Gil Escudero (2001), *Conocimientos y destrezas para la vida: primeros resultados del proyecto PISA 2000. Resumen de resultados*. Madrid: INCE/MECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD. Traducción de E. Belmonte (2004): *Marcos teóricos de PISA 2003: la medida de los conocimientos y destrezas en matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas*. Madrid: INECSE/MEC.
- OECD. (2004). *First results from PISA 2003: Executive Summary*. París: OECD. Traducción de E. Belmonte (2004), *Aprender para el mundo de mañana. Resumen de resultados PISA 2003*. Madrid: INECSE/MEC.
- OLIVA, J.M. Y ACEVEDO, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250
- POZO, J.I. Y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*, Morata, Madrid.

- PRO, A. DE (2005). Aprendizaje informal de la ciencia. *Alambique*, 43, 5-81.
- RUSSELL J. V. (1999) Using games to teach chemistry. An annotated bibliography, *Journal of Chemical Education*, 76, pp. 481-484;
- SADKER, M. Y D. SADKER 1994, *Failing at Fairness: How American Schools Cheat Girls*, Nueva York: Scribner.
- SAHUQUILLO, E., JIMÉNEZ, M.P., DOMINGO, F. Y ALVAREZ, M. (1993). Un currículo de ciencias equilibrado desde la perspectiva de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), pp 51-59.
- SARQUIS J. et al (1997), *Investigating solids, liquids and gases with toys*, Middletown (Ohio): McGraw-Hill.
- SIMPSON, R. D., KOBALA, T. R., OLIVER, J. S. y CRAWLEY, F. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En Gabel, D.L (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: McMillan Pub Co.
- SJØBERG, S. (2004). *Science Education: The voice of the learners*. Contribution to the Conference on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe. Bruselas, Unión Europea (2 de abril de 2004).
- SJØBERG, S. Y SCHREINER, C. (2005). *Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. Keynote presentation at EU's Science and Society Forum 2005*. Session 4: How to foster diversity, inclusiveness and equality in science. Bruselas, Unión Europea (9-11 de abril de 2005).
- SOLBES, J. (1999). Los valores en la enseñanza de las ciencias, *Alambique*, nº 22, pp. 97-109.
- SOLBES, J. (2002). *Les emprentes de la ciencia*. Alzira, Ed Germania
- SOLBES, J. y TRAVER, MJ. (1996). La utilización de las historia de las ciencias en la enseñanza de la Física y la química. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (1), p.103-112.
- SOLBES, J. Y VILCHES, A. (1997). STS Interactions and the teaching of Physics and Chemistry, *Science Education*, 81, pp. 377-386.
- TAYLOR, A.P., WILLIAMS, J. P., SARQUIS, J. L. & POTH, J. (1990), Teaching science with toys: a model program for inservice teacher enhancement, *Journal of Science Teacher Education*, 1(4), pp. 70-73
- TRAVER, M. (1996). *La història de les ciències en l'ensenyament de la física y la química*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual, *Enseñanza de las ciencias*, 13, 337-346.
- YAGER, R.E. y PENICK, J.E. (1986). Perception of four age groups towards science classes, teachers and values of science, *Science Education*, 70, 353-356.