

EN DEFENSA DE LAS ACTITUDES Y EMOCIONES EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA (II): EVIDENCIAS EMPÍRICAS DERIVADAS DE LA INVESTIGACIÓN^(*)

Ángel Vázquez Alonso¹ y María Antonia Manassero Mas²

¹Facultad de Educación, Universidad de las Islas Baleares. angel.vazquez@uib.es

²Departamento de Psicología, Universidad de las Islas Baleares.
ma.manassero@uib.es

[Recibido en Diciembre de 2006, aceptado en Febrero de 2007]

RESUMEN^(Inglés)

El currículo, los materiales didácticos y las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la educación científica tradicional abusan de los dos factores epistémicos sugeridos por el positivismo lógico, la referencia empírica y el razonamiento lógico, junto con su epítome el lenguaje matemático, que sostienen la verdad y la objetividad como valores esenciales de la ciencia. La consecuencia más notable de esta abusiva orientación positivista es la exclusión, implícita y explícita, de otros valores incompatibles con ellos (factores sociales, culturales o afectivos), tildados como impropios o acientíficos por oponerse a la objetividad de la ciencia, aunque sean didácticamente valiosos. Sin embargo, los análisis y las críticas filosóficas, sociológicas e históricas sobre el positivismo lógico han enfatizado la presencia de los aspectos afectivos, actitudinales y emocionales, entre otros más, en la construcción del conocimiento científico. Este estudio argumenta la necesidad de los factores actitudinales y afectivos como resortes imprescindibles para la didáctica de la ciencia. En esta segunda parte se exponen pruebas empíricas provenientes de la investigación específica sobre las variables afectivas relativas a la ciencia y la tecnología (actitudes hacia la ciencia escolar, creencias sobre naturaleza de la ciencia, imagen pública de la ciencia, actitudes hacia el medio ambiente, vocaciones científicas, etc.).

Palabras claves: educación científica; educación emocional; motivación, alfabetización científica y tecnológica; actitudes relacionadas con ciencia y tecnología; naturaleza de la ciencia.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

En la primera parte de este artículo se han expuesto los argumentos y las pruebas provenientes de consideraciones generales sobre la educación y la naturaleza de las emociones humanas y su influencia sobre las conductas, y en particular, sobre el aprendizaje, para justificar la necesidad de considerar más explícitamente los factores

afectivos en la educación científica. En esta parte segunda se estudian los resultados de la investigación didáctica sobre las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología (en adelante CyT), para iluminar las áreas específicas de la educación científica susceptibles de mejora mediante una consideración explícita de las actitudes como elementos de aprendizaje y enseñanza en la educación científica.

Como ya se ha mencionado en la primera parte, la investigación sobre las actitudes hacia la CyT es muy amplia, pero muchos de sus resultados están en cuarentena debido a los defectos metodológicos que se le han reprochado. Un análisis de esta investigación puede encontrarse en diversas y conocidas revisiones (Gardner, 1975; Ormerod y Duckworth, 1975; Osborne, Simon y Collins, 2003; Ramsden, 1998; Schibeci, 1984; Weinburgh, 1995) que, por ello, no se repetirán aquí. Por la importancia de su impacto global en este tema se presentan los resultados de recientes estudios internacionales.

El estudio Science and Scientists (SAS), con 21 países participantes y 9300 jóvenes de 13 años encuestados (Sjøberg, 2000; Sjøberg, Mehta y Mulemwa, 1996) y su continuación natural, el proyecto The Relevance of Science Education (ROSE), afrontan el análisis comparativo y transcultural de la constelación afectiva en relación a la CyT, que comprende las actitudes, los valores, los intereses, las percepciones, los planes, las prioridades y las opciones de los jóvenes, relacionados con la CyT (Schreiner y Sjøberg, 2004; Sjøberg, 2003; Sjøberg y Schreiner, 2003). El Tercer Estudio Internacional en Matemáticas y Ciencias (TIMSS) y diversas encuestas de opinión españolas y europeas contribuyen a completar una imagen actual de los aspectos actitudinales relacionados con la CyT, con el doble objetivo de mostrar la multiplicidad de objetos actitudinales y los principales resultados obtenidos sobre ellos.

Además, los resultados de encuestas realizadas con el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) aplicadas a varios miles de jóvenes desde secundaria a licenciados universitarios, tanto de ciencias como de letras, con una metodología innovadora que pretende superar los defectos de los instrumentos tradicionales (Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006) aportan los resultados básicos sobre los aspectos epistemológicos y sociales de la CyT (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001a, b). Estos resultados se presentan estructurados en varios epígrafes: naturaleza de la ciencia, sociología interna de la CyT, influencia de la CyT sobre la sociedad e influencia de la sociedad sobre la CyT.

LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Las creencias epistemológicas sobre CyT se consideran fundamentales para construir una imagen adecuada y no deformada de la CyT, un objetivo cada vez más apreciado en la educación científica, como parte del tópico denominado naturaleza de la ciencia, que hoy día se considera un componente esencial de la alfabetización científica para todas las personas (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004). Estas cuestiones no son contempladas en los currículos escolares de ciencia españoles, y los resultados que se muestran pueden considerarse

preconcepciones sobre estos temas, dado que no son una consecuencia directa de una inexistente enseñanza intencional, planificada y explícita acerca de estas cuestiones.

La conceptualización global de la ciencia por parte de los jóvenes estudiantes es apropiada en general, pues mayoritariamente captan la esencia de la ciencia como exploración, descubrimiento, cuerpo de conocimientos o investigación sistemática de la naturaleza. Análogamente, se resalta el carácter explicativo y de validación de conocimiento de los procesos de la ciencia, por encima de otras alternativas que representan aspectos más secundarios o parciales de la ciencia. Sin embargo, la conceptualización de la tecnología es menos adecuada, puesto que la creencia ingenua de "la tecnología como ciencia aplicada" es mayoritaria y aparece recurrentemente; por otro lado, la tecnología identificada con artefactos es otra creencia ingenua que también goza de gran apoyo, mientras son minoritarias las creencias más apropiadas que relacionan la tecnología con la necesidad de resolver problemas prácticos o el saber hacer, así como la ampliación del concepto de tecnología a los procesos de diseño y organización. Los estudiantes siguen distinguiendo entre tecnología y ciencia, a pesar de la creciente identificación de ambas en el mundo actual, de modo que esta percepción estaría alejada del concepto de tecnociencia, sugerido por algunos autores para describir la intensa imbricación mutua actual.

Aunque se distingan CyT, la existencia de una relación entre ambas se asume mayoritariamente. Cuando la relación se examina en el sentido de la ciencia a la tecnología, la creencia dominante es que la tecnología es ciencia aplicada; cuando la relación se estudia en el sentido de la tecnología a la ciencia, la creencia dominante es que la tecnología amplía la capacidad de progreso de la ciencia, aunque subsiste también la anterior creencia. La disyuntiva entre ciencia o tecnología, desde la perspectiva de las inversiones más eficaces para mejorar la calidad de vida, origina una posición de los estudiantes ecléctica: ambas ofrecen ventajas, aunque la ciencia se percibe más dirigida a los avances médicos y medioambientales, mientras la tecnología se cree más dirigida a mejorar la comodidad y la eficiencia.

Las creencias de los estudiantes sobre los múltiples aspectos de la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico en sus aspectos más epistemológicos son poliédricas y variopintas, muy dependientes del tema y los contextos específicos. Aunque abundan las creencias inadecuadas, también sostienen algunas actitudes apropiadas, como por ejemplo, la naturaleza cambiante, tentativa e inventada del conocimiento. Por otro lado, aparecen también creencias de tipo ecléctico que revelan actitudes indecisas o poco convencidas, como las referidas a la carga teórica de las observaciones, los supuestos implícitos de la ciencia y la simplicidad de las teorías.

La imagen del método científico se asigna, globalmente, a una filosofía positivista ingenua en grandes proporciones de estudiantes. En esta categoría caen las actitudes hacia el método científico como algo que asegura resultados, la sobrevaloración del papel del azar, lo imprevisto y la casualidad en la investigación (serindipia), la consideración de los hechos y observaciones como incontrovertibles fuentes de verdad o de la naturaleza realista de los objetos científicos, así como la lógica acumulativa y lineal del método científico. Sin embargo, también aparecen otras actitudes adecuadas sobre la metodología de la ciencia, entendida como un conjunto de preguntas, hipótesis, toma de datos y conclusiones, el papel de la creatividad y la imaginación

como elementos que intervienen en la investigación y el reconocimiento del papel positivo de los errores en la ciencia.

LOS ASPECTOS SOCIALES DE LA CYT

Las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y sociedad constituyen el núcleo distintivo del movimiento CTS, cuya propuesta educativa se basa en presentar la CyT en contexto, y donde estas interacciones se hacen evidentes y explícitas para la alfabetización los estudiantes. El análisis de esta dimensión se desglosa aquí en los dos sentidos de la interacción, la influencia de la sociedad sobre la CyT y la influencia de la CyT sobre la sociedad. Por último, se considera la sociología interna de la CyT, es decir, las características de la comunidad científica, los científicos y los tecnólogos.

Sociología externa: interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad

La influencia general de la sociedad sobre la CyT es admitida por la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, cuando la influencia social se concreta en aspectos particulares, la tasa disminuye en unos casos e incluso casi desaparece en otros. Así, una gran mayoría cree en la influencia de la cultura general sobre la ciencia en los distintos países y continentes. Se reconoce la influencia de la política, pero no se acepta el control gubernamental de la ciencia para buscar una mayor eficacia de la financiación. La mayoría reconoce la influencia de los factores éticos y religiosos propios de la cultura, pero mayoritariamente se niega la influencia de las creencias religiosas personales, y los estudiantes se dividen en dos mitades respecto a la creencia de la intervención de seres sobrenaturales en la naturaleza. Análogamente, la opinión favorable a la influencia de valores morales y del carácter personal del científico en la investigación científica y en la resolución de las controversias científicas resulta minoritaria, frente a la postura más positivista que niega esta influencia (Sadler y Zeidler, 2004).

La influencia general inversa (de la CyT sobre la sociedad) muestra una actitud del alumnado favorable a ella, pero la influencia de la ciencia se percibe como menos intensa que la influencia de la tecnología. Los científicos son considerados responsables de los posibles daños que puedan producir con sus investigaciones y de informar al público de una manera comprensible sobre sus descubrimientos. El alumnado acepta la influencia de la CyT sobre las formas de pensar y reconoce la importancia de ambas para el poder militar, pero atemperada por otros factores y decisiones de los gobiernos. La capacidad de la CyT para ayudar a resolver los problemas sociales del mundo (pobreza, crimen, desempleo, etc.) produce actitudes ambivalentes, mezcla de esperanza y desconfianza. La opinión del alumnado aparece más dividida en otros asuntos como la toma de decisiones sobre temas socio-científicos, para las que se consideran necesarias, simultáneamente, tanto la opinión de los expertos como la del público, aunque con una tendencia a apoyar más las soluciones tecnocráticas de los expertos. Sobre la posibilidad de que los efectos positivos y negativos producidos por la CyT estén equilibrados, también existe una actitud dividida entre quienes opinan que es posible compensar los potenciales efectos negativos con los positivos y quienes creen que no siempre es posible alcanzar este

equilibrio. La incidencia de la tecnología en el nivel de vida produce en el alumnado una actitud mayoritariamente ecléctica, que reconoce, por un lado, la mejora del nivel de vida y, por otro, los potenciales problemas colaterales.

Sociología interna de la CyT

Las actitudes hacia la sociología interna de la comunidad científica muestran rasgos variados de idealismo, ingenuidad e inconsistencia. La motivación de los científicos para investigar se atribuye a razones epistemológicas (conocer) y altruistas (beneficiar a la sociedad). Las cualidades personales de los científicos se perciben ingenuamente, pues aunque consideran que la determinación y la paciencia son parte del trabajo de los científicos para obtener resultados correctos, los alumnos fallan, sin embargo, en el reconocimiento de la importancia de otros factores, como la mentalidad abierta, la imparcialidad, la objetividad o el desinterés, y, en sentido opuesto, la búsqueda del reconocimiento. El caso de la honradez es un ejemplo de una actitud general percibida de forma ambivalente y escéptica, pues no se considera que la honradez esté más presente entre los científicos que en otras personas, postura que se justifica por un igualitarismo ingenuo (todos somos iguales); tampoco se percibe que la necesidad de financiación, satisfacer al jefe o desear el reconocimiento personal, a veces, puedan hacer flaquear la honradez. En la misma actitud de igualitarismo, las relaciones sociales de los científicos se consideran similares a las de cualquier otra persona y, por tanto, alejadas del mito del científico aislado en su torre de marfil.

En suma, los resultados anteriores relativos a las actitudes epistemológicas y sociológicas hacia la CyT constatan las elevadas proporciones de estudiantes con creencias inadecuadas sobre naturaleza de la ciencia, lo que constituye un indicador insatisfactorio de las actitudes de los estudiantes. Desde una perspectiva educativa, esta situación es un desafío para la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria, dado que alcanzar una adecuada comprensión pública sobre como funcionan la CyT en el mundo actual es uno de los componentes esenciales de la alfabetización científica para todas las personas (AAAS, 1990; Abd-el-Khalick, Bell y Lederman, 1998; Acevedo, Manassero y Vázquez, 2005; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002, 2003; McComas, Clough y Almazroa, 1998; McComas y Olson, 1998; Millar y Osborne, 1998; NRC, 1996; Smith y Scharmann, 1999; Spector, Strong y Laporta, 1998).

LAS ACTITUDES HACIA LA CIENCIA ESCOLAR, SU ENSEÑANZA Y SU APRENDIZAJE

La percepción y la imagen de los estudiantes respecto a los elementos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las disciplinas científicas en la escuela tienen el sentido tal vez más intuitivo y genuino de las actitudes hacia la CyT, especialmente para el profesorado. En general, una actitud positiva hacia la ciencia escolar suele asociarse con un mejor rendimiento escolar y viceversa.

La muestra española de escolares de 13 años del estudio SAS considera que la ciencia escolar es abrumadoramente (86%) interesante, pocos la consideran aburrida (14%), pero también muchos la valoran como difícil (75%) y pocos como fácil (20%). Los

chicos la consideran más interesante y fácil que las chicas, pero las diferencias entre ambos no son significativas, rasgo que rompe el patrón de diferencias de género repetido internacionalmente (Vázquez, 1997).

La práctica totalidad de la muestra española de 15 años del TIMSS está de acuerdo con que la ciencia es importante para la vida personal de cada uno (88%) y, aunque manifiestan disfrutar y divertirse con su estudio y aprendizaje aún mayoritariamente (70%), esta proporción es sensiblemente menor que en la edad anterior, creciendo la proporción de los estudiantes que consideran la ciencia aburrida (32%), y aunque los alumnos que consideran la ciencia fácil (35%) continua siendo una minoría, ésta es un poco más alta que la anterior. Las diferencias entre chicos y chicas en estos rasgos no son importantes. El agrado por un trabajo que necesite utilizar la ciencia es también mayoritario (58%) y, asimismo, los chicos parecen aceptar mejor estos trabajos que las chicas.

La evaluación realizada por el INECSE (2003), con una muestra nacional de estudiantes que acaban la Educación Secundaria Obligatoria (16 años), muestra que el área de ciencias de la naturaleza gusta relativamente más (40%) que las otras (matemáticas, sociales, lengua), aunque la tasa de estudiantes que manifiestan que les gusta poco o nada también es notable (31%). Esta relativamente alta preferencia de los adolescentes españoles hacia la ciencia, con respecto a otras asignaturas del currículo escolar es confirmada por otros estudios nacionales realizados en la misma etapa (Monguillot, 2002; Pérez, 2005). Estas preferencias resaltan aún más si se tiene en cuenta que una mayoría (60%) la considera un área difícil o muy difícil (sólo un poco menos difícil que matemáticas).

En otros países, las preferencias diferenciales hacia las ciencias de la naturaleza frente a otras asignaturas muestran un mayor rechazo relativo hacia la ciencia escolar (Hendley, Parkinson, Stables y Tanner, 1995; Hendley, Stables y Stables, 1996), que a la luz de los resultados anteriores parece más alto que en nuestro país, lo cual apunta también a los factores culturales y sociales como determinantes de las actitudes hacia la ciencia escolar (Breakwell y Beardsell, 1992; Sjøberg, 2000). La referencia comparativa de los estudiantes españoles participantes en el ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2003) confirma esta pauta de menor rechazo de los españoles, que se sitúan en cabeza del grupo de los países industrializados en el aprecio e interés por la ciencia escolar y por la capacidad potencial de la CyT para abrir nuevos e interesantes trabajos, aunque, este aprecio es inferior al de los países en desarrollo.

Como sugieren los resultados anteriores y confirman diversos estudios longitudinales, el desinterés hacia la ciencia escolar crece progresivamente con la edad de los estudiantes, al mismo tiempo que aumenta la percepción de su dificultad. Las mujeres suelen mostrar sistemáticamente actitudes más bajas que los hombres, aunque debe decirse también que las diferencias de género en los estudiantes españoles se encuentran comparativamente entre las más bajas si se comparan con referencias internacionales (George, 2000; Gibson y Chase, 2002; Pell y Jarvis, 2001; Piburn y Baker, 1993; Ramsden, 1998; Simpson y Oliver, 1990).

Las preferencias por las diferentes áreas científicas (biología, química, geología o física) y las diferencias de género correspondientes, muestran un patrón internacional bastante estable en el tiempo y con la edad (Havard, 1996). Los deseos de los participantes en el TIMSS por realizar una carrera relacionada con las diversas ramas de la ciencia, se inclinan mayoritariamente hacia la biología (44%) y la menor preferencia hacia la geología (13%), quedando la física (24%) y la química (19%) en posiciones intermedias. El estudio de la FECYT (Pérez, 2005) confirma que los temas de biología ocupan los primeros lugares de interés y los de química los últimos en las preferencias relativas del alumnado. Las chicas prefieren más la biología y menos la geología y la física que los chicos, mientras las preferencias por la química de chicos y chicas son similares (Vázquez, 2000).

En síntesis, las actitudes generales de los estudiantes españoles hacia la ciencia escolar ofrecen claroscuros, pero si se comparan con los resultados de otros países occidentales desarrollados son relativamente mejores. La ciencia en la educación obligatoria gusta relativamente más que otras materias del currículo y en proporción más alta que en otros países occidentales, aunque subsisten diferencias importantes según las diferentes ramas de la ciencia (la preferida es siempre la biología) y puede percibirse una cierta disminución de este aprecio con la edad. Sin embargo, el auténtico talón de Aquiles de la ciencia en la educación secundaria es el creciente grado de dificultad percibida por los estudiantes del aprendizaje de esta materia. En este sentido, las propuestas de una orientación más humanista de la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria, basada en el lema de la alfabetización científica para todas las personas, los desarrollos curriculares centrados en el énfasis curricular y las propuestas de una enseñanza de las ciencias y la tecnología en contexto sugeridas por el movimiento CTS podrían ser respuestas adecuadas para encarar este reto, a la vez que otros ya aludidos (Aikenhead, 2003; Stinner, 1995; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005; Wang y Marsh, 2002).

LA IMAGEN PÚBLICA DE LA CYT

La CyT son factores cruciales del desarrollo, tanto para las sociedades industrializadas, cuyo progreso se ha cimentado en la utilización de las aplicaciones científicas y tecnológicas, como para las sociedades en desarrollo, para quienes CyT pueden tener la solución a sus necesidades. La percepción pública de la CyT tiene una importancia capital para la sociedad, pues no solamente la CyT inciden directa y profundamente en la vida diaria de las personas y el medio ambiente, sino que ambas necesitan del apoyo social para cumplir sus objetivos de investigación y conocimiento, y de avance y transferencia para el desarrollo. Los gobiernos financian la CyT y, frecuentemente, afrontan decisiones técnicas o científicas con gran incidencia social (medio ambiente, salud, energía, transporte y comunicaciones, etc.), que despiertan en la sociedad sentimientos legítimos de responsabilidad, interés y deseos de participación en estos procesos de toma de decisiones sobre cuestiones socio-científicos.

La imagen de la CyT a través de los resultados de diversas investigaciones y encuestas ofrece un balance positivo entre las consecuencias beneficiosas (cura de enfermedades, la utilidad para la vida diaria, transporte y comunicaciones, el interés

que despiertan sus temas y los experimentos) y las consecuencias negativas, tales como la dificultad de comprensión de los temas científicos, los cambios rápidos y rotundos en nuestro modo de vida, las repercusiones negativas sobre el medio ambiente y la contribución a la fabricación de armas y las tecnologías de guerra (Fleming, 1987; Siegel y Ranney, 2003; Sjøberg, 2000; Sjøberg, Mehta y Mulemwa, 1996; Vázquez, 1997).

Un indicador del interés actual del público hacia la CyT es la continua y sistemática presencia de ambas en los sondeos de opinión pública y la proliferación de sondeos especializados en CyT (CIS, 1993, 1996a, 1996b, 1998, 2001). El interés público hacia los temas de CyT muestra una mayoría de encuestados situados en las posiciones de mucho o bastante interés (CIS, 2001). Análogamente, el Eurobarómetro 55.2 monográfico sobre la CyT (EC, 2001) sigue obteniendo una positiva percepción social de la ciencia entre los europeos, pues el balance entre los impactos positivos y los negativos es favorable a los primeros.

La imagen general de la CyT en la sociedad española es buena y el interés del público hacia los temas de CyT va en aumento, centrado en medicina y salud y medio ambiente y ecología (Echeverría, 2005). La investigación científica y tecnológica se percibe inferior a la de los países de nuestro entorno y se cree que debería centrarse en medicina y salud (curación del cáncer y SIDA) y en medio ambiente (eliminación de residuos nucleares y desarrollo de energías renovables). En particular, los adolescentes españoles tienen una imagen positiva y similar tanto de la ciencia como de la tecnología, asociada fundamentalmente a la positiva valoración de los inventos de la era moderna y al prestigio social de médicos y científicos, de quienes se tiene una percepción idealizada: profesión atractiva, con prestigio social, bien remunerada y que produce satisfacciones personales.

La perspectiva internacional que aporta el estudio ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004; Sjøberg y Schreiner, 2003) ayuda a contextualizar la imagen de la CyT de los estudiantes españoles de 15 años: globalmente neutra, con una ligera tendencia positiva. Esta valoración es la menos entusiasta de los países participantes en el estudio, pues en el balance entre las consecuencias percibidas positiva y negativamente se valoran menos los beneficios frente a los perjuicios de la CyT o la necesidad de la CyT para el desarrollo y el progreso social. Paradójicamente, el grado de confianza en los científicos es el mayor entre los países desarrollados, aunque inferior a los países en desarrollo. El estudio de la FECYT (Pérez, 2005) corrobora esta imagen de la CyT débilmente positiva entre los jóvenes, añadiendo el empeoramiento de esta valoración con la edad.

En suma, la imagen de la CyT entre el público sigue las pautas internacionales generales, aunque entre los jóvenes se muestran algunos rasgos diferenciales, como pueden ser una peor imagen relativa de la CyT si se compara con la de otros países del entorno.

LAS ACTITUDES HACIA EL MEDIO AMBIENTE

Desde hace décadas, el deterioro del medio ambiente es motivo de un movimiento de conciencia pública que ha crecido notablemente en los últimos años y atrae considerable interés social. Así lo atestigua su presencia continuada en los sondeos de opinión pública, el incremento de la presencia de las cuestiones ambientales en los medios de comunicación o la creciente demanda en el mercado de los productos con la etiqueta de ecológicos. Conceptos como ecología y desarrollo sostenible han dejado de ser simples cultismos para convertirse en términos habituales de los debates sociales y de la vida diaria de los ciudadanos. En el nivel académico se han diferenciado y cobrado auge disciplinas como Ecología, Psicología Ambiental (Aragón y Américo, 1998; García Mira, 2000) o Educación Ambiental (de Castro, 1998; Martín Molero, 1996; Novo, 1996), con la consiguiente dinámica de congresos (p. e. San Juan, Rodríguez y Vergara, 2001; Perales, Gutiérrez y Álvarez, 1996) y acciones institucionales y celebraciones, auspiciadas por la ONU y la UNESCO, como el día de la Tierra, las Cumbres de la Tierra o la reciente declaración de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible (2005-2014) o los diversos tratados internacionales para la conservación del medio natural.

La investigación sobre las actitudes ambientales generales en el extranjero muestra rasgos positivos y negativos, expectativas pesimistas (Hutchinson, 1997; Barraza, 1999) y optimistas (Oscarsson, 1996; Connell, Fien, Lee, Sykes y Yencken, 1999). Las mujeres y la clase alta muestran repetidamente actitudes ambientales más proactivas, mientras el contexto local o la edad influyen menos (Hampel, Holdsworth y Boldero, 1996). Las mujeres tienden a interesarse más por el medio ambiente, percibir un mayor riesgo ambiental y ser más pesimistas sobre el futuro (Hicks y Holden, 1995; Oscarsson, 1996).

Los jóvenes españoles muestran un perfil de actitud ecológica general diverso y complejo, donde la CyT se perciben, simultáneamente, como parte del problema ambiental y como posible solución. La importancia percibida de los problemas del medio ambiente, en relación con otros temas de interés público, muestra valoraciones diversas, dependiendo del tipo de problema con el que se compare; entre una lista de diversos temas, la preocupación ecológica de los jóvenes españoles ocupa el segundo lugar, tras los deportes (Echeverría, 2005). Una alta proporción de los jóvenes españoles participantes en el TIMSS (80%) creen que la ciencia puede ayudar algo o mucho a resolver los problemas medioambientales, patrón de respuesta que por su magnitud parece próximo a una cierta fe cientifista (Vázquez, 2000). En el Eurobarómetro de 2002 (EORG, 2002) los europeos conceden una gran prioridad al medio ambiente, aunque los jóvenes europeos aparecen menos preocupados que las generaciones de personas mayores, pero se consideran mejor informados, adoptan más la actitud pasiva de esperar y ver que pasa (no hacer nada, porque los otros tampoco lo hacen) y confían más en las asociaciones ecologistas y los científicos (cientifismo). España se encuentra entre los países europeos menos preocupados por los problemas del medio ambiente y ocupa el último lugar en confianza en las instituciones para resolver estos problemas. La actitud de esperar y ver que pasa está sobredimensionada, por encima de las actitudes solidarias o altruistas. El reciente Eurobarómetro (EC, 2005) muestra que una mayoría de europeos creen que CyT son

responsables de la mayoría de los problemas ambientales (las mayores tasas relativas de acuerdo se dan entre los jóvenes), pero paralelamente, una mayoría no está de acuerdo con que CyT no puedan mejorar el medio ambiente, aunque de nuevo los jóvenes son más pesimistas, pues están relativamente más de acuerdo.

La actitud general hacia el medio ambiente de los estudiantes de 15 años del estudio ROSE es moderadamente positiva. Respecto al papel de la CyT sobre el medio ambiente, los jóvenes están en contra de dejar la solución de los problemas ambientales a los expertos (los países desarrollados están menos en contra) y se dividen respecto a la confianza en la CyT para resolver los problemas ambientales (los países en desarrollo confían más en la CyT que los países desarrollados, aunque en ambos casos la confianza no es muy alta). La actitud medioambiental de los españoles se sitúa en una posición intermedia, en la frontera entre ambos grupos internacionales (Schreiner y Sjøberg, 2004).

En síntesis, las actitudes generales de los jóvenes hacia el medio ambiente son positivas y se percibe una conciencia ambiental generalizada. Pero los datos obtenidos son complejos, las actitudes dependen del rasgo considerado y los jóvenes marcan algunas diferencias respecto al público general. En particular, los jóvenes españoles parecen adoptar actitudes más pasivas y menos proactivas que sus homólogos de otros países, así como también exhiben una mayor confianza científica en los expertos para la resolución de los problemas ambientales.

LAS ACTITUDES HACIA UN FUTURO TRABAJO

La educación cumple también funciones sociales, de corte economicista, laboral o mercantil, tales como preparar para ejercer un trabajo, conseguir un mejor salario, o adaptarse a las posibilidades del mercado del trabajo. Éstas funciones también contribuyen a la realización personal, y se vehiculan a través de las elecciones juveniles sobre los estudios y la carrera y del desarrollo personal, mediante la ampliación de los horizontes y las expectativas laborales. La educación representa, a la vez, un medio de actualización y realización personales, desarrollando habilidades y talentos individuales, y un medio de desarrollo, integración y reproducción sociales.

Las carreras y profesiones relacionadas con la CyT tienen un problema mundial endémico debido a la relativamente baja elección respecto a las necesidades del sistema económico: la elección de carreras científicas y técnicas decrece entre los jóvenes y especialmente en las mujeres. Este problema ha sensibilizado intensamente a la sociedad, hasta el punto que el Consejo de Educación Europeo (Consejo de Europa, 2003) ha propuesto como uno de los puntos de referencia para ser alcanzados por los países de la Unión Europea en el año 2010 "aumentar al menos en un 15 % el número de licenciados en matemáticas, ciencias y tecnología, reduciendo el desequilibrio en la representación de hombres y mujeres", y hace un llamamiento más reciente sobre la necesidad social de más vocaciones científicas (Gago, 2004).

Aunque los motivos implicados en las elecciones de carreras y profesiones son complejos, los teóricos de la orientación escolar y vocacional subrayan la influencia de las actitudes generales hacia los estudios y carreras, que a su vez engloban normas

sociales, expectativas de futuro y factores específicos de motivación intrínseca y extrínseca. En el caso de la CyT una de las principales razones de la baja elección es que los estudiantes desarrollan actitudes de rechazo y huida de la CyT, que orientan su conducta en direcciones opuestas. El Eurobarómetro 55.2 (EC, 2001) atribuye las razones del rechazo y la falta de interés de los jóvenes hacia las carreras científicas a la falta de atractivo de las clases de ciencias entre los estudiantes (67%), a su dificultad (55%), al desinterés (50%) y a las bajas perspectivas y salario de las carreras científicas y técnicas (42.4%), mientras sólo el 30% la atribuyen a la mala imagen de la ciencia en la sociedad. Los europeos consideran mayoritariamente (71%) que debería animarse a los jóvenes, especialmente a las chicas, a proseguir estudios científicos y técnicos.

Aunque las diferencias entre los diversos países son amplias, los resultados del estudio ROSE (Schreiner y Sjøberg, 2004) indican que los jóvenes de los países desarrollados rechazan mayoritariamente trabajar como científicos o en tecnología, mientras los jóvenes de países en desarrollo muestran el patrón opuesto: les gustaría llegar a ser científicos o trabajar en tecnología. Las chicas rechazan esta vocación en mayor grado que los chicos en todos los países, y las diferencias de género son especialmente grandes en el caso de la tecnología. Sin embargo, los trabajos que implican ayudar a otros (como la sanidad, y en general, la investigación relacionada con la mejora de las condiciones de vida de las personas) son una excepción porque las chicas muestran mayor interés que los chicos, invirtiendo el habitual estereotipo de género de mayor rechazo de las chicas hacia los temas de CyT. El estudio de la FECYT (Pérez, 2005) confirma esta percepción poco entusiasta de la profesión científica por parte de los estudiantes españoles: sólo una minoría de ellos manifiesta que les gustaría ser científicos, y esta proporción es aún menor entre las mujeres y entre los estudiantes que acaban secundaria, respecto a los más jóvenes que acaban primaria.

Sin embargo, otros estudios aportan un perfil diferente y más positivo de las carreras y trabajos relacionados con la CyT. Según el Eurobarómetro 55.2 (EC, 2001) las tres profesiones mejor consideradas en Europa tienen carácter científico o técnico; los médicos (71%), los científicos (45%) y, en tercer lugar, los ingenieros (30%). En caso de un desastre, el público confiaría, sucesivamente, en los científicos (63%) y los médicos (55%), incluso por encima de las organizaciones ecologistas (60%) y de consumidores (32%). Por otro lado, las ofertas de empleo en nuestro país presentan un horizonte muy halagüeño para la CyT, pues la mayoría de las ofertas publicitadas corresponden a puestos de trabajo relacionados con la tecnología (casi 60%) o las ciencias experimentales (12% adicional).

El análisis de la elección real de estudios y carreras de CyT en la última década del siglo XX (1991-2001) en España no muestra una situación tan grave, sino con claroscuros. La proporción de estudiantes de ciencias en secundaria obligatoria ha ido decreciendo sistemáticamente y aumentando la brecha de género, con un mayor crecimiento del número de hombres respecto a las mujeres. A pesar de esta disminución global en secundaria obligatoria, las elecciones del itinerario biosanitario aumentan en bachillerato y, en la universidad, la elección de carreras de CyT se ha ido incrementando globalmente en una cantidad similar de hombres y mujeres, aunque el

aumento es más patente en las carreras técnicas, mientras las ciencias experimentales están estancadas (Zamora, 2005).

En síntesis, la elección de estudios y carreras de CyT sugieren que la huida de los estudiantes se genera por la falta de atractivo, el interés menguante y la percepción de dificultad creciente de la ciencia escolar en secundaria. Puesto que, por otro lado, la imagen general de la CyT es buena y la ciencia escolar se encuentra siempre entre las asignaturas relativamente mejor valoradas por los estudiantes españoles, el factor más determinante en el rechazo de la CyT tal vez sea la dificultad percibida de los contenidos escolares, con sus concomitantes episodios de fracasos escolares (malas calificaciones, suspensos, repeticiones de curso, etc.). Por otro lado, por presupuestos y número de científicos y técnicos, nuestro país no es puntero en investigación científica y tecnológica, de modo que los negativos indicadores anteriores sobre el bajo enrolamiento en CyT, quizá no sean tan acuciantes, pues aún siendo escasos, pudieran ser suficientes para satisfacer las bajas necesidades de las relativamente mediocres estructuras del sistema tecnocientífico español. Además, los datos de vocaciones en CyT constatan también entre nosotros un mejor equilibrio entre hombres y mujeres que en otros países desarrollados de nuestro entorno.

La búsqueda de un equilibrio entre atractivo, relevancia y éxito escolar es el reto para mejorar la enseñanza de las ciencias en la escuela e incrementar las vocaciones científicas. Para su afrontamiento, la propuesta de una educación más humanista para la alfabetización científica para todas las personas puede aportar más facilidad, más atractivo y una visión más actualizada y adecuada de la CyT en el mundo actual que permita mayores vocaciones científicas, pero también más sensatas (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006).

CONCLUSIONES

La separación dualista cuerpo-mente ha sido una losa muy pesada para la cultura occidental, pues se ha traducido en su compromiso casi exclusivo con cogniciones y racionalidad, y el olvido de la dimensión afectiva. La afectividad está estigmatizada como algo débil, vulnerable y negativo para la persona, y por tanto para el aprendizaje, y en consecuencia, que debe ser evitada en aras de la racionalidad perfecta.

Como consecuencia de este error de Descartes (Damasio, 2001), la didáctica de la ciencia ha estado dominada por la tradicional atención a los procesos racionales y el olvido de los afectos. El resultado de este dualismo ha sido la denigración de la afectividad como factor educativo y una relativa ignorancia generalizada acerca de los aspectos afectivos y su influencia sobre la educación científica. La conciencia de esta deficiencia surge primero en la educación general, donde los aspectos emocionales han recibido ya cierta atención, aunque en didáctica de la ciencia la investigación es aún dispersa y escasa (Alsop, 2005).

Los resultados reales de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela muestran una distancia considerable entre los objetivos propuestos y la realidad del currículo alcanzado por los jóvenes y que se debe traducir en alfabetización científica

de la sociedad y en la promoción de vocaciones científicas. En general, la ciencia que se enseña actualmente en las escuelas no desarrolla aprendizajes que contribuyan a la alfabetización científica de todos, como han demostrado los estudios realizados dentro de la tradición de investigación de las concepciones alternativas o los grandes estudios de evaluación internacionales (TIMSS o PISA). Por tanto, los conocimientos de CyT alcanzados por los estudiantes no son significativos, desde la perspectiva del aprendizaje, ni satisfactorios desde la perspectiva de su funcionalidad personal y social (Acevedo, 2006a; Aikenhead, 2003; Fensham, 2004).

A pesar de los defectos metodológicos, la investigación didáctica en el ámbito afectivo permite extraer algunas conclusiones difícilmente controvertibles:

- La principal crítica sobre la ciencia escolar es su falta de relevancia para los estudiantes.
- Los estudiantes van perdiendo interés hacia la CyT a medida que avanzan por el sistema educativo.
- Una enseñanza de la CyT de calidad es aquella que potencia el interés de los estudiantes.
- Muchos estudiantes aprecian la posibilidad de desarrollar la autonomía personal en la clase de ciencias.
- Las actitudes hacia la CyT de los estudiantes son más pobres y negativas cuanto más desarrollado es un país.
- Las actitudes hacia la CyT de las chicas son más pobres y negativas que las de los chicos, y especialmente si se refieren a física y química.
- Las correlaciones entre actitudes hacia la CyT y resultados escolares son bajas.

En el ámbito afectivo, la ciencia en la educación obligatoria es sinónimo de desilusión y desencanto para los estudiantes, porque la ciencia que se enseña es percibida como difícil, irrelevante, poco atractiva, y que no conecta con sus intereses y experiencias, a pesar de que les gusta, aunque sólo una baja proporción de estudiantes eligen asignaturas de ciencias en los cursos no obligatorios. En esta situación, a pesar de sus esfuerzos, también muchos profesores se sienten desorientados, desilusionados, poco recompensados, infravalorados y faltos de recursos y de apoyo para su desarrollo profesional (Stinner, 1995; Watts y Bentley, 1994).

La alfabetización científica para todas las personas es el paradigma educativo fundamental para mejorar la calidad de la educación en CyT, en general, y las actitudes en particular. Esta idea requiere el conocimiento y la comprensión de las leyes de la naturaleza, pero también, como innovación, saber como funcionan la CyT actuales, de forma que esta comprensión desarrolle en los estudiantes actitudes adecuadas de participación, interés y toma de decisiones informada en asuntos sociocientíficos (Sadler, 2004). Todas estas capacidades, aunque requieren una base de conocimientos, implican también un desarrollo emocional, en actitudes y en valores, que se desarrolla simbiótica, pero diferenciadamente, respecto al mero desarrollo cognitivo. En el caso específico de la CyT, las actitudes relacionadas con la ciencia se refieren a un conjunto de valores y normas relativos a como funcionan la

CyT en el mundo actual. El aprendizaje de estos tópicos es distinto al aprendizaje tradicional de conocimientos sobre hechos, conceptos y principios de la CyT, surgidos como producto directo de la actividad de los científicos (Watts y Alsop, 2000).

La diferencia entre las actitudes y los hechos y principios de la CyT es que estos predicen una verdad pretendidamente única, determinada y verificada, sin espacio para la duda o la pluralidad, mientras las cuestiones actitudinales se caracterizan justamente por rasgos opuestos a los anteriores, como la indeterminación y la contingencia. Por ello, mientras la enseñanza de los conocimientos se practica como absoluta e indubitable, la educación de las actitudes requiere básicamente mostrar una "visión panorámica de la realidad", es decir, ofrecer información equilibrada sobre las diversas alternativas posibles en cada tópico, y por ello aparentemente resulta más complicada; después vendrán la adhesión personal y responsable a una u otra posición y la (potencial) actuación coherente con tal elección. Este conjunto de elementos (cogniciones, evaluación afectiva de las posiciones y conducta elegida) constituyen la esencia afectiva del concepto de actitud (Alsop, 2005; Eagly y Chaiken, 1993).

Los tópicos actitudinales propios y específicos de la ciencia, a veces se reconocen bajo diversas denominaciones, tales como ideas sobre la ciencia, naturaleza de la ciencia, interacciones de la CyT con la sociedad, etc. No tienen cabida en la educación científica tradicional, absoluta y normativa, pero comparten varias características con la enseñanza de las humanidades, tales como la indeterminación de la propia materia, la educación para la autonomía personal y para formar la capacidad de realizar juicios e interpretaciones independientes, la búsqueda del sentido integral en el marco de los contextos humanos y la posibilidad de coincidencias en el juicio intersubjetivo, pese al relativismo que supone la indeterminación, a través del análisis histórico, el escrutinio de las diversas posiciones, la argumentación a favor o en contra de unas y otras, etc. Por medio de estos rasgos, enraizados en la condición humana, la dimensión actitudinal confiere a la educación en CyT un mayor interés, motivación, facilidad de aprendizaje, relevancia personal y social, utilidad para la vida, comprensión de la ciencia, y, en suma, contribuye significativamente a la alfabetización científica para todas las personas (Donnelly, 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Las actitudes deben dejar de ser contenidos olvidados de la educación científica para convertirse en objetivos centrales de una educación humanística para la alfabetización científica de todos.

Hoy quedan pocas dudas que la variedad de experiencias afectivas que ofrece la educación a los estudiantes influyen y dirigen los procesos de aprendizaje. Las emociones tienen una gran importancia sobre todo lo que ocurre en el seno de una clase de cualquier tipo y edad. La educación funciona mejor y los aprendizajes son más eficaces cuando la cabeza y el corazón funcionan adecuadamente sintonizados; el filósofo americano John Dewey sintetizó esta idea radicalmente:

"La educación no existe cuando las ideas y los conocimientos no se traducen en emociones, interés y voluntad" (citado en Alsop (2005), p. 4).

La buena ciencia escolar es aquella que implica e interesa a los estudiantes, pues sin una actitud positiva, interés y voluntad, probablemente, no hay cognición significativa.

La complejidad de los afectos puede verse como un problema, pero paradójicamente, la complejidad es sencillez, pues ofrece múltiples vías para implicar a los aprendices en la ciencia. El profesor debe estar atento a la perspectiva afectiva, pero también son importantes otros factores, como los contenidos del currículo, la forma o el contexto para presentarlos en el aula, las metodologías didácticas, los proyectos y trabajos de investigación, etc. Además, la buena ciencia escolar implica e interesa afectivamente a los estudiantes no sólo en el plano individual, sino que también implica aspectos afectivos de orden social, donde se sitúan las relaciones e impactos mutuos entre CyT y sociedad, la participación como ciudadanos alfabetizados y activos y la capacidad de CyT para mejorar la calidad de vida del mundo (natural y tecnológico) y la sociedad, a través de la verdad, la justicia y la igualdad.

REFERENCIAS¹

- AAAS American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- AAAS American Association for the Advancement of Science (2001). *Atlas of Scientific Literacy. Project 2061*. American Association for the Advancement of Science. National Science Teachers' Association, Co-publisher.
- Abd-el-Khalick, F., Bell, R.L. y Lederman, N.G. (1998). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), pp. 417-436.
- Acevedo, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, pp. 26-30. Consultado 8/7/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>.
- Acevedo, J.A (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, pp. 269-275.
- Acevedo, J. A. (2006a). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), pp. 3-16. Consultado el 10/10/2006 en <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Acevedo, J. A. (2006b). Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), pp. 370-391. Consultado el 10/10/2006 en <http://www.apac-eureka.org/revista>.
- Acevedo, J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A., Oliva, J.M., Paixão, M.F. y Vázquez, A. (2004). Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas (Natureza da ciência, didática das ciências, prática docente e tomada de decisões tecnocientíficas). En I.P. Martins, Paixao, F. y Marques, R. (Ed.), *Perspectivas Ciencia-Tecnología-Sociedade na Inovação da Educação em Ciencia*, pp. 23-30, Universidade de Aveiro, Aveiro.

¹ Para más agilidad de consulta, incluimos aquí también las referencias de la primera parte de este trabajo, publicado en el número anterior (Vázquez y Manassero, 2007).

- Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2005). Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. En P. Membiela e Y. Padilla (Eds.): *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI*, pp. 7-14. Vigo: Educación Editora. Consultado 15/6/2006 en <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2002). El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Consultado 2/4/2006 en <http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo13.htm>. Traducción castellana del capítulo 1 del libro de Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2). Consultado 15/6/2006 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Acevedo, J. A. Vázquez, A., Martín-Gordillo, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, F., Manassero, M. A. (2005). La naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(2), pp. 121-140. Consultado 2/4/2006 en <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- Aikenhead, G. S. (2003). Review of research on humanistic perspectives in science curricula. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) on the Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, The Netherlands. Consultado 27/7/2007, en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf
- Alsop, S.J. (2005). *Beyond Cartesian Dualism: Encountering Affect in the Teaching And Learning of Science*. Dordrecht : Springer Verlag.
- Alsop, S.J., y Watts, M. (2003). Science education and affect. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1043-1048.
- Ames, R.E. y Ames, C. (1984). *Research on Motivation in Education*. Nueva York: Academic Press.
- Aragonés, J.I. y Amérigo, M. (1998) *Psicología ambiental*. Madrid: Pirámide.
- Atkinson, J.W. (1964). *An Introduction to Motivation*. Princeton, N.J.: Van Nostrand.
- Barraza, L. (1999). Children's drawings about the environment. *Environmental Education Research*, 5, 1, pp. 49-66.
- Bell, R. L. (2005). The Nature of Science in Instruction and Learning. Paper presented at the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science (AETS), Colorado Springs, CO.
- Bell, R. L. y Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), pp. 352-377.
- Bingle, W.H. y Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision-making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), pp. 185-200.

- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.
- Bonilla, A. (2004). El enfoque diferencial en el estudio del sistema sexo/género. En E. Barberá y I. Martínez (coords.), *Psicología y género*, pp. 3-34. Madrid: Pearson-Prentice Hall.
- Breakwell, G. M. y Beardsell, S. (1992). Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities. *Public Understanding of Science*, 1, 183-197.
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practical Action*. Portsmouth: Heinemann.
- Bybee, R. W. y Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st century workforce: A new reform in science and technology education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), pp. 349-352.
- Byrne, B. M. (1996). Academic self-concept: Its structure, measurement, and relation to academic achievement. En B. A. Bracken (Ed.), *Handbook of self-concept*, pp. 287-316. Nueva York: Wiley.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (1993). *Energía Nuclear (IV)*. Nº Estudio: 2074. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (1996a). *Datos de Opinión 6 - Ecología y Medio Ambiente*. Estudio 2.209. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (1996b). *Actitudes ante los Avances Científicos y Tecnológicos*. Nº Estudio: 2213. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (1998). *Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Nº Estudio: 2292. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (2001). *Opiniones y Actitudes de los Españoles hacia la Biotecnología*. Nº Estudio: 2412. Madrid: CIS.
- Cobern, C. C. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80(5), pp. 579-610.
- Coll, R.K. y Taylor, N. (2004). Probing scientists' beliefs: how open-minded are modern scientists? *International Journal of Science Education*, 26(6), pp. 757-778.
- Connell, S., Fien, J., Lee, J., Sykes, H. y Yencken, D. (1999). "If it doesn't directly affect you, you don't think about it": a qualitative study of young people's environmental attitudes in two Australian cities. *Environmental Education Research*, 5, 1, pp. 95-113.
- Consejo de Europa (2003). Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del rendimiento medio europeo en educación y formación. *Diario Oficial C 134* de 7.6.2003. Consultado el 14/02/2005 en <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/cha/c11064.htm>.
- Damasio, A. R. (2001). *El error de Descartes. La emoción, la razón y el cerebro humano*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. R. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y de los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), pp. 582-601.
- de Castro, R. (1998). Educación ambiental. En J.J. Aragonés y M. Américo (Eds.), *Psicología ambiental*, pp. 329-351, Madrid: Pirámide.

- Donnelly, J.F. (2004). Humanizing Science Education. *Science Education*, 88, pp. 762–784.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Duit, R. (Comp.) (2006). *Bibliography – STCSE. Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. Kiel: IPN-Kiel. Consultada 2/10/2006 en <http://ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>.
- Eagly, A.H. y Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- EC European Commission - Research Directorate-General (2001). *EUROBAROMETER 55.2 Europeans, science and technology*. Brussels: EC.
- EC European Commission - Research Directorate-General (2005). Special *EUROBAROMETER 224 Europeans, science and technology*. Brussels: EC.
- Echeverría, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia: la filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madrid: Cátedra.
- Echeverría, J. (coord.) (2005). *Percepción Social de la CyT en España - 2004*. Madrid: FECYT.
- EORG - The European Opinion Research Group (2002). *The attitudes of Europeans towards the environment (EUROBAROMETER 58.0)*. Bruselas: EU.
- Fensham, P. J. (2002). De nouveaux guides pour l'alphabétisation scientifique. *Canadian Journal of Science, Mathematics y Technology Education*, 2, pp. 133-150.
- Fensham, P.J. (2005). Interest in Science: Lessons and non-lessons from TIMSS and PISA. Comunicación presentada en la 5th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Proceedings of the ESERA '05 Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science*. CD. Barcelona, Spain (28 August - 1 September, 2005).
- Fleming, R. W. (1986a). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), pp. 677-687.
- Fleming, R. W. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part II: Nonsocial cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), pp. 689-698.
- Fleming, R.G. (1987). High School Graduates' Beliefs About Science--Technology-Society. II. The Interaction among Science, Technology and Society. *Science Education*, 71(2), pp. 163-186.
- Fourez, G. (1989). Scientific literacy, societal choices, and ideologies. In A. B. Champagne, B. E. Lovitts, y B. J. Calinger (Eds.), *Scientific literacy* (pp. 89–108). Washington, DC: AAAS.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 365-376.
- Gago, J. M. (Coord.) (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe, report presented at the European Community conference Europe Needs More Scientists*, Bruselas, 2 Abril. Consultado 7 noviembre 2005 en http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/publications_en.html..

- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 2, pp. 1-41.
- Garrido, I. (1986). La motivación escolar: determinantes sociológicos y psicológicos del rendimiento. En J. Mayor (Ed.): *Sociología y Psicología de la Educación*, pp. 122-151. Madrid: Anaya.
- García Mira, R. (2000). La psicología ambiental en España. En Ovejero, A. (Ed.), *La Psicología Social en España al filo del año 2000: balance y perspectivas*, pp. 215-239, Madrid: Biblioteca Nueva.
- George, R. (2000). Measuring Change in Students' Attitudes Toward Science Over Time: An Application of Latent Variable Growth Modeling, *Journal of Science Education and Technology*, 9, pp. 213-225.
- Gibson, H. L. y Chase C. (2002). Longitudinal Impact of an Inquiry-Based Science Program on Middle School Students' Attitudes Toward Science. *Science Education*, 86, pp. 693-705.
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia Emocional*. Barcelona: Kairós.
- Gräber, W. y Bolte, C. (eds.) (1997). *Scientific Literacy – An International Symposium* (Kiel: IPN).
- Hampel, B., Holdsworth, R. y Boldero, J. (1996). The impact of parental work experience and education on environmental knowledge, concern and behaviour among adolescents. *Environmental Education Research*, 2, 3, pp. 287-300.
- Havard, N. (1996). Student attitudes to studying A-level sciences. *Public Understanding of Science*. 5, pp. 321-330.
- Hendley, D., Parkinson, J., Stables, A. y Tanner, H. (1995). Gender differences in pupil attitudes to the national curriculum foundation subjects of english, mathematics, science and technology in Key Stage 3 in South Wales. *Educational Studies*. 21, pp. 85-97.
- Hendley, D., Stables, S. y Stables, A. (1996). Pupils' subject preferences at Key Stage 3 in South Wales. *Educational Studies*. 22, pp. 177-187.
- Hicks, D. y Holden, C. (1995). Exploring the future: a missing dimension in environmental education. *Environmental Education Research*, 1, 2, pp. 185-93.
- Hochschild, A. R. (1983). *The managed heart: The commercialization of human feeling*. Berkeley: Univ. of California Press.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82, pp. 407-416.
- Hutchinson, F. (1997). Our children's futures: are there lessons for environmental educators? *Environmental Education Research*, 3, 2, pp. 189-201.
- INECSE Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (2003). *Evaluación de la educación secundaria obligatoria 2000*. Madrid: MECD, INECSE.
- Jenkins, E. W. (1997). Scientific and technology literacy: Meanings and rationales. In E. W. Jenkins (Ed.), *Innovations in science and technology education*, Vol. 6, pp. 11-42. Paris: UNESCO.
- Jensen, E. (1998). *Teaching with the Brain in Mind*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Laudan, L. (1990). *Science and relativism: Some key controversies in the philosophy of science*. Chicago, IL: University of Chicago Press. [(1993) *La ciencia y el*

- relativismo. Controversias básicas en filosofía de la Ciencia*, Madrid: Alianza Editorial].
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, pp. 71–94.
- Lee, O. (1997). Scientific literacy for all: What is it, and how can we achieve it? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), pp. 219–222.
- Lindahl, B.(2003). *Pupils' responses to school science and technology?* (Published dissertation), Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.
- Lyons, T. (2003). *Decisions by science proficient Year 10 students about post-compulsory high school science enrolment: A sociocultural exploration*. Unpublished PhD thesis, University of New England, Armidale, NSW. Australia.
- Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001a). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001b). La evaluación de las actitudes CTS. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. Consultado 8/7/2006 en <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo11.htm> . Versión en castellano del capítulo 2 del libro de Manassero, M. A., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2001): *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Marsh, H. W. y Hattie, J. (1996). Theoretical perspectives on the structure of self-concept. En B. A. Bracken (Ed.), *Handbook of self-concept*, (pp 38-90), Nueva York, Wiley.
- Martín-Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. En línea en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Consultado 4/4/2006 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Martín-Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en CyT. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, pp. 165-210. Consultado 4/4/2006 en <http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.PDF>.
- Martín-Gordillo, M., Osorio, C. y López-Cerezo, J.A. (2001). La educación en valores a través de CTS. En G. Hoyos et al. (Coord.): *La educación en valores en Iberoamérica*, pp. 119-161. Madrid: OEI. Consultado 8/7/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/mgordillo.htm>>.
- Martín Molero, F. (1996). *Educación ambiental*. Madrid: Síntesis.
- Mayer, J.D., y Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? En P. Salovey y D. Sluyter (Eds.), *Emotional development and emotional intelligence: Implications for educators*, pp. 3-31. New York: Basic Books.
- McComas W.F., Clough, M.P. y Almazroa, H. (1998). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. En W.F. McComas (Ed.): *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies*, pp. 3-39. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.F. y Olson, J.K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. En W.F. McComas (Ed.): *The nature of science*

- in science education: Rationales and strategies*, pp. 41-52. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Millar, R. y Osborne, J., Eds. (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: King's College.
- Miller, J. D. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, pp. 203-223.
- Monguillot, I. (2002). La valoración de los alumnos de la educación secundaria. En A. Marchesi y E. Martín (Comp.), *Evaluación de la educación secundaria / Fotografía de una etapa polémica*, pp. 273-286, Madrid, Fundación Santa María SM.
- Morris, J. A., y Feldman, D. C. (1997). Managing emotions in the workplace. *Journal of Managerial Issues*, 9(3), pp. 257-274.
- Norris, C. (1997). *Against relativism: Philosophy of science, deconstruction and critical theory*. Malden, MA: Blackwell.
- Novo, M. (1996). *La educación ambiental: bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Madrid: Universitas.
- NRC National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Ormerod, M.B. y Duckworth, D. (1975). *Pupils attitudes' to science: a review of research*. Windsor: NFER Publishing Co.
- Osborne, J. y Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), pp. 448-467.
- Osborne, J., Simon, S. y Collins S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, pp. 1049-1079.
- Oscarsson, V. (1996). Pupils' views on the future in Sweden. *Environmental Education Research*, 2, 3, pp. 261-77.
- Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99, pp. 174-181.
- Pell, T. y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23, pp. 847- 862.
- Perales, F.J., Gutiérrez, J. y Álvarez, P. (1996). *I Jornadas sobre Actitudes y Educación Ambiental*. Granada: ICE Universidad de Granada.
- Pérez, A., 2005. *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.
- Piburn, M. D. y Baker, D. R. (1993). If I were the teacher . . . qualitative study of attitude towards science. *Science Education*, 77, pp. 393-406.
- Preece, F. W. y Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: the superstitious and pseudoscientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22(11), pp. 1147-1156.
- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), pp. 125-137.

- Rutherford, J. (1997). Project 2061: Promoting science and technology literacy. In E. W. Jenkins (Ed.), *Innovations in science and technology education*. Vol. 6, pp. 271-286. Paris: UNESCO.
- Sadler, T. D. (2003). Informal reasoning regarding socioscientific issues: the influence of morality and content knowledge. Tesis Doctoral. Tampa: University of South Florida.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), pp. 513-536.
- Sadler, T. D., Chambers, W. F. y Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), pp. 387-409.
- Sadler, T. D. y Zeidler, D. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), pp. 4-27.
- San Juan, C., Rodríguez, B. y Vergara, A. (2001). *VII Congreso de Psicología Ambiental. Human Habitats XXI*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Schibeci, R.A. (1984). Attitudes to science: an update. *Studies in Science Education*, 11, pp. 26-59.
- Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education. Acta Didactica*. -(4/2004), Dept. of Teacher Education and School Development, University of Oslo, Norway. Consultado 18 /5/2004 en <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/AD0404.pdf>.
- Shamos, M. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers Univ. Press.
- Siegel, M. A. y Ranney, M. A., 2003. Developing the Changes in Attitude about the Relevance of Science (CARS). Questionnaire and Assessing Two High School Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching* 40, pp. 757-775.
- Simpson, R.D. y Oliver, J.E. (1990). A Summary of Major Influences on Attitude Toward and Achievement in Science Among Adolescent Students. *Science Education*, 74(1), pp. 1-18.
- Sjøberg, S. (2000). Science and Scientists The SAS-study. *Acta Didactica*, 1/2000, pp. 1-73.
- Sjøberg, S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En S. Sjøberg y E. Kallerud (Eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy* (pp. 9-28). Oslo: NIFU. Consultado 8/7/2006 en <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>.
- Sjøberg, S. (2003). ROSE Project. University of Oslo, Norway. Consultado 8/7/2006 en <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/>.
- 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). Consultado 8/7/2006 en <http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/pdf/sjoberg.pdf>.

- Sjøberg, S., Mehta, J. y Mulemwa, J. (1996). *Science and Scientists*. Oslo: Autor.
- Sjøberg, S. y Schreiner, C. (2003). ROSE: The relevance of science education. Ideas and rationale behind a cross-cultural comparative project. 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). Consultado 8/7/2006 en <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>.
- Smith, M.U. y Scharmann, L.C. (1999). Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis of classroom teachers and science education. *Science Education*, 83(4), pp. 493-509.
- Spector, B., Strong, P. y Laporta, T. (1998). Teaching the nature of science as an element of science, technology and society. En W.F. McComas. (Ed): *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, pp. 267-276. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Stinner, A. (1995). Contextual settings, science, stories and large context problems: towards a more humanistic science education. *Science Education*, 79, 555-581.
- Vázquez, A. (1997). Imagen de la ciencia en estudiantes mallorquines de secundaria. *Revista de Ciència*, 21, pp. 121-132.
- 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, pp. 25-35.
- Vázquez, A. (2000). *Análisis de los datos del Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias (TIMSS) desde la perspectiva del sistema educativo español*. Memoria final de investigación. Madrid: MEC-CIDE.
- Vázquez, A., Acevedo, J. A. y Manassero, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición digital. Consultado 4/9/2006 en <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>.
- Vázquez, A., Acevedo, J. A. y Manassero, M. A. (2005). Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Consultado 4/7/2006 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176. Consultado 15/9/2006 en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2003, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 13(3), pp. 337-346.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), pp. 247-271. En línea en: http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_2/Vazquez_Manassero_2007.pdf.
- Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, J. A. (2006). An Analysis of Complex Multiple-Choice Science-Technology-Society Items: Methodological Development and Preliminary Results. *Science Education*, 90(4), pp. 681-706.

- Waks, L.J. (1996). Las relaciones escuela-comunidad y su influencia en la educación en valores en CTS. En A. Alonso, I. Ayestarán y N. Ursúa (Eds.): *Para comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 35-47. Estella: EVD.
- Wang, H.A. y Marsh, D.O. (2002). Science instruction with a humanistic twist: Teachers' perception and practice in using the History of Science in classrooms. *Science y Education*, 11, pp. 169-189.
- Watts, M. y Alsop, S. (2000). The affective dimensions of learning science. *International Journal of Science Education*, 22(2), pp. 1219-1220.
- Watts, M. y Bentley, D. (1994). Humanizing and feminizing school science: Reviving anthropomorphic and animistic thinking in constructivist science education. *International Journal of Science Education*, 16, pp. 83-97.
- Weinburgh, M. (1995). Gender differences in student attitudes towards science: a metaanalysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, pp. 387-398.
- Weiner, B. (1986). *An Attributional Theory of Motivation and Emotion*. New York: Springer_Verlag.
- Weiner, B. (1992). *Human Motivation*. Nueva York: Holt, Rinehart y Wilson.
- Weiss, R. P. (2000). Emotion and Learning. *Training y Development*, 54(11), pp.44-48.
- Yates, G. C. R. y Chandler, M. (2000). Where have all the skeptics gone? Patterns of new age beliefs and anti-scientific attitudes in preservice primary teachers. *Research in Science Education*, 30(4), pp. 377-397.
- Zamora, J. (2005). *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-tecnológicas? El tránsito de la Enseñanza Secundaria a la Universidad*. Madrid: FECYT
- Zeidler, D.L. (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D. y Simmons, M. L. (2003). Morality and Socioscientific Issues in Science Education: Current Research and Practice. Paper presented at the 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): *Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands. Consultado 5/4/2006 en <http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), pp. 357-377.
- Zeidler, D. L. y Schafer, L. E. (1984). Identifying meditating factors of moral reasoning in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), pp. 1-15.
- Zembylas, M. (2004). Emotion metaphors and emotional labor in science teaching. *Science Education*, 88(3), pp. 301-324.

(*) Este trabajo es la continuación de otro publicado en estas mismas páginas de la revista (Vázquez y Manassero, 2007).

IN DEFENCE OF THE ATTITUDES AND EMOTIONS IN SCIENCE EDUCATION (II): EMPIRICAL EVIDENCES COMING FROM THE INVESTIGATION

SUMMARY

The traditional school science and technology curriculum, school textbooks and teaching and learning classroom practices abusively uses the two logical positivist epistemic factors, the empiric reference and the logical reasoning, together with its epitome the mathematical language, which sustain the truth and objectivity as if they were the essential values of science. This abusive domain of the epistemic factors produces a main remarkable consequence on science teaching: the exclusion of all those educational features that oppose them, such as the social, cultural or affective features of science and technology, as they are considered inappropriate, non-scientific and incompatible with the objectivity of science, though they may be educationally valuable. However, the multiple criticisms on logical positivism coming from the philosophical, sociological and historical analyses of science have highlighted the presence of the affective, attitudinal and emotional aspects of science on the construction of scientific knowledge. The whole paper argues for the recovering of the attitudinal and affective aspects as important resources in science teaching and learning. This second part reviews some empiric evidences coming from the science education research on the affective variables (attitudes toward the school science, beliefs on the nature of science, public image of science, attitudes toward the environment, scientific vocations, etc.), which suggest the necessity of actively and explicitly coping with these issues in school science, as well as in science education.

Key words: *school science; emotional education; motivation; scientific and technological literacy; attitudes to science and technology; nature of science.*