

Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente

José Antonio Acevedo Díaz¹, Ángel Vázquez Alonso², M^a Antonia Manassero Mas³ y Pilar Acevedo Romero

¹Inspección de Educación, Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, Delegación Provincial de Huelva, España. E-mail: ja_acevedo@vodafone.es.

²Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de las Islas Baleares, España. E-mail: avazquez@dgform.caib.es. ³Departamento de Psicología, Universidad de las Islas Baleares, España. E-mail: ma.manassero@uib.es.

Resumen: Hoy en día, enseñar contenidos CTS no resulta sencillo por la falta de preparación del profesorado en estos temas y la escasez de materiales curriculares e instrumentos de evaluación adecuados para llevar a cabo la enseñanza correspondiente. Centrándose en el primero de los problemas, este estudio compara las actitudes y creencias sobre los temas CTS del profesorado en ejercicio con las de futuros profesores en formación inicial. Sus respuestas a una selección de 35 cuestiones del Cuestionario de Opiniones sobre CTS (COCTS) se valoran con procedimientos de evaluación recientemente mejorados. Los resultados logrados por el profesorado en ejercicio son bastante parecidos a los alcanzados por los futuros profesores, tanto si se atiende a las diversas dimensiones abordadas en el cuestionario, como a las preguntas que componen cada dimensión. Esta semejanza se interpreta debido a la ausencia habitual de estos contenidos en la enseñanza de las ciencias experimentales en todos los niveles del sistema educativo, lo que deja su formación en manos del currículo oculto o implícito y en lo que se transmite y divulga mediante la educación informal. En consecuencia, se aboga por la urgente inclusión explícita de los temas CTS en la formación inicial y permanente del profesorado, para que éste pueda estar en condiciones de contribuir más adecuadamente a mejorar e innovar la enseñanza de las ciencias con el fin de ayudar a todas las personas a conseguir una alfabetización científica y tecnológica más ajustada a sus necesidades.

Palabras clave: educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), didáctica de las ciencias experimentales, actitudes y creencias CTS, evaluación del profesorado.

Title: Persistence of STS attitudes and beliefs in teachers.

Abstract: Teaching science-technology-society (STS) contents today is a complex challenge for science teachers due to the lack of the teachers' training in these topics and the shortage of curricular materials and appropriate evaluation instruments to carry out an effective teaching. This study focuses in the first one of the previous problems, comparing the attitudes and beliefs on the STS topics of practitioner and pre-service science teachers. The teachers answered 35 questions from the pool Views on STS (Spanish acronym, COCTS); these questions are scored and evaluated through recently improved assessment procedures. The results

presents the STS teacher thinking, and the main finding shows that the STS beliefs of practitioner teachers are quite similar to those displayed by the pre-service teachers, no matter the variables, dimensions, questions or beliefs considered. This similarity is attributed to the usual absence of these contents in the science curricula across all levels of the educational system. This fact leaves the training of teachers on these issues in the hands of the hidden or implicit curriculum and the informal education, which presumably transmits and discloses uninformed ideas. In consequence, the explicit inclusion of STS topics in the pre-service and in-service training of teachers is urgently pleaded, so that the trained teachers could contribute more appropriately to improve and innovate science teaching aimed to all students be scientifically and technologically literate.

Keywords: Science Technology and Society (STS) education, didactics of the experimental sciences, STS attitudes and beliefs, teacher evaluation, teacher thinking.

Introducción

Cada vez más, los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) se consideran un indicador de calidad en la innovación de una enseñanza de las ciencias destinada a conseguir la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas (Acevedo, 1997a, Vázquez, 1999). Por ejemplo, en el documento programático para el período 2001-2002 del Programa Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (CTS+I) de la OEI (*Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*), aprobado en la 68 Reunión del Consejo Directivo de la OEI celebrada en Valencia (España) el 26 de marzo de 2001 (OEI, 2001), el sexto objetivo específico pretende: "propiciar la incorporación de un enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias en el nivel medio"; estableciéndose para su consecución el "desarrollo de acciones formativas, semipresenciales y a distancia, dirigidas a docentes de educación media en el enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias y la tecnología" y "la edición digital y difusión de materiales de uso en el aula para la incorporación del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias".

El enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias pretende hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Vilches y Furió, 1999). La filosofía de la ciencia, la más reciente filosofía de la tecnología, la historia de la ciencia y la tecnología, así como los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, desarrollados sobre todo a partir de los años setenta, han contribuido en gran medida a aclarar estas relaciones (Acevedo, 1997b; Barnes, 1972; Bernal, 1964; Bijker, Hughes y Pinch, 1987; Bunge, 1999; Cardwell, 1994; Echeverría, 1999; García-Palacios *et al.*, 2001; González-García, López-Cerezo y Luján, 1996; Iranzo *et al.*, 1995; Iranzo y Blanco, 1999; Kranzberg, 1990; Lamo, González y Torres, 1994; López-Cerezo, Luján y García-Palacios, 2001; Matthews, 1994; Merton, 1973; Mitcham, 1989; Núñez, 2001; Richards, 1983; Smith y Marx, 1994; Solís, 1998; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

Habitualmente, la mayoría de las investigaciones didácticas dirigidas a explorar las actitudes y creencias CTS se han ocupado del alumnado y sólo a partir de la última década la atención se ha dirigido con mayor énfasis

también hacia el profesorado (Lederman 1992), porque, en general, es obvio que éste no puede enseñar lo que desconoce y, en particular, por la hipotética influencia que pudieran tener sus creencias y actitudes CTS en la enseñanza que practican y, por tanto, también en sus alumnos. En efecto, como han mostrado algunas de las primeras investigaciones, la eficacia de la puesta en práctica de los programas CTS depende mucho del profesorado, lo que ha tenido como consecuencia directa el interés por conocer sus actitudes y creencias CTS, puesto que si la enseñanza se contempla como un acto consciente y con una finalidad planificada, el profesorado tendría que tener un buen conocimiento de lo que pretende transmitir a sus alumnos.

Las preguntas del *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* (que resumiremos con su acrónimo COCTS) constituyen un potente banco de pruebas de evaluación con un centenar de cuestiones CTS, susceptibles de ser empleadas también como contenidos educativos CTS en el aula y como objeto de investigaciones sobre las actitudes relacionadas con la ciencia de los estudiantes y el profesorado (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez y Manassero, 1998, 1999). Utilizando este instrumento, en un estudio anterior (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002), se analizaron comparativamente las actitudes y creencias CTS de una amplia muestra de estudiantes y profesores en ejercicio, representativa de todos los niveles del sistema educativo en Mallorca. Entre otras cosas, aparecían mejores resultados, en general, del profesorado, aunque ni mucho menos en todos los casos. Ni el alumnado ni el profesorado encuestados habían recibido una educación CTS específica, porque los planes de estudio españoles, universitarios y no universitarios, no la contemplan suficientemente de manera explícita. Así pues, cabe suponer que sus actitudes y creencias manifestadas en sus opiniones sobre estos temas han sido configuradas a través de un currículo escolar oculto (creencias del profesor implícitamente transmitidas en las diferentes actividades de aula y laboratorio, las que difunden los libros de texto y otros materiales curriculares al uso, etc.) y, muy especialmente, por la educación informal (diferentes medios de comunicación de masas, lecturas, películas, museos y exposiciones de ciencia y tecnología, etc.). Las diferencias significativas en función de la edad encontradas sistemáticamente en las actitudes y creencias de los estudiantes con un bajo grado de exposición a los estudios de ciencias experimentales (esto es, que reciben la misma educación científica elemental) apoyan la explicación de la influencia de los diversos medios de comunicación de masas, que aumenta a medida que el individuo crece (Vázquez y Manassero, 1997, 1998).

Para tratar de responder ahora a la pregunta *¿son similares o diferentes las actitudes y creencias CTS del profesorado en ejercicio (in-service) y en formación inicial (pre-service)?*, en este trabajo se muestra un análisis comparativo de las respuestas de ambos grupos utilizando la misma selección de 35 cuestiones del COCTS. Puesto que el sistema educativo español nunca ha incorporado explícitamente el objetivo de la comprensión de los temas CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología de cualquier nivel, al menos con la misma prioridad que se ha hecho en algunos países, y teniendo en cuenta la explicación de las influencias en el aprendizaje de la educación informal, el currículo escolar oculto y la comunicación implícita en

la enseñanza (Moss, Abrams y Robb, 2001; Ryder y Leach, 1999), se establece aquí con carácter hipotético que, probablemente, serán escasas y poco significativas las diferencias en las actitudes y creencias entre el profesorado en ejercicio y los futuros profesores en formación inicial. Esta hipótesis se basa también en que tanto unos como otros, considerados colectivamente, habrán tenido parecidas experiencias escolares y de educación informal, siempre que sus grados de exposición a los estudios de ciencia y tecnología hayan sido semejantes.

Muestra

La muestra de profesorado en ejercicio (error muestral 4%, por exceso o defecto) está formada por 654 profesores de primaria (46%), secundaria (44%) y universidad (10%), aleatoriamente distribuidos con antecedentes de baja (66%), media (11%) y alta (23%) exposición a los estudios de ciencias experimentales. La muestra de futuros profesores en formación inicial (error muestral 4%, por exceso o defecto) está constituida por 389 estudiantes de diplomatura universitaria (41%), de licenciatura universitaria (31%) y titulados universitarios (28%), distribuidos al azar según sus antecedentes de baja (50%), media (30%) y alta (20%) exposición a los estudios de ciencias experimentales, de forma semejante a como se ha hecho con la muestra de profesores en ejercicio (Vázquez y Manassero, 1997).

Procedimiento

Los datos se tomaron de las respuestas a 35 preguntas (con 222 enunciados alternativos en total) hechas a ambos grupos (profesores en ejercicio y futuros profesores en formación inicial), contenidas en dos cuadernillos (18 cuestiones en cada uno, con una repetida en ambos) de los seis que componen el cuestionario completo y que han sido extraídas representativamente de las 100 que componen el COCTS (637 frases), correspondientes a las siguientes dimensiones:

- D1: Ciencia y tecnología. Definiciones y relaciones (3 cuestiones, 21 frases).
- D2: Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología (5 cuestiones, 33 frases).
- D4: Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad (8 cuestiones, 52 frases).
- D6: Características de los científicos (6 cuestiones, 40 frases).
- D7: Construcción social del conocimiento científico (5 cuestiones, 31 frases).
- D8: Construcción social de la tecnología (1 cuestión, 6 frases).
- D9: Naturaleza de la ciencia (7 cuestiones, 39 frases).

Estos datos se obtuvieron utilizando un modelo de respuesta única, en el que la persona que responde selecciona la opción que mejor se ajusta a su opinión entre todas las alternativas que proporciona cada cuestión del COCTS (Vázquez y Manassero, 1998, 1999), clasificándose luego en las categorías Adecuada, Plausible e Inadecuada (Acevedo, Acevedo, Vázquez y Manassero,

2001; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000), a las que se añadió la categoría Otras, que incluye respuestas del tipo "No comprendo lo que se pregunta", "No sé suficiente del tema como para elegir una opción", etc.

La clasificación de todas las respuestas posibles (las 637 frases del cuestionario) en las categorías anteriores (143 frases adecuadas, 274 plausibles y 220 ingenuas) se hizo previamente partiendo de la baremación realizada por 11 jueces expertos (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000) siguiendo un modelo de respuesta múltiple, donde valoraron individualmente su grado de acuerdo con todas y cada una de las opciones presentes en las 100 cuestiones sobre una escala de nueve puntos; modelo que es mucho más potente que el de respuesta única porque maximiza la información disponible en cada pregunta del COCTS y permite alcanzar mucho mayor grado de precisión en la evaluación de las actitudes CTS (Vázquez y Manassero, 1999).

Para las 35 cuestiones seleccionadas del COCTS aplicadas a las dos muestras (222 frases, de las cuales 46 son adecuadas, 104 plausibles y 72 ingenuas, de acuerdo con la baremación realizada por el panel de jueces), y también para cada dimensión, el procedimiento de análisis cuantitativo empleado, después de trasladar el número de respuestas directas correspondientes a cada categoría establecida, consiste en asignar primero las siguientes puntuaciones a las categorías: Adecuada (3.5), Plausible (1) e Ingenua (0), de acuerdo con la explicación detallada que Vázquez y Manassero (1999) han dado de las ventajas de esta escala de puntuaciones respecto a la propuesta originalmente por Rubba, Schoneweg y Harkness (1996); además, a las respuestas clasificadas como Otras también se les ha asignado cero puntos. De esta forma, se puede calcular una media ponderada, que es un indicador cuantitativo de la posible superioridad de las respuestas de un grupo frente al otro (profesores en ejercicio *versus* futuros profesores en formación inicial), y luego determinar la significatividad de la diferencia entre medias con "el estadístico t", tomando como nivel de significación estadística $p < 0.001$.

Para cada dimensión y para el cuestionario completo se utilizan también dos criterios más para valorar globalmente la calidad de las respuestas. Por un lado, de cada pregunta de la dimensión se anota la categoría a la que pertenece la opción elegida más veces en las respuestas dadas, estableciéndose luego como indicador de calidad la frecuencia por cada categoría establecida (adecuada, plausible e ingenua). Por otro lado, para el conjunto de cuestiones que componen una dimensión, se determinan las categorías a las que pertenecen las frases más elegidas, entendiéndose por esto las frases que alcanzan un porcentaje no inferior al 20%; esto es, con al menos un quinto de las respuestas, criterio que puede restringirse a niveles más elevados (p.ej., la mitad de las respuestas). También ahora, el indicador de calidad es la frecuencia obtenida en cada categoría (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2002).

Resultados

Las respuestas de ambos grupos a las 35 preguntas del COCTS planteadas son diversas y parcialmente aceptables en bastantes casos, aunque también hay muchas insuficiencias importantes desde la perspectiva de los

conocimientos actuales de la sociología, la epistemología y la historia de la ciencia (véase la Figura 1). Globalmente, las puntuaciones promedio están un poco por encima del valor central de la escala (1.50), tanto para los profesores en ejercicio (1.71, con mínimo en 0.51 y máximo en 2.86) como para los futuros profesores en formación inicial (1.73, con mínimo en 0.69 y máximo en 2.72). Los profesores en ejercicio superan la puntuación 2.00 en 12 cuestiones (en 6 la puntuación 2.50), mientras que el profesorado en formación inicial lo hace en 10 preguntas (en 5 la puntuación 2.50); los primeros no alcanzan la puntuación 1.00 en 6 cuestiones y los segundos en 4, no bajándose en ningún caso de la puntuación 0.50.

Además, en el profesorado en ejercicio hay menos de dos quintos de respuestas adecuadas, en torno a dos quintos de plausibles y poco menos de un cuarto de ingenuas y otras. Para los futuros profesores en formación inicial el reparto es prácticamente el mismo, muy poco superior en las respuestas adecuadas, escasamente inferior en las ingenuas y otras, e idéntico en las plausibles. En ambos grupos predominan ligeramente las respuestas plausibles sobre las adecuadas (véase la Figura 1).

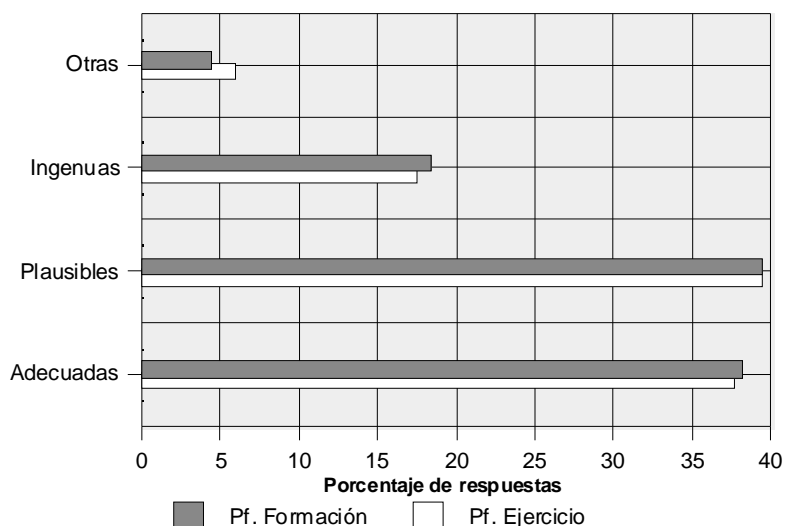


Figura 1.- Respuestas a las 35 cuestiones

Por otra parte, en el caso de los profesores en ejercicio, la opción más elegida para cada una de las 35 cuestiones es adecuada en 19 ocasiones, plausible en 12 e ingenua 4 veces; son mayoría, pues, las respuestas adecuadas pese a que había menos frases de este tipo que de las otras categorías, tal y como se ha indicado en el apartado de procedimiento. Para los futuros profesores en formación inicial, la opción más seleccionada es 17 veces adecuada, plausible en 12 ocasiones e ingenua en 6, predominando también las respuestas adecuadas.

Cuando se comprueba la frecuencia de frases más elegidas por los profesores en ejercicio (52, de acuerdo con el criterio del 20% señalado en el procedimiento) resulta que son adecuadas la mitad (26), cerca de dos quintos plausibles (20) y pocas ingenuas (6). Si lo anterior se restringe a las frases escogidas por al menos la mitad del profesorado en ejercicio

(criterio del 50%), hay 13, casi todas adecuadas (11) y muy pocas plausibles (1) e ingenuas (1). Aplicando el mismo análisis a las respuestas de los futuros profesores se encuentra ahora que la frecuencia de frases más elegidas (58, según el criterio del 20%) es poco más de dos quintos adecuadas (24), más de dos quintos plausibles (26) y pocas ingenuas (8); si restringe de acuerdo con el criterio del 50%, aparecen 11, la gran mayoría adecuadas (9), pocas plausibles (2) y ninguna ingenua. Comparativamente, los resultados de ambos grupos no son muy diferentes.

Las mejores puntuaciones para unos y otros, con valores casi idénticos, se logran en las mismas dimensiones:

Características de los científicos (2.30 y 2.29).

Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad (2.02 y 2.01).

Las puntuaciones más bajas del profesorado en ejercicio corresponden a las dimensiones:

Construcción social de la tecnología (1.09).

Ciencia y tecnología. Definiciones y relaciones (1.30).

Y las peores de los futuros profesores en formación inicial se obtienen en las dimensiones:

Construcción social de la tecnología (1.15).

Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología (1.34).

En la tabla 1 se resumen los resultados del análisis cuantitativo con las puntuaciones medias de los profesores en ejercicio (PEJE) y los futuros profesores en formación inicial (PFOR), y el valor del "estadístico t" correspondiente para determinar la significatividad de la diferencia entre medias, de acuerdo con lo indicado en el apartado de procedimiento. Se prueba que en 3 cuestiones hay una tendencia a favor del profesorado en ejercicio, aunque con menor nivel de significación ($p < 0.01$; $p < 0.05$) del establecido previamente; en 3 la tendencia es favorable a los profesores en formación inicial, también con un nivel de significación menor ($p < 0.01$; $p < 0.05$) del previsto inicialmente; y, por último, en 29 cuestiones no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. En suma, no parece existir ventaja para ninguno de los dos grupos. Así mismo, en la tabla 2 se muestran los resultados aplicados ahora a las dimensiones del COCTS, de manera similar a como se ha hecho para cada pregunta del cuestionario. Se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las dimensiones consideradas ni en el conjunto de las 35 preguntas del COCTS; esto es, no hay superioridad de ninguno de los dos grupos. Por último, en la tabla 3 se indican, clasificados por categorías, los porcentajes de respuestas del profesorado en ejercicio y en formación inicial para el conjunto de las 35 preguntas y cada una de las dimensiones del COCTS.

En conjunto, no hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de los dos grupos encuestados en la dimensión 1 (*Ciencia y tecnología. Definiciones y relaciones*), con un promedio medio-bajo en cada caso y cierta heterogeneidad entre los que se alcanzan en cada cuestión. Cuando se analizan las tres preguntas formuladas, son mejores las respuestas de los futuros profesores en una, aunque con un menor nivel de

significación que el inicialmente establecido ($p < 0.01$), mientras que en las otras dos no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Frase	PEJE	PFOR	T	P	Mejores respuestas
10211	0.76	1.02	2.68	<0.01	Pf. Formación
10311	1.28	1.29	0.06	-	-
10431	1.87	2.00	0.02	-	-
20111	0.97	0.94	1.40	-	-
20211	1.08	1.02	0.94	-	-
20311	1.45	1.26	1.70	-	-
20611	1.59	1.79	1.71	-	-
20711	2.00	1.69	2.75	<0.01	Pf. Ejercicio
40121	1.74	1.83	0.86	-	-
40131	2.36	2.37	0.07	-	-
40231	2.57	2.43	1.13	-	-
40311	1.21	1.33	1.13	-	-
40441	2.24	2.36	0.81	-	-
40451	2.89	2.81	0.73	-	-
40711	1.62	1.56	0.56	-	-
40811	1.57	1.34	2.40	<0.05	Pf. Ejercicio
60111	2.21	1.96	1.92	-	-
60211	2.16	1.97	1.52	-	-
60411	2.74	2.92	1.63	-	-
60421	1.47	1.49	0.16	-	-
60521	2.53	2.49	0.43	-	-
60611	2.52	2.66	1.19	-	-
70111	0.63	0.70	1.73	-	-
70311	1.63	1.22	3.23	<0.01	Pf. Ejercicio
70321	2.39	2.77	2.77	<0.01	Pf. Formación
70711	1.63	1.85	1.64	-	-
70721	1.40	1.40	0.02	-	-
80211	1.09	1.15	0.75	-	-
90111	0.78	1.09	2.26	<0.05	Pf. Formación
90521	2.22	2.24	0.10	-	-
90531	1.15	1.32	1.42	-	-
90641	0.69	0.69	0.04	-	-
90651	2.61	2.70	0.79	-	-
91011	1.48	1.30	1.25	-	-
91111	0.51	0.62	1.08	-	-

Tabla 1.- Resultados de la diferencia entre medias para las 35 preguntas del COCTS. Comentarios: en 3 cuestiones tienden a tener más calidad las respuestas del profesorado en ejercicio, pero con menor nivel de significación del establecido previamente; en 3 cuestiones tienden a tener más calidad las respuestas de los futuros profesores en formación inicial, pero con menor nivel de significación del establecido previamente y en 29 cuestiones no hay diferencias estadísticas significativas entre ambos grupos.

Dimensión	PEJE	PFOR	t	P	Mejores respuestas
Todas	1.71	1.73	0.79	-	-
Ciencia y tecnología. Definiciones y relaciones	1.30	1.44	1.85	-	-
Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología	1.42	1.34	1.76	-	-
Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad	2.02	2.01	0.40	-	-
Características de los científicos	2.30	2.29	0.22	-	-
Construcción social del conocimiento científico	1.53	1.59	0.89	-	-
Construcción social de la tecnología	1.09	1.15	0.75	-	-
Naturaleza de la ciencia	1,35	1.42	1.36	-	-

Tabla 2.- Resultados de la diferencia entre medias para las dimensiones del COCTS. Comentarios: no hay diferencias estadísticas significativas entre los profesores en ejercicio y en formación inicial en ninguna de las dimensiones consideradas ni en el conjunto de las 35 preguntas del COCTS.

Categorías de respuestas	% Adecuadas		% Plausibles		% Ingenuas		% Otras	
	PEJE	PFOR	PEJE	PFOR	PEJE	PFOR	PEJE	PFOR
Todas	37.6	38.1	39.3	39.3	17.4	18.3	5.8	4.3
Ciencia y tecnología. Definiciones y relaciones	27.5	30.1	34.0	38.9	36.5	29.4	2.0	1.7
Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología	20.7	17.6	69.4	72.5	2.7	5.1	7.1	4.8
Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad	46.7	45.1	39.1	42.8	10.5	9.7	3.7	2.4
Características de los científicos	55.8	55.4	34.8	35.3	5.1	6.5	4.3	2.9
Construcción social del conocimiento científico	32.8	37.1	38.7	29.0	22.0	29.7	6.6	4.2
Construcción social de la tecnología	7.7	10.5	82.3	78.0	3.2	7.5	6.8	4.0
Naturaleza de la ciencia	33.3	35.6	18.2	17.6	38.9	38.1	9.6	8.7

Tabla 3.- Porcentajes de respuestas por categorías para las dimensiones del COCTS

La tendencia favorable al profesorado en formación inicial es en:

10211: *La definición de tecnología*. Más profesores en formación inicial (16.5%) que en ejercicio (9.5%) eligen la opción que define de manera más completa la tecnología, incluyendo los aspectos organizativos, la economía y los consumidores, entre otros. Así mismo,

menos profesores en formación inicial (37.0% vs. 45.7%) prefieren el punto de vista ingenuo de la tecnología como ciencia aplicada.

Las preguntas donde no hay diferencias significativas entre ambos grupos tratan sobre:

10311: El significado de investigación y desarrollo (I+D). Pocos profesores en ejercicio (25.9%) y en formación inicial (21.7%) muestran una comprensión adecuada del significado de I+D, un concepto que es básico para entender la tecnociencia contemporánea. Porcentajes algo menores de ambos grupos (24.1% y 17.5%) escogen una respuesta ingenua en la que subyace una visión de la tecnología (desarrollo) determinada por la ciencia (investigación).

10431: La tecnología tiene un cuerpo propio de conocimientos o depende directamente del conocimiento científico. Aproximadamente la mitad de cada grupo (47.3% y 51.5%) considera adecuadamente que la tecnología tiene un cuerpo de conocimientos propio, aunque su avance también dependa del conocimiento científico. Así mismo, tanto el profesorado en ejercicio (29.0%) como en formación inicial (27.0%) mantienen porcentajes similares de respuestas ingenuas derivadas de una visión de la tecnología exclusivamente dirigida por la ciencia.

En la dimensión 2 (*Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología*), no hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones de ambos grupos consideradas globalmente. En este caso los valores promedio son también medio-bajos, pero con un cierto grado de homogeneidad entre los correspondientes a cada cuestión. De modo individual sólo hay una tendencia favorable al profesorado en ejercicio ($p < 0.01$) en una cuestión, mientras que en las otras cuatro no aparecen diferencias estadísticamente significativas.

La pregunta que da una ligera ventaja al profesorado en ejercicio corresponde a:

20711: La influencia de factores sociales y educativos (comunidades locales, familia y escuela) en la elección de estudios científicos. El porcentaje de respuestas adecuadas, que incluye la influencia conjunta de los tres factores citados a la hora de fomentar los estudios científicos, es superior para los profesores en ejercicio (40.9% vs. 28.7%).

Las cuatro cuestiones en las que no hay diferencias significativas entre los dos grupos se refieren a:

20111: Las subvenciones del gobierno de un país a la investigación científica. En este caso hay que advertir que no había ninguna opción que pudiera clasificarse como adecuada. Casi todo el profesorado en ejercicio (96.7%) y en formación inicial (94.2%) selecciona respuestas plausibles que apuestan por invertir fondos en investigación científica.

20211: La eficacia de una investigación científica más controlada por las empresas. Muy pocas personas de los dos grupos (8.2% y 7.0%) eligen la opción más adecuada, referente a los obstáculos que las empresas pondrían a los científicos para investigar los problemas

que no interesan a los empresarios (p.ej., la contaminación que provocan).

20311: El predominio de la investigación científica industrial y militar sobre la investigación básica y la aplicada a la salud y a la agricultura. Pocos profesores en ejercicio (25.1%) y menos aún en formación inicial (16.6%) optan por la respuesta más adecuada, según la cual la mayor parte de la investigación científica se hace para la industria y el ejército porque en estos sectores se dispone de más medios y fondos económicos.

20611: La influencia de los grupos de presión social en los proyectos de investigación científica. En torno a un tercio del profesorado en ejercicio y en formación inicial, predominando un poco más este último (29.3% y 35.5%), escogen la respuesta más adecuada que justifica la intervención de estos grupos mediante su influencia en la opinión pública.

Para la dimensión 4 (*Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad*) tampoco hay diferencias estadísticamente significativas, de manera conjunta, en las puntuaciones de ambos grupos. Aquí los valores promedio que se logran son altos y relativamente homogéneos para cada cuestión. Destaca también que, en ambos casos, las puntuaciones son sensiblemente mejores en comparación con los de la dimensión 2; esto es, el profesorado encuestado parece comprender mejor la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad que la de ésta sobre las otras dos. De las ocho planteadas, hay sólo una cuestión en la que los profesores en ejercicio muestran una tendencia a su favor, si bien con un menor nivel de significación que el previsto inicialmente ($p < 0.01$). En las otras siete no aparecen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

La pregunta que da una pequeña ventaja al profesorado en ejercicio hace referencia a:

40811: La influencia de la tecnología en la sociedad. Las opciones estimadas como adecuadas, que se refieren a que la tecnología está presente en todos los aspectos de nuestras vidas o a que la sociedad cambia como consecuencia de aceptar una determinada tecnología, son algo más escogidas por el profesorado en ejercicio (24.0% vs. 15.4%).

Las cuestiones en las que no existen diferencias significativas entre uno u otro grupo tratan sobre:

40121: La responsabilidad de los científicos en los daños que se deriven de sus descubrimientos. Ambos grupos optan de manera similar (19.9% y 19.0%) por considerar que la responsabilidad debe compartirse entre los científicos y la sociedad. Otra minoría con porcentajes no demasiado diferentes en cada grupo (19.6% y 26.0%) eligen cargar la responsabilidad exclusivamente en los científicos. En cambio, la mayoría de los dos grupos (59.2% y 54.5%) eximen de esta responsabilidad a los científicos.

40131: La obligación que tienen los científicos de informar de sus descubrimientos en un lenguaje comprensible para el ciudadano medio. La mayoría de los profesores en ejercicio (75.8%) y en

formación inicial (77.6%) consideran, eligiendo razones adecuadas o plausibles, que los científicos tienen esta obligación.

40231: La capacidad de la ciencia y la tecnología para ayudar a tomar decisiones legales. La opción estimada más adecuada, según la cual pueden ayudar algo en ocasiones concretas proporcionando ciertas pruebas, es seleccionada por aproximadamente dos tercios de cada grupo, predominando un poco más en el profesorado en ejercicio (66.0% y 60.5%).

40311: Los efectos positivos y negativos en los resultados derivados de la ciencia y la tecnología. Tan sólo alrededor de un quinto de cada grupo (19.6% y 19.0%) eligen la respuesta más adecuada, la cual sostiene que siempre hay secuelas de ambos signos porque los científicos no pueden predecir todos los efectos colaterales a largo plazo de los descubrimientos científicos y los nuevos desarrollos tecnológicos. Un porcentaje semejante de profesores en ejercicio (20.8%) pero claramente inferior de futuros profesores (9.6%) escogen respuestas ingenuas que afirman que puede haber descubrimientos y desarrollos que carecen de consecuencias perjudiciales, o bien que éstas se eliminan mediante cuidadosas planificaciones y comprobaciones.

40441: La posibilidad de que los medios de comunicación de masas puedan engañar en ocasiones a los científicos y tecnólogos, de forma similar a como lo hacen con cualquier ciudadano. En torno a dos tercios de ambos grupos (63.8% y 66.8%) prefieren la respuesta más adecuada que sostiene que pueden ser engañados, excepto en los temas de su especialidad. Sin embargo, porcentajes aún importantes de profesores en ejercicio (30.5%) y en formación inicial (27.1%), seleccionan también razones ingenuas para justificar que no son engañados.

40451: La capacidad de la ciencia y la tecnología para resolver en el futuro los problemas de contaminación que no pueden solucionarse en la actualidad. La gran mayoría de los dos grupos (76.3% y 75.1%) escogen la respuesta más adecuada, que afirma que la ciencia y la tecnología no pueden hacerlo ellas solas, sino que también intervienen otras decisiones en las que todos los ciudadanos deberían implicarse.

40711: La influencia de la ciencia y la tecnología en el pensamiento común. Tan sólo alrededor de la cuarta parte de cada grupo (23.9% y 25.0%) optan por la respuesta que se considera más adecuada, según la cual influyen mucho porque han cambiado nuestro estilo de vida.

En la dimensión 6 (*Características de los científicos*), que es donde se obtienen los mejores resultados globales para cada grupo, no hay, en conjunto, diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de ambos grupos. Los valores promedio son bastante altos y homogéneos. Individualmente tampoco hay diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones para ninguna de las seis preguntas planteadas; éstas son:

60111: Las motivaciones de los científicos en su trabajo. Pese a la ausencia de una diferencia estadísticamente significativa entre las puntuaciones de los dos grupos, los profesores en ejercicio (53.0%)

prefieren más que los futuros profesores (43.5%) una de las dos opciones adecuadas, la que afirma que no es posible generalizar porque las motivaciones varían de unos científicos a otros; en cambio, la otra opción adecuada, que hace referencia a ganar reconocimiento, es prácticamente ignorada por ambos grupos.

60211: Rasgos característicos de los científicos (mentalidad abierta, imparcialidad y objetividad). También aquí el profesorado en ejercicio (50.2%) selecciona más que el de formación inicial (40.7%) la opción clasificada como más adecuada, según la cual son insuficientes tales características.

60411: La dedicación de los científicos a su trabajo y a su vida familiar y social. La respuesta adecuada más elegida, que estima que esto depende de cada persona, lo es en un porcentaje similar (45.9% y 42.0%) para los dos grupos.

60421: La paciencia y la determinación como rasgos característicos de los científicos para poder superar la frustración y el aburrimiento. La respuesta considerada más adecuada, que sostiene que los científicos tienen grados variables de paciencia como cualquier otra persona, es elegida solamente por alrededor de la cuarta parte de cada grupo (25.0% y 29.6%).

60521: Si las mujeres y los hombres realizan el mismo tipo de trabajo en la ciencia y la tecnología. La opción más adecuada, que atribuye las posibles diferencias que pudieran existir en algún caso a diversos motivos individuales en vez de al género, es aceptada por la mitad de ambos grupos (52.0% y 51.6%).

60611: Las causas por las que actualmente hay más científicos que científicas. Las respuestas que atribuyen estas causas a diversos motivos sexistas: mayor capacidad, inteligencia e interés por la ciencia de los hombres, son poco elegidas por cada grupo (3.5% y 3.0%). Por el contrario, las que atribuyen las causas a diferentes prejuicios y estereotipos sociales, predominan ligeramente en los futuros profesores en formación inicial (69.0% vs. 63.6%).

En la dimensión 7 (*Construcción social del conocimiento científico*), globalmente, una vez más no hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de los dos grupos. Se logran valores promedio de tipo medio y relativamente heterogéneos. En este caso hay una cuestión, de las cinco propuestas, donde la tendencia es favorable al profesorado en ejercicio, si bien con un menor nivel de significación que el previsto inicialmente ($p < 0.01$); otra en donde la tendencia es a favor de los profesores en formación inicial, de nuevo con menos nivel de significación que el establecido en principio ($p < 0.01$); por último, hay tres en las que no se dan diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

La pregunta con una pequeña ventaja para el profesorado en ejercicio trata sobre:

70311: Los motivos por los que publican sus resultados los científicos. El porcentaje de los futuros profesores (32.0%) duplica al de los profesores en ejercicio (16.6%) en una de las dos respuestas consideradas ingenuas, la que defiende que los motivos son para

conseguir avances mediante la comunicación abierta y para informar al público. La otra, según la cual lo hacen para ayudar a los demás científicos, es poco tenida en cuenta por los dos grupos. Así mismo, la respuesta más adecuada, que considera que se hace tanto para ayudar a hacer avanzar la ciencia como para lograr reconocimiento, crédito y otros intereses personales, es algo más preferida por el profesorado en ejercicio (34.5% vs. 25.0%).

La cuestión que da una ligera ventaja al profesorado en formación inicial versa sobre:

70321: Dónde y cómo deben anunciar sus descubrimientos los científicos. La respuesta más adecuada es más elegida por los profesores en formación inicial (77.2% vs. 65.1%); en ésta se sostiene que previamente deben presentarlos a otros científicos para comprobarlos y verificarlos, discutiéndolos antes de que se hagan públicos con el fin de evitar errores o relatos inexactos en las publicaciones. Por otro lado, el porcentaje de profesores en ejercicio (16.8%) supera en más del doble al de futuros profesores (7.9%) en la respuesta ingenua más escogida, la que otorga libertad a los investigadores para anunciarlos donde consideren más oportuno.

Las tres preguntas en las que no se encuentran diferencias significativas se refieren a:

70111: La lealtad de los científicos a los ideales de la ciencia y al equipo de investigación. En este caso no había ninguna opción adecuada. Las dos respuestas más ingenuas, las cuales sostienen que la lealtad a los ideales de la ciencia no se ve afectada por la adhesión al equipo de investigación, alcanzan porcentajes similares en los dos grupos (25.7% y 21.7%).

70711: La influencia cultural y educativa en las conclusiones de los científicos. Cerca de una cuarta parte de cada grupo (23.4% y 23,5%) escogen las opciones más ingenuas que defienden la ausencia de influencia cultural y educativa.

70721: La influencia de la cultura de los diferentes países en la investigación científica. La respuesta más repetida, aproximadamente un tercio en cada uno de los grupos (33.0% y 30.7%), justifica las diferencias por la tecnología disponible en cada país y no por sus aspectos culturales propios, defendiéndose el carácter universal del método científico. Otras respuestas que inciden más ingenuamente en la universalidad de las investigaciones científicas se dan también en porcentajes similares (19.8% y 19.0%).

La única pregunta planteada de la dimensión 8 (*Construcción social de la tecnología*) no presenta diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los profesores en ejercicio y en formación inicial. En este caso se aborda una cuestión sobre:

80211: El control del desarrollo tecnológico por los ciudadanos. Muy pocos profesores en ejercicio (7.7%) y en formación inicial (10.5%) eligen la opción más adecuada, según la cual los que tienen el poder para hacer desarrollos tecnológicos tienden a evitar que los ciudadanos se impliquen en su control. Para ambos grupos predomina una respuesta considerada plausible (46.9% y 40.0%), que destaca la

dificultad de los ciudadanos para implicarse en el control porque la tecnología avanza muy rápidamente y no es fácil estar al corriente de su desarrollo.

En conjunto, para la dimensión 9 (*Epistemología: naturaleza de la ciencia*), no existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de los dos grupos. Los valores promedio que se alcanzan son medio-bajos y claramente heterogéneos. De manera individual hay solamente una pregunta con una tendencia a favor de los futuros profesores, aunque con un nivel de significación inferior al establecido en principio ($p < 0.05$), y seis cuestiones donde no se encuentran diferencias significativas entre ambos grupos.

La pregunta en la que destacan más los profesores en formación inicial se refiere a:

90111: La influencia de las teorías en las observaciones científicas. Los futuros profesores tienden más que el profesorado en ejercicio (31.2% vs. 22.2%) a preferir las opciones adecuadas que apoyan esta influencia en los experimentos y las observaciones. En esta pregunta no había ninguna opción plausible, por lo que predominan claramente las respuestas ingenuas en ambos casos.

Las seis preguntas en las que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos tratan sobre:

90521: La necesidad de que sean ciertas las suposiciones que hacen los científicos en el desarrollo de sus teorías para que progrese la ciencia. Casi dos tercios de cada grupo (60.8% y 61.5%) eligen la opción más adecuada, que considera que se puede aprender mucho refutando los supuestos erróneos. Al mismo tiempo, pocos profesores en ejercicio (6.4%) y en formación inicial (8.4%) seleccionan dos de las opciones ingenuas, que afirman que las suposiciones tienen que ser forzosamente correctas para que lo sean las teorías y las leyes o bien para evitar riesgos sociales.

90531: La elegancia y belleza en las ideas científicas y la naturaleza. Tan sólo aproximadamente una cuarta parte de los dos grupos (20.8% y 27.0%) selecciona la opción más adecuada que asocia la elegancia y belleza de las ideas y teorías científicas a su simplicidad, consistencia y lógica formal.

90641: Informes de investigación: ciencia pública y ciencia privada. En este caso la distribución de las respuestas está bastante dispersa para cada uno de los grupos; un perfil bastante plano que parece reflejar el desconocimiento de lo que se trata en esta cuestión, esto es, la diferencia entre ciencia privada (contexto de descubrimiento) y ciencia pública (contexto de justificación) ilustrada aquí con el ejemplo de los informes científicos. La respuesta más adecuada, que sostiene que los informes se escriben de una manera más lógica que el trabajo real para evitar confusiones y facilitar la comunicación entre los científicos, es seleccionada por pocos profesores en ejercicio (15.9%) y en formación inicial (14.0%).

90651: El papel de los errores de los científicos en el avance de la ciencia. Alrededor de dos tercios de cada grupo (66.1% y 69.8%) escogen la respuesta más adecuada, según la cual los errores no

pueden evitarse pero pueden ayudar a hacer avanzar la ciencia si los científicos aprenden de ellos y los corrigen. A la vez, muy pocos profesores en ejercicio (4.0%) y en formación inicial (3.1%) eligen las dos respuestas ingenuas que justifican el punto de vista que defiende que los errores deben evitarse para no retrasar el avance de la ciencia.

91011: El carácter inventado o descubierto de las leyes, hipótesis y teorías científicas. En torno a un tercio de ambos grupos (38.9% y 33.0%) optan por la respuesta más adecuada, que apoya que los científicos las inventan para poder describir el comportamiento de la naturaleza. Porcentajes inferiores de cada grupo (24.5% y 31.5%) consideran, en cambio, que los científicos las descubren.

91111: Los científicos de diferentes campos de investigación tienen o no el mismo punto de vista sobre los conceptos (comunicabilidad semántica entre paradigmas). Muy pocos profesores en ejercicio (9.0%) y en formación inicial (12.7%) optan por aceptar la dificultad que supone esta comunicación. La mayoría de los dos grupos (40.9% y 40.7%) parece desconocer los posibles problemas derivados de la inconmensurabilidad semántica, prefiriendo la respuesta ingenua de que la comunicación es bastante fácil porque los hechos son siempre los mismos independientemente del campo de conocimientos científicos que se trate.

Discusión y conclusiones

El estudio muestra gran heterogeneidad en la calidad de las respuestas del profesorado en ejercicio y en formación inicial, tanto si se consideran individualmente (véase la tabla 1) como por dimensiones (véanse las tablas 2 y 3). En efecto, junto a las repuestas adecuadas aparecen también muchas que son menos apropiadas y hasta claramente ingenuas. No obstante, puede comprobarse que las limitaciones e insuficiencias en las respuestas no se reparten de manera uniforme por todas las dimensiones del COCTS. Por ejemplo, las respuestas adecuadas del profesorado en ejercicio se reducen a menos de la mitad en la dimensión correspondiente a la influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología respecto a las de la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y aún lo hacen más para los futuros profesores en formación inicial (véase la tabla 3). Del mismo modo, mientras que las respuestas ingenuas y otras son minoría en casi todas las dimensiones, llegan a ser mayoría relativa para ambos grupos en el caso de la naturaleza de la ciencia (véase la tabla 3).

En los resultados se han detectado algunas áreas de conocimiento y dimensiones del COCTS que son más problemáticas para las personas encuestadas. Son paradigmáticas las cuestiones que se refieren a la tecnología, directa o indirectamente, las cuales presentan porcentajes de respuestas adecuadas más bajos (y más elevados de ingenuas y otras) que la media en general, lo que está poniendo de manifiesto importantes obstáculos y falta de preparación del profesorado en ejercicio y en formación inicial en este terreno. Entre estas limitaciones pueden destacarse, por ejemplo, la visión deformada de la tecnología como ciencia aplicada (10211), subordinada a la ciencia (10311) o excesivamente dirigida por ésta (10431); la poca comprensión del significado de I+D

(10311); la escasa consideración de las trabas que los poderes fácticos ponen a los ciudadanos a la hora de controlar el desarrollo tecnológico (80211); etc. Si no se ponen medidas para solventarlas, estas deficiencias cuestionan seriamente la capacidad del profesorado para poder implicarse con eficacia en una alfabetización científico-tecnológica de todas las personas, que es el reto más importante que tiene la enseñanza de las ciencias para el siglo XXI (Cajas, 2001b).

En efecto, puesto que si algo no se comprende bien o no se valora suficientemente se excluye, es de esperar que el profesorado tienda a ignorar la presencia de la tecnología en la enseñanza de las ciencias, o no la contemple de manera suficiente ni adecuada. Sin entrar ahora en consideraciones epistemológicas relacionadas con una concepción de la naturaleza de la ciencia capaz de incluir la tecnología y la tecnociencia contemporáneas (Acevedo, 2000a), desde una perspectiva propia de la didáctica de las ciencias, la exclusión de la tecnología del currículo de ciencias dificulta la relación de la ciencia escolar con la experiencia cotidiana del alumnado, ya que la tecnología forma parte sustancial en el día a día de los estudiantes, algo que el profesorado de ciencias no está teniendo en cuenta generalmente (Cajas, 1999, 2001a). Sin duda esto resulta muy negativo a la hora de favorecer un aprendizaje significativo, porque elimina un importante referente para su logro: la transferencia de los aprendizajes escolares a la vida cotidiana (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

Pero, además, no basta con que el profesorado reconozca que las actividades científicas conllevan diversas tecnologías o el diseño tecnológico, ni que para resolver los problemas tecnológicos de hoy hacen falta ideas, conceptos y teorías científicas, como con demasiada simplicidad se ha predicado en algunas publicaciones y ciertos foros de didáctica de las ciencias; es preciso que pueda avanzar más en el significado de las nociones de ciencia y tecnología, incluyendo la presencia de lo social en la naturaleza y la práctica de ambas, ya que las dos son construcciones humanas. Así mismo, es necesario provocar la reflexión del profesorado sobre los impactos que la ciencia y la tecnología ejercen en la sociedad, los cuales pueden alcanzar al sistema de valores sociales dominante, a veces incluso más allá de las finalidades y previsiones que inicialmente se pensaban. Al mismo tiempo, también hay que favorecer su comprensión sobre cómo los valores sociales intervienen contextualmente en la forma de desarrollarse, relacionarse y diferenciarse, tanto en el pasado como en el presente, la ciencia y la tecnología (Acevedo, 1998). A nuestro juicio, para conseguirlo es imprescindible asumir con todas sus consecuencias y sin rodeos innecesarios la orientación CTS en la formación del profesorado, con el fin de dotarle de la cultura científica y tecnológica necesaria para abordar los nuevos retos que se le presentan en el presente siglo para la educación científica y tecnológica.

Retomando los resultados obtenidos en las dimensiones sobre las influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad y, viceversa, de ésta en las anteriores, se verifica que tanto los profesores en ejercicio como en formación inicial tienen más dificultades con la segunda dimensión que con la primera, lo que ya se había constatado también para el alumnado (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2002). Cuestiones como los

problemas que origina el control de la investigación científica por las empresas (20211), el predominio de la investigación científica para el ejército y la industria (20311) o la influencia de los grupos de presión social en lo que se investiga (20611), revelan algunos aspectos en los que hay bastante desconocimiento por parte del profesorado en ejercicio y los futuros profesores.

En el otro sentido de las relaciones, parecen comprenderse bien las limitaciones de la ciencia y la tecnología para resolver los graves problemas que afectan a la sociedad (p.ej., los derivados de la contaminación del planeta; 40451) o para ayudar en algunos temas sociales (p.ej., legales; 40231), sosteniéndose que las soluciones no son posibles utilizando sólo criterios científicos y tecnológicos, sino que son necesarios otros políticos, éticos, jurídicos, etc. Así mismo, una amplia mayoría de los profesores en ejercicio y en formación inicial consideran muy necesaria una aproximación de los científicos hacia los usuarios de la ciencia y la tecnología para que éstos puedan tener mejor información, por lo que están obligados a informar de sus descubrimientos en un lenguaje comprensible para el ciudadano medio (40131). Estos resultados son consistentes con los que se obtuvieron, utilizando cuestiones parecidas pero siguiendo otros procedimientos metodológicos, con una pequeña muestra de futuros profesores de enseñanza secundaria que realizaban el CAP y otra mayor de estudiantes de enseñanza media onubenses (cursos de 2º BUP y COU del anterior sistema educativo), donde se reconocía ampliamente que la ciencia y la tecnología constituyen una de las instancias para la resolución de los problemas sociales, aunque nunca la única ni quizás la más importante. (Acevedo, 1992, 1994, 2000b). No obstante, los buenos resultados anteriores quedan ensombrecidos en parte por otros más negativos, como son que, aunque se reconozca la influencia de la tecnología en la sociedad, sean pocos los profesores en ejercicio (y menos aún en formación inicial) que dan razones adecuadas para explicar esta influencia (40811); o la escasa comprensión mostrada de las dificultades que existen para poder predecir los efectos colaterales negativos de cualquier tecnología, por inocua que pueda parecerlos, e incluso el porcentaje significativo (sobre todo de profesores en ejercicio) que creen ingenuamente que pueden existir descubrimientos científicos y desarrollos tecnológicos que carezcan de consecuencias perjudiciales, o bien que éstas pueden eliminarse previamente por completo (40311). Por último, destaca que la mayoría de las personas encuestadas de ambos grupos eximan de responsabilidad a los científicos en los daños que pudieran derivarse de sus descubrimientos (40121); un resultado que sirve para ilustrar las diferencias interculturales que suelen aparecer en la bibliografía internacional sobre las opiniones, creencias y actitudes CTS, las cuales se han discutido en otros trabajos (Acevedo, 2000b, 2001; Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2001; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002).

La comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la construcción social del conocimiento científico son otros dos ámbitos donde el profesorado en ejercicio y en formación inicial también muestra notables insuficiencias. Respecto a la primera, si bien la mayoría parece reconocer adecuadamente el papel de las suposiciones que hacen los científicos en el desarrollo de sus teorías (90521) y de los errores en el progreso de la ciencia (90651),

presentan muchas limitaciones en otros aspectos, tales como la carga teórica de las observaciones científicas (90111); la noción de elegancia o belleza de las ideas y teorías científicas (90531); las diferencias que existen entre la ciencia privada (contexto de descubrimiento) y la ciencia pública (contexto de justificación) en relación con la manera en que se elaboran los informes científicos (90641); la naturaleza ontológica o epistémica de las leyes, hipótesis y teorías científicas (91011) y los problemas de comunicación entre paradigmas diferentes por la inconmensurabilidad semántica de los conceptos (91111). En relación con la segunda, resulta positivo que la mayoría del profesorado en ejercicio y, sobre todo, en formación inicial sostengan que previamente los científicos deban presentar a otros colegas los resultados de sus investigaciones para que puedan comprobarlos y verificarlos, discutiéndolos antes de hacerlos públicos (70321). Sin embargo, porcentajes significativos de unos y otros tienden a ignorar la influencia cultural y educativa tanto en la metodología que usan los científicos en sus investigaciones (70721) como en las conclusiones a las que llegan (70711).

En suma, aunque las puntuaciones globales alcanzadas por el profesorado en ejercicio y en formación inicial no sean malas del todo, el cuadro de insuficiencias presentadas es demasiado amplio como para sentirse satisfechos y permite tomar conciencia de lo mucho que queda por hacer.

Como se desprende del estudio realizado, los resultados alcanzados por el profesorado en ejercicio y en formación inicial son muy semejantes tanto en las puntuaciones globales alcanzadas (1.71 vs. 1.73) como en las logradas en las diferentes dimensiones; incluso el análisis más fino realizado para cada cuestión revela muy pocos casos con diferencias estadísticamente significativas, los cuales casi podrían considerarse anecdóticos ya que sus puntuaciones son parecidas en más del 85% de las cuestiones. Así pues, se concluye que puede darse por confirmada la hipótesis establecida en la introducción, por lo que cabe esperar que, de continuar sin ponerse remedio, en los próximos años persistirán las mismas actitudes y creencias CTS del profesorado, incluyendo las limitaciones, insuficiencias y puntos de vista deformados que se han señalado, con las consecuencias negativas que todo esto tiene y tendrá para la enseñanza de las ciencias.

Implicaciones

De este trabajo pueden extraerse diversas implicaciones para la formación CTS del profesorado y para la propia investigación relacionada con la evaluación de creencias y actitudes CTS.

Si el profesorado responsable de educar las actitudes CTS de los estudiantes sostiene creencias inadecuadas en este campo de conocimientos, parece obvia la necesidad de una formación específica que lo capacite en CTS. Los resultados obtenidos en las diversas dimensiones revelan aquellas áreas y contenidos que deben ser tratados explícitamente con más ahínco en los programas y cursos de formación destinados a mejorar los conocimientos y actitudes CTS de los profesores (véase un resumen de los principales en la Tabla 3), facilitándoles oportunidades para reflexionar sobre estas cuestiones, ya que una formación implícita no les va

a permitir conseguirlo (AAAS, 1993; Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo 2002; Lederman, 1992, 1999; Monk y Osborne, 1997) pese a la influencia de los mensajes implícitos en el aprendizaje de estos temas (Moss, Abrams y Robb, 2001; Ryder y Leach, 1999). Un ejemplo notorio es el de la comprensión más adecuada de la naturaleza del conocimiento científico (Abd-El-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Abd-El Khalick y Lederman, 2000a, 2000b; Acevedo, 1996, 2000a; Akerson, Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Bell, Lederman y Abd-El-Khalick, 1998, 2000; Manassero y Vázquez, 2000; Ortega, 2000), que es una dimensión CTS muy importante; pero, como se ha podido comprobar en este estudio, también hay otras áreas en las que el profesorado presenta notables limitaciones.

Naturaleza de la ciencia: conceptos de ciencia; relaciones y diferencia con la tecnología; influencia sobre la sociedad; construcción social de la ciencia; valores de la ciencia; etc.

Naturaleza de la tecnología: conceptos de tecnología; relaciones y diferencias con la ciencia; investigación, desarrollo e innovación (I+D+I); construcción social de la tecnología; valores de la tecnología; etc.

Epistemología de la ciencia: el papel de las suposiciones teóricas; influencias mutuas entre teoría y experimentación; la naturaleza de las leyes, hipótesis y teorías científicas; el problema de la comunicabilidad semántica entre paradigmas; etc.

Características de los científicos y tecnólogos: rasgos del trabajo científico y tecnológico; motivaciones de los científicos y tecnólogos; ciencia, tecnología y género; etc.

Control social de la ciencia y la tecnología: influencia de los gobiernos y de los poderes fácticos (militar, empresarial, etc.); el papel de los grupos de presión social y de los ciudadanos; responsabilidad social en la toma de decisiones tecnocientíficas; ética, ciencia y tecnología; etc.

Análisis de riesgos: efectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología; ciencia, tecnología y medioambiente; capacidad y límites de la ciencia y la tecnología para solucionar problemas de interés social; etc.

Comunicación de la ciencia y la tecnología en la sociedad de la información: publicaciones científicas y patentes; el acceso a la información científica y tecnológica; informes de investigación en la ciencia pública y privada; el papel de los científicos en la divulgación pública de la ciencia; etc.

Cultura científica y tecnológica: Historia de la Ciencia; Historia de la Tecnología; influencia de las culturas locales y la educación en la ciencia y la tecnología; ciencia y tecnología como cultura; etc

Tabla 4.- Algunos contenidos importantes para la formación CTS del profesorado

Aunque la formación de los profesores en CTS es necesaria y urgente, sin embargo, no resultará suficiente, porque no basta con crear actitudes adecuadas en el profesorado para que las transfieran al alumnado tal y

como han puesto de manifiesto diferentes trabajos (Lederman, 1992, 1999; Mellado, 1997, 1998). En esta transferencia inciden otros muchos factores que, sin duda, hacen perder gran parte de la coherencia del discurso cuando se pasa del plano teórico al desarrollo de la práctica en el aula (Acevedo, 2000a). La identificación de los factores que facilitan o impiden su traslación al aula deberá guiar las investigaciones futuras. Además, los programas de formación del profesorado tienen que prepararse apoyándose expresamente en una cultura científica contextualizada; esto es, no cerrada en sí misma sino abierta a otros saberes como la historia, filosofía y sociología de la ciencia, que constituyen buena parte de la base CTS. Ahora bien, no puede ignorarse que los conocimientos que hay que poner en juego son complejos, dialécticos y cambiantes, donde el consenso suele ser bastante limitado porque aún hay numerosos desacuerdos y controversias (Alters, 1997; Eflin, Glennan y Reisch, 1999; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001).

Por otra parte, dada esta naturaleza dialéctica e impregnada de valores y contenidos actitudinales, la formación CTS del profesorado no debería caer en el adoctrinamiento; esto es, en buscar su adhesión hacia una posición particular (p.ej., la de las personas encargadas de su formación). Se trataría más bien de mostrarles diversas perspectivas, animándoles a interesarse por las diferentes formas que hay de concebir la ciencia y la tecnología para llegar a comprenderlas mejor, valorarlas críticamente y, sobre todo, a adquirir la idea clave de que, como ocurre en la propia ciencia, las conceptualizaciones también cambian aquí (Acevedo, 2000a; Vázquez y Manassero 1995). Todo esto implica descartar los enfoques formativos más reduccionistas, sesgados prácticamente hacia el estudio de una única corriente de pensamiento como sumo paradigma capaz de explicar los planteamientos sociales o filosóficos de la ciencia y la tecnología; por el contrario, siempre se debe presentar al profesorado una pluralidad de autores, pensamientos, opiniones o enfoques para que puedan someterlos a un análisis crítico y reflexivo (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

También hay que tener en cuenta que el principal objetivo de estos programas de formación CTS del profesorado no es el de formar historiadores, filósofos o sociólogos de la ciencia competentes, sino ayudarles a comprender mejor cómo funcionan la ciencia y la tecnología en el mundo actual; por tal motivo, las propuestas deben plantearse objetivos relativamente modestos pero más eficaces que los habituales (Matthews, 1998). En relación con los contenidos a abordar, las cuestiones del COCTS pueden ser muy útiles para el aprendizaje CTS en los cursos de formación inicial y permanente del profesorado, puesto que, además de servir para analizar su valor en la evaluación del alumnado, pueden usarse como actividades de trabajo, discusión e intercambio de ideas para debatir sobre el significado y las implicaciones de todas las alternativas de respuesta que se proponen en cada una de ellas (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez, 1999).

Respecto a la investigación en sí misma, la metodología aplicada supone un importante avance respecto a otros estudios (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2001). En investigaciones precedentes, la mayoría de enfoque psicométrico, los autores establecían sus propios estándares para calificar las respuestas como correctas o erróneas, incluso manteniendo

implícito en algunos casos el modelo de ciencia aplicado o el objeto de actitud valorado, con los problemas de validez que esto supone; por el contrario en este trabajo la calidad de las respuestas, las puntuaciones asignadas y los demás criterios utilizados en la evaluación se sustentan en la valoración previa realizada por un amplio panel de jueces expertos, que luego fue analizada con profundidad por diversos métodos estadísticos para dotarla de coherencia (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001). Aunque los datos sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado se han obtenido siguiendo un modelo de respuesta única, su clasificación se ha basado en la baremación previa realizada por once jueces de acuerdo con un modelo de respuesta múltiple, que es mucho más completo. Así mismo, las puntuaciones se han asignado siguiendo la escala de Vázquez y Manassero (1999), que es más adecuada que la de Rubba, Schoneweg y Harkness (1996). No obstante, todavía es posible mejorar el procedimiento y la propia calidad de la investigación si el profesorado hubiera contestado siguiendo también un modelo de respuesta múltiple, lo que permitiría ampliar aún más la información recogida y profundizar con mayor precisión en las posibles diferencias entre los dos grupos evaluados (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Referencias bibliográficas

AAAS (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE) (1993). *Benchmark for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.

Abd-el-Khalick, F.; Bell, R.L. y N.G. Lederman (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.

Abd-el-Khalick, F. y N.G. Lederman (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.

Abd-el-Khalick, F. y N.G. Lederman (2000b). The influence of History of Science Course on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1057-1095.

Acevedo, J.A. (1992). Cuestiones de sociología y epistemología de la ciencia. La opinión de los estudiantes. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 6, 167-182.

Acevedo, J.A. (1994). Los futuros profesores de Enseñanza Secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125. Versión electrónica corregida y actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo8.htm>.

Acevedo, J.A. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 131-144. Versión electrónica corregida y actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>.

Acevedo, J.A. (1997a). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275.

Acevedo, J.A. (1997b). Cómo puede contribuir la Historia de la Técnica y la Tecnología a la educación CTS. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.): *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 287-292. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Versión electrónica corregida y actualizada, titulada ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la educación CTS?, en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo3.htm>.

Acevedo, J.A. (1998). Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 409-420.

Acevedo, J.A. (2000a). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial. *Bordón*, 52, 5-16.

Acevedo, J.A. (2000b). *Evaluación de creencias sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en Educación*. Conferencia impartida en las I Jornadas Universitarias de Nerva: *Ciencia, Tecnología y Humanismo en la Sociedad Actual*. Concejalía de Educación del Excelentísimo Ayuntamiento de Nerva y Universidad de Huelva. En http://www2.uhu.es/julio_gallego/cursos/20deNerva1.htm.

Acevedo, J.A. (2001). Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>.

Acevedo, J.A.; Acevedo, P.; Manassero, M.A. y A. Vázquez (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica *De los Lectores* (4-6-2001). En <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>.

Acevedo, J.A.; Vázquez, A. y M.A. Manassero (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación* (aceptada su publicación). Se ha publicado un resumen en *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, tomo 1 (VI Congreso), 443-444, 2001.

Acevedo, J.A.; Vázquez, A.; Manassero, M.A. y P. Acevedo (2002). Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2 (aceptada su publicación).

Akerson, V.L.; Abd-el-Khalick, F. y N.G. Lederman (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 295-317.

Alters, B.J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 39-55.

Barnes, B., Ed. (1972). *Sociology of science*. Harmondsworth: Penguin Books. Traducción de N.A. Míguez (1980): *Estudios sobre sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Bell, R.L.; Lederman, N.G. y F. Abd-el-Khalick (1998). Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: An Explicit Response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 1057-1061.

Bell, R.L.; Lederman, N.G. y F. Abd-el-Khalick (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563-581.

Bernal, J.D. (1964). *Science in History*. Londres: Watts. Traducción de J.R. Capella (1967): *Historia social de la ciencia*. Barcelona: Península.

Bijker, W.E.; Hughes, T.P. y T. Pinch (Eds.) (1987). *The social construction of Technological Systems. New directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press.

Bunge, M. (1999). *The sociology-philosophy connection*. New Brunswick, NJ: Transaction Publishers. Traducción de M.A. González (2000). *La relación entre la sociología y la filosofía*. Madrid: EDAF.

Cajas, F. (1999). Public Understanding of Science: Using technology to Enhance School Science in Everyday Life. *International Journal of Science Education*, 21, 765-773.

Cajas, F. (2001a). Alfabetización científica y tecnológica. La transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19, 243-254.

Cajas, F. (2001b). The Science/Technology Interaction: Implications for Science Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 715-729.

Cardwell, D. (1994). *The Fontana History of Technology*. Londres: Harper Collins Publishers. Traducción castellana (1996): *Historia de la Tecnología*. Madrid: Alianza.

Echeverría, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Barcelona: Cátedra.

Eflin, J.T.; Glennan, S. y R. Reisch (1999). The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 107-116.

García-Palacios, E.M.; González-Galbarte, J.C.; López-Cerezo, J.A.; Luján, J.L.; Martín-Gordillo, M.; Osorio, C. y C. Valdés (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: OEI.

González-García, M.I.; López-Cerezo, J.A. y J.L. Luján (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

Iranzo, J.M. y J.R. Blanco (1999). *Sociología del conocimiento científico*. Madrid: CIS.

Iranzo, J.M.; Blanco, J.R.; González de la Fe, T.; Torres, C. y A. Cotillo (1995). *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CSIC.

Kranzberg, M. (1990). The uses of History in studies of Science, Technology and Society. *Bulletin of Science, Technology, and Society*, 10, 6-11.

Lamo, E.; González, J.M. y C. Torres (1994). *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.

Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impide the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 916-929.

López-Cerezo, J.A.; Luján, J.L. y E.M. García-Palacios (Eds.) (2001). *Filosofía de la Tecnología*. Madrid: OEI.

Manassero, M.A. y A. Vázquez (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.

Manassero, M.A.; Vázquez, A. y J.A. Acevedo (2001). *Avaluació de temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura.

Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. Nueva York: Routledge.

Matthews, M.R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 417-174.

Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science. *Science & Education*, 6, 331-354.

Mellado, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. En E. Banet y A. de Pro (Eds.): *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, Vol I*, pp. 272-283. Murcia: Murcia.

Merton, R.K. (1973). *The sociology of science. Theoretical and empirical investigations*. Chicago, IL: University of Chicago Press. Traducción de N.A. Míguez (1977): *La sociología de la ciencia. Investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid: Alianza.

Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?* Anthropos, Barcelona.

Monk, M. y J. Osborne (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81, 405-424.

Moss, D.M.; Abrams, E.D. y J. Robb (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23, 771-790.

Núñez, J. (2001). La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/nunez00.htm>.

OEI (2001). *Memoria de la programación 1999-2000*, pp. 121-134. Madrid: OEI. En <http://www.oei.es>.

Ortega, M.L. (2000). La naturaleza de la ciencia y la formación del profesorado: reflexiones desde los estudios sobre la ciencia. *Tarbiya*, 24, 5-18.

Richards, S. (1983). *Philosophy and Sociology of Science*. Oxford: Basil Blackwell. Traducción H. Alemán (1987): *Filosofía y Sociología de la Ciencia*. México DF: Siglo XXI.

Rubba, P.A.; Schoneweg, C. y W.L. Harkness (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18, 387-400.

Ryder, J. y J. Leach (1999). University science students' experiences of investigative project work and their images of science. *International Journal of Science Education*, 21, 945-946.

Smith, M.R. y L. Marx (Eds.) (1994). *Does technology drive history? The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción castellana (1996): *Historia y determinismo tecnológico*. Madrid: Alianza.

Solís, C., (Comp.) (1998). *Alta tensión: Historia, filosofía y sociología de la ciencia*. Barcelona: Paidós.

Vázquez, A. (1999). Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento ciencia-tecnología-sociedad. *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears*, 8, 25-35. En <http://www.cdlibalears.com/cts.htm>.

Vázquez, A.; Acevedo, J.A. y M.A. Manassero (2000). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. En I.P. Martins (Coord.): *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência- Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciencias experimentais*, pp. 219-230. Aveiro: Universidade de Aveiro. Versión electrónica corregida y actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>.

Vázquez, A.; Acevedo, J.A. y M.A. Manassero (2001). Enseñando ciencia: consenso y disenso en la educación y evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo (Eds.): *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 297-305. Madrid: Nivola. Versión electrónica corregida y actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/vazquez.htm>.

Vázquez, A.; Acevedo, J.A.; Manassero, M.A. y P. Acevedo (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4 (en prensa).

Vázquez, A. y M.A. Manassero (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 337-346.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (1997). *Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes*. Memoria de investigación. Ministerio de Educación y Cultura, Madrid.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (1998). *Actituds de l'alumnat relacionades amb la ciència, la tecnologia y la societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (1999). Response and scoring models for the "Views on Science-Technology-Society" Instrument. *International Journal of Science Education*, 21, 231-247.

Vilches, A. y C. Furió (1999). *Ciencia, tecnología y sociedad: sus implicaciones en la educación científica del siglo XXI*. La Habana: Academia. Versión electrónica en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseducacion.htm#aa>.