

EN DEFENSA DE LAS ACTITUDES Y EMOCIONES EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA (I): EVIDENCIAS Y ARGUMENTOS GENERALES

Ángel Vázquez Alonso¹ y María Antonia Manassero Mas²

¹Facultad de Educación, Universidad de las Islas Baleares

²Departamento de Psicología, Universidad de las Islas Baleares

[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 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 primera parte se revisan los argumentos de carácter didáctico general y los retos actuales que tiene planteados la educación científica a causa de la exclusión de los factores afectivos.

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

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA COMO CONTRIBUCIÓN RELEVANTE A LA EDUCACIÓN GENERAL

Aunque en el pasado la ciencia y la tecnología (en adelante CyT) pueden haber sido considerados campos de conocimiento bien diferenciados, el desarrollo alcanzado por ambas en el mundo actual se caracteriza por una interacción tan profunda y continuada entre ellas que se ha acuñado el vocablo tecnociencia, que diluye parcialmente ambas, para referirse a ese sistema complejo y recursivo formado por investigación, más desarrollo, más nueva investigación. En este sentido, nos referiremos a la ciencia y tecnología por el acrónimo CyT, de modo que cuando se cite una sola de ellas, por abreviar (p.e., alfabetización científica), la cita se entenderá

referida a la tecnociencia que incluye ambas y sus cuestiones derivadas (Acevedo et al., 2004; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Jenkins, 1997; Martín-Gordillo, 2003; Waks, 1996; Zeidler, Sadler y Simmons, 2003; Zeidler y Schafer, 1984).

En este sentido extendido y penetrante, CyT tienen hoy un importante papel en muchos aspectos de la vida en las sociedades actuales, que afectan tanto al ámbito privado de las personas, como consumidores y trabajadores, como al ámbito público, como ciudadanos o miembros de una comunidad. En ambos ámbitos, la importancia de la continua toma de decisiones sobre cuestiones sociocientíficas (Sadler, 2004) requiere una sólida formación de carácter científico y técnico, básica y fundamental, que constituye lo que numerosos autores han convenido en denominar alfabetización científica para todas las personas, una guía hoy para la investigación didáctica y la educación científica (AAAS, 1990, 2001; Acevedo et al., 2005; Bybee, 1997; Cobern, 1996; DeBoer, 2000; Fensham, 2002; Fourez, 1989; Gräber y Bolte, 1997; Hurd, 1998; Lee, 1997; Miller, 1998; Rutherford, 1997; Shamos, 1995).

El objetivo general de la educación es la formación integral de las personas, como ciudadanos individuales y sociales. Para alcanzar este objetivo general, la educación se ha estructurado tradicionalmente en disciplinas académicas, entre las cuales se encuentran la ciencia y la tecnología, y cuya fundamental razón de ser se justifica por su relevante contribución al objetivo general de la educación. Adicionalmente, la presencia de la CyT en el currículo escolar se justifica, además, con múltiples argumentos específicos, de tipo cultural, social, económico, etc. (Sjøberg, 1997) y en función de los diversos objetivos concretos que puede plantearse la educación científica (Acevedo, 2006a; Aikenhead, 2003).

Las disciplinas escolares, entre las que se incluyen CyT, constituyen los marcos de aprendizaje específicos donde los conocimientos disciplinares especializados, propios de cada materia, contribuyen a la educación integral. El creciente dominio de la matriz disciplinar ha subvertido la relación de subordinación de las disciplinas respecto a la educación general, de modo que la centralidad de los aprendizajes básicos y de los objetivos educativos más generales ha sido ensombrecida por los objetivos disciplinares, hasta el punto que estos llegan a difuminar a aquellos. En particular, la educación científica ha sido dominada por el objetivo de formar futuros científicos, basado en currículos para la selección de los más capaces, que puedan superar las sucesivas pruebas y niveles. La orientación propedéutica dirigida a la formación de futuros científicos está centrada en la lógica y la transmisión de los conceptos de la materia, predominantemente cognitivos, abstractos e irrelevantes para la vida práctica, pero que se consideran esenciales para llegar a ser científico. Esta instrucción disciplinar lleva inherente un elitismo que produce una exclusión prematura de una mayoría de los estudiantes del acceso a la cultura científica básica. En los últimos años, diversos indicadores (el analfabetismo científico de la población, el abandono o la exclusión prematura de estudiantes de la cultura científica, la percepción de dificultad de los aprendizajes escolares de CyT, el desinterés y el aburrimiento de los estudiantes, la inutilidad funcional de los aprendizajes de CyT, etc.) evidencian el fracaso de este enfoque (Fensham, 2005; Lindahl, 2003; Lyons, 2003; Osborne y Collins, 2001). En el contexto actual de una larga escolaridad obligatoria para los estudiantes (en muchos países en torno a una decena de años), esta situación no

parece sostenible, pues no prepara a los ciudadanos de la sociedad del conocimiento para afrontar la penetrante influencia social de la CyT y un aprendizaje continuado a lo largo de la vida. A pesar de ello, la educación propedéutica es aún hoy día el enfoque real dominante en la mayoría de los países y las aulas de CyT (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

Como contraste, la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía es la metáfora clave que domina hoy de manera significativa el panorama de la educación y la investigación didáctica de las ciencias. Las consideraciones anteriores no quitan valor a la formación de científicos como objetivo necesario e importante, pero, desde luego, debe hacerse compatible con los objetivos generales de la educación y evitar efectos indeseables, como la exclusión prematura de los estudiantes respecto a la CyT. Durante el amplio período de la educación obligatoria, el objetivo básico de la educación en CyT debe ser alfabetizar a toda la ciudadanía, sin exclusiones. Dependiendo de la edad, de la persona, de los tópicos y de los contextos, este continuo tiene diferentes grados y niveles; en todo caso, debe incluir, además de conocimientos y procedimientos básicos específicos de la CyT cuya selección puede variar según el contexto, otros elementos educativos más generales, tales como comprender el modo en que se genera, replica y valida el conocimiento científico, como se diseña, manufactura y usa un artefacto tecnológico, y la comprensión de la naturaleza de la CyT, es decir, comprender la CyT como empresas históricas, sociales y culturales, que incluyen sus valores y supuestos específicos. A pesar de su complejidad conceptual, la alfabetización se puede considerar un continuo de capacidades básicas, relativas al mundo natural y al mundo diseñado artificialmente por la tecnología, entre las cuales la formación del pensamiento crítico, las habilidades de comunicación complejas y la capacidad de resolver problemas semi-estructurados, se consideran competencias deseables para todos desde la educación en CyT, que garanticen la alfabetización en CyT para el siglo XXI (Bybee y Fuchs, 2006).

Todos estos rasgos sitúan la alfabetización científica y tecnológica en una onda diferente al paradigma tradicional de CyT para educar y formar futuros científicos, pues promueve la inclusión de todos en la educación en CyT, aunque la alfabetización científica también es útil para ese objetivo de formar científicos (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2005; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Bybee, 1997; Furió, Vilches, Guisasola y Romo, 2001; Gräber y Bolte, 1997; Hurd, 1998).

RAZÓN Y EMOCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, la investigación didáctica sobre las concepciones científicas alternativas o previas de los estudiantes ha puesto de manifiesto la dificultad de aquellos para aprender significativamente los hechos, conceptos y teorías propios de la CyT. Sus negativos resultados son un indicador demoledor y evidente del fracaso de los enfoques disciplinares tradicionales en la educación científica, centrados en los conceptos y en la lógica de la disciplina, así como de los diferentes paradigmas de aprendizaje, más o menos mecanicistas o cognitivos, propuestos para su solución (Duit, 2006).

Por otro lado, en el marco de la educación general, nuevas líneas de investigación sobre el aprendizaje escrutan con interés el lado emocional e informan de la gran influencia que tienen sobre la educación una pléyade de constructos, no observables directamente, tales como motivación, autoconcepto, actitudes, intereses, inteligencia emocional, atención, persistencia, etc., relacionados todos ellos con lo que se podría denominar la experiencia afectiva, individual y subjetiva, de las personas en los procesos de aprendizaje (Ames y Ames, 1984; Atkinson, 1964; Bisquerra, 2000; Byrne, 1996; Eagly y Chaiken, 1993; Garrido, 1986; Goleman, 1996; Marsh y Hattie, 1996; Weiner, 1986, 1992)

Desde hace tiempo sin embargo, en educación y en otros campos, los denominados modelos racionales y tecnológicos (entre los que se incluiría la orientación propedéutica), donde juegan un papel esencial el modo racional de pensar (epitomizado por la imposición de la lógica de la disciplina sobre cualquier otro valor), han ido adquiriendo un estatus de objetividad superior a los modelos más afectivos, deliberativos o críticos, que han sido minusvalorados (especialmente en las disciplinas más abstractas, como la CyT o las matemáticas). La racionalidad se asocia con la objetividad y las formas superiores del desarrollo del pensamiento abstracto, mientras las emociones se asocian con un cierta irracionalidad y subjetividad, y por tanto con una validez limitada que les confiere un estatus inferior (Weiss, 2000). La infravaloración general del ámbito afectivo tiene su expresión en conocidas sentencias populares como "la emoción es enemiga de la razón", o la creencia que ubica separadamente la racionalidad (en el cerebro) de la afectividad (en el corazón).

La dualidad ente pensamientos y sentimientos ha sido un arduo problema filosófico y antropológico que ha tenido diversas interpretaciones a lo largo de la historia y se identifica ya desde la antigüedad. En la cultura griega, la tradición médica hipocrática y la filosofía aristotélica de la sustancia consideran el cuerpo humano, esencialmente, como una unidad compuesta de diversos elementos, mientras por otro lado, Platón y los pitagóricos sostenían el dualismo. Las religiones orientales (budismo, shintoísmo) tienen una perspectiva holística y sincrética de la persona, mientras la tradición judeo-cristiana aboga por una cierta dualidad entre el cuerpo y el alma. El punto de inflexión de la diferenciación entre razón y emoción y la atribución del estatus superior de aquella respecto a esta se inicia en la época del nacimiento de la ciencia moderna, y más concretamente se asocia al racionalismo de Descartes, quien propugna una clara separación entre los sentimientos y la razón; la superioridad de la razón se sintetiza en su conocido aforismo (pienso luego existo), que identifica el pensamiento con la esencia del ser. Aunque aún existieron filósofos como Spinoza, con su monismo neutral, contrarios a esta imagen de separación y división del ser humano, que siguieron sosteniendo que los sentimientos y las emociones constituían aspectos centrales de la persona, incluso por encima de la razón, desde Descartes, la filosofía natural (ciencia) se ha ido apropiando de la razón como una marca de identidad propia, cuyo uso lógico, unido a la experiencia, permite alcanzar la verdad objetiva. En esta línea, las emociones se tachan de factores contaminantes de la razón y la verdad objetivas, y en consecuencia, elementos espurios en el camino hacia la verdad y la objetividad.

Sin embargo, la moderna neurofisiología ha venido a falsar la tesis de la separación radical entre razón y emoción, para volver a situarse más cerca de las tesis unitarias, reivindicando a Spinoza y Aristóteles, desde una posición científica. La cartografía actual de las zonas del cerebro, donde residen las distintas facultades y capacidades humanas, permiten atisbar la intrincada madeja bioquímica del cerebro donde aquellas se solapan y se pone de manifiesto la continua y persistente interacción entre razón y emoción. La existencia misma del cerebro, como órgano sede común a ambas, constituye una falsación de la distinción y separación radicales entre sentimientos y pensamientos y, por el contrario sugiere más bien un modelo unitario de interacción, donde ambas no se pueden distinguir claramente. Mente y cuerpo constituyen una entidad indisociable integrada por las complejas interacciones de los circuitos y los reguladores bioquímicos y neurales que producen la actividad mental; a su vez, todos ellos, como un conjunto, se relacionan con el ambiente exterior.

La experiencia cotidiana de los profesores en el aula confirma este modelo unitario cuando observan como los trastornos emocionales interfieren en los procesos mentales: los estudiantes deprimidos, enfadados o ansiosos no aprenden, mientras los felices, relajados y optimistas no tienen dificultades en la escuela. Los estados emocionales positivos favorecen la integración de la información y de las experiencias, mientras los estados emocionales negativos (tensión, frustración, ira, miedo) agobian hormonalmente el cerebro y limitan severamente la capacidad de aprender. El procesamiento de la información y el aprendizaje interaccionan bioquímicamente en el cerebro con las reacciones emocionales, y en consecuencia, para bien o para mal, el impacto de las emociones no se puede separar del aprendizaje y la racionalidad, de modo que pensamientos y sentimientos aparecen cada vez más indistinguibles. El concepto de inteligencia emocional viene a sintetizar y describir la capacidad de procesar, comprender y usar eficazmente las emociones como capacidades adicionales de cada persona (Goleman, 1996).

Antonio Damasio, neurobiólogo y premio «Príncipe de Asturias» de Investigación Científica y Técnica en 2005 por su investigación sobre los sistemas neuronales que sostienen la memoria, el lenguaje y la conciencia, es considerado uno de los padres de las teorías sobre el "cerebro emocional" que han ayudado a distinguir las bases neuronales de las emociones y el papel central de estas en el conocimiento y la toma de decisiones. Sostiene que Descartes se equivocó al creer que las operaciones mentales están separadas de la estructura y del funcionamiento del organismo biológico: el cerebro y el resto del cuerpo constituyen una única realidad. La razón no puede desligarse de su contexto emocional, sino todo lo contrario; los sentimientos tienen una influencia sobre la razón, que puede ser perturbadora, pero también puede ser positiva. La influencia de los sentimientos sobre la racionalidad no significa que ésta sea menos importante que aquellos, pero sí invita a tomar conciencia del papel relevante de los sentimientos, para aprovechar sus efectos positivos y disminuir su potencial lesivo. Utilizando casos prácticos de lesiones cerebrales para ilustrar sus tesis, Damasio (2001, 2005) nos hace reflexionar sobre la importancia adaptativa de las emociones, tanto en el ambiente interior como en el ambiente exterior que rodea a un organismo.

LA EDUCACIÓN EMOCIONAL

La tesis unitaria entre razón y emoción es crucial para muchos problemas concretos, especialmente la violencia y la educación. Aprender no sólo involucra la parte izquierda del cerebro, el lado lógico orientado a los hechos y la objetividad, sino el cerebro entero, desde la amígdala al sistema límbico y la corteza. A través de todos estos órganos se realiza la interacción entre aprendizaje y emociones; las emociones influyen en estructurar, organizar y recuperar la información en el cerebro, evaluando e integrando información y experiencias. Las emociones median todo el aprendizaje a través del control de la tríada nuclear formada por la atención, la construcción de significados y el almacenamiento en la memoria (Jensen, 1998).

En las edades más tempranas, las prácticas pedagógicas y didácticas en el aula han concedido siempre una importancia capital al manejo y desarrollo de las emociones como instrumentos fundamentales del aprendizaje, cuya justificación reside en el conocimiento del desarrollo psico-biológico de los bebés y los niños. A medida que se hacen mayores y se desarrollan, la educación emocional va disminuyendo gradualmente su relevancia en favor de la educación racional y cognitiva, hasta el punto de que las emociones se olvidan en la educación de alumnos adolescentes, donde los aprendizajes casi exclusivamente cognitivos dominan los currículos educativos; paradójicamente, este olvido ocurre en una edad donde los cambios hormonales causan cambios emocionales muy radicales en los jóvenes y que marcan diferencias entre la chicas, más hábiles verbalmente, sensibles a las emociones, el cuidado la responsabilidad y las relaciones sociales, y los chicos, más agresivos y competitivos, receptivos a la justicia, la lógica y las actividades abstractas y espaciales como la manipulación de aparatos (Bonilla, 2004).

La educación científica, cuando establece que las emociones son superfluas en la educación, constituye un caso extremo de negación de las evidencias fisiológicas favorables a la realidad de las emociones integradas en el cerebro emocional. En alguna medida, los propios científicos se sitúan contra la ciencia cuando sostienen estas creencias ingenuas sobre la naturaleza del aprendizaje de la CyT (negación del papel de la afectividad), contrarias a la manera como es la naturaleza, según nos describe la ciencia neurológica. Paradójicamente, subrepticamente influidos por una presunta pureza racionalista y objetiva, los educadores con una formación predominantemente científica acaban situándose contra el más elemental reconocimiento de los hechos neurológicos naturales cuando rechazan la afectividad en la educación científica.

En la actualidad, la sociología y la filosofía de la ciencia actuales no sostienen que la ciencia o los científicos sean realmente tan racionalistas y objetivos como pretende el positivismo lógico. Coll y Taylor (2004) ofrecen una sorprendente perspectiva sobre las creencias de los científicos acerca de las ideas supersticiosas o pseudo-científicas; más allá de una esperable positivista oposición a estas ideas, aunque fuera académica y retórica, los científicos encuestados, sorprendentemente, se muestran receptivos y aceptan algunas de estas creencias, situadas, presuntamente, en el polo más opuesto de la ciencia y contra las cuales, la alfabetización científica debe luchar y contribuir a desterrar (Laugksch, 2000; Preece y Baxter, 2000; Yates y Chadler, 2000). El autor interpreta esta inesperada aceptación, precisamente, por la apertura de mente

atribuida estereotípicamente a los científicos, que les permite adoptar una actitud personal abierta hacia todas las ideas, incluso hacia estas creencias extremas, presuntamente anti-científicas. Los científicos tienen, pues, una posición personal real muy abierta y sensible hacia temas, como las supersticiones, mucho más difíciles de aceptar que el papel de la afectividad o las actitudes, de modo que implícitamente, el resultado relatado constituye un claro alegato empírico en favor de la aceptación de las actitudes y el ámbito afectivo en la CyT, al demostrar que estas creencias están más presentes en la realidad de lo que se cree, incluso entre el profesorado (Yates y Chandler, 2000).

Por otro lado, la identidad personal, la autoestima, la auto-confianza y otros conceptos similares del área afectiva se consideran una parte esencial en el desarrollo integral de las personas. Estas cualidades no sólo se pueden construir en el aula a través de las actividades racionales de aprendizaje, sino que a su vez son factores que influyen y determinan los nuevos aprendizajes y el desarrollo profesional, en una interacción simbiótica y continuada entre razón y emoción, que no sólo no desaparece con el desarrollo, sino que va cambiando sus exigencias y contenidos.

Las razones por las que estudiantes con inteligencia y actitudes similares tienen diferencias manifiestas en su rendimiento escolar o por qué las personas con mejores notas académicas o más cociente intelectual no consiguen el éxito profesional, social o personal esperado ha conducido a hipotetizar la existencia de otras capacidades diferentes al cociente intelectual que explican estas situaciones tan sorprendentes. La inteligencia emocional es un constructo que amplía la conceptualización clásica de la inteligencia con la inclusión de los aspectos afectivos; dos modelos teóricos diferentes conviven para interpretar este constructo, uno que la enfatiza como un conjunto de capacidades y dimensiones de la personalidad, popularizado mundialmente gracias al libro de Goleman (1996), y otro que la enfatiza como un conjunto de capacidades relacionadas con el procesamiento cognitivo de la información, más usado en ambientes científicos (Mayer y Salovey, 1997). Estos últimos autores consideran que la inteligencia emocional se puede considerar formada por cuatro capacidades mentales: identificar, percibir y expresar adecuadamente las emociones, facilitar el pensamiento mediante la integración de las emociones en los procesos mentales, comprender, analizar y aplicar las emociones y gestionar y regular las emociones tanto en uno mismo como en los demás.

De forma análoga a la educación tradicional, que pretende el desarrollo de las capacidades cognitivas (la inteligencia racional clásica) mediante los aprendizajes escolares, la educación emocional debería facilitar el desarrollo emocional de las personas a través de las enseñanzas dirigidas a aprender la sabiduría de los sentimientos. La educación emocional debe ser un proceso continuo y permanente, que busca potenciar el desarrollo afectivo de las personas como complemento indispensable del desarrollo cognitivo, considerándose ambos como aspectos esenciales para el desarrollo integral de la persona (Bisquerra, 2000).

Sin embargo, a pesar de las pruebas existentes sobre el papel central de las emociones en la enseñanza y el aprendizaje, la didáctica de las ciencias y la educación científica, influenciadas por la epistemología positivista, han sido y son refractarias a estas evidencias, y tal vez, ejemplifican el paradigma más acabado de la negación del

papel educativo de las emociones. La filosofía positivista dominante en la CyT, arquetípicamente unida a los factores epistémicos, a saber, la racionalidad en los métodos y la objetividad de la base empírica, puede ser responsable de esta situación, al considerar la educación emocional opuesta a la educación racional y conceptual propia de la ciencia. Como polos opuestos de afectividad y subjetividad, racionalidad y objetividad se transmiten a la educación para futuros científicos, produciendo currículos empapados de la lógica positivista de la ciencia y una instrucción centrada en los hechos, conceptos y principios de la ciencia como verdades objetivas e incontrovertibles y rechazando los contenidos actitudinales y afectivos.

Aún suponiendo que la filosofía positivista fuera la más adecuada para la ciencia, asunto sobre el cual hoy existen abundantes pruebas en contra, provenientes de los estudios históricos, sociológicos y filosóficos sobre la ciencia, todavía quedaría por demostrar que la lógica conceptual y racional de la disciplina aplicada estrictamente al aprendizaje de la CyT sea también la solución más eficaz para aprenderla. Como ya se ha mencionado, la investigación de las concepciones alternativas de los estudiantes demuestra empíricamente lo contrario, que no es eficaz educativamente, y las diversas metodologías del cambio conceptual ensayadas tampoco han conseguido hasta ahora demostrar la eficacia de aprendizaje de la CyT para todos, tal vez porque obsesionadas por innovar la metodología didáctica para descubrir la más eficaz, no afrontan la raíz del problema, a saber, el cambio del paradigma bajo el cual se contempla la naturaleza de la ciencia que se enseña, cambiando desde la estricta concepción positivista hacia una visión más adecuada de CyT, que incluye la falibilidad, la subjetividad y la presencia de los factores contextuales, entre los cuales se cuentan los afectos y actitudes (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

En suma, la concepción positivista no es adecuada epistemológicamente para representar la CyT, porque no reconoce las influencias sociales y psicológicas; por ello, tampoco es un modelo eficaz para aprender CyT en la escuela, por su insistencia y auto-limitación excluyente a los aspectos meramente cognitivos y racionales. Siguiendo las líneas emocionales de la educación general, la educación científica no sólo no debe prescindir de los factores afectivos ligados a la naturaleza humana, aunque diverjan de aquella hipotética naturaleza positivista de la ciencia, sino que debe usarlos activamente como factores humanos de apoyo al aprendizaje. La alfabetización científica requiere saberes disciplinares de CyT, pero también requiere saber sobre la ciencia, es decir, sobre qué son y cómo funcionan la CyT en el mundo actual. La filosofía de la CyT contemporánea, al admitir la intervención de factores humanos, sociales y éticos en la validación del conocimiento científico, va más allá de la exclusividad y rigidez de la lógica, supera el mero experimentalismo y reconoce la presencia de valores y actitudes como elementos propios de la CyT (Vázquez y Manassero, 1995). Esta situación legitima la presencia y utilización de los elementos afectivos en el currículo científico escolar, en convergencia con las propuestas actuales para la educación general de aprovechar todo el arsenal de variables afectivas descubiertas (motivación, actitudes, autoestima, etc.) para facilitar el aprendizaje, aumentando la experiencia de sentimientos positivos (éxito) y disminuyendo los negativos (fracaso) durante el aprendizaje de la CyT (Bisquerra, 2000; Goleman, 1996).

La tarea de los profesores tampoco resulta ajena a la inclusión de las facetas afectivas en la enseñanza. El trabajo emocional es un concepto acuñado en el marco de la psicología del trabajo y las organizaciones que pone de manifiesto la importancia de la afectividad en el ejercicio de determinadas profesiones, especialmente del sector servicios, en el cual se encuadraría la enseñanza. El trabajo emocional se refiere a la planificación, el control y la exhibición de determinadas emociones en el trabajo, para influir y controlar las emociones de los demás según los objetivos y necesidades de la organización de la que forma parte el trabajador (Hochschild, 1983; Morris y Feldman, 1997). En el caso del profesor, el trabajo emocional en la escuela tiene unos objetivos generales ampliamente compartidos, como pueden ser el control de las actitudes y conductas individuales de los estudiantes en el aula para alcanzar un clima positivo de convivencia para el estudio y aprendizaje o la exhibición de las emociones propias del rol de profesor para que la enseñanza sea de calidad, de acuerdo con las prescripciones de cada didáctica específica. Algunos estudios en la formación del profesorado de CyT se hacen eco de estos planteamientos afectivos, basados en los principios del trabajo emocional, como factor de calidad de la profesionalidad docente (Zembylas, 2004).

LOS RETOS ACTUALES DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Hoy día, los resultados globales de la educación científica en muchos países desarrollados están dominados por dos preocupantes indicadores: el manifiesto declive del interés de los jóvenes para seguir carreras científicas y las elevadas tasas sociales de analfabetismo científico. Ambos indicadores no sólo no guardan correspondencia con la creciente importancia cultural y económica de la CyT y la consiguiente necesidad de mano de obra científica y técnica en las sociedades desarrolladas actuales, sino que están en abierta oposición a sus necesidades.

Los rasgos del analfabetismo científico de los estudiantes jóvenes y la población general se basa en tres tipos de datos: la investigación didáctica sobre las concepciones alternativas de los estudiantes, ya citada, y desarrollada en las últimas décadas en múltiples contextos y países (Duit, 2006), las encuestas y sondeos demoscópicos sobre comprensión pública de la ciencia (Miller, 1998), y más recientemente las grandes evaluaciones internacionales sobre los aprendizajes científicos de los estudiantes, como los estudios *Tendencias Internacionales en Matemáticas y Ciencias –TIMSS–* y *Programa Internacional sobre Evaluación de los Estudiantes –PISA–*). Todos reiteran el mismo mensaje: la educación escolar no contribuye a que los estudiantes alcancen aprendizajes significativos y un nivel adecuado de alfabetización científica.

El descenso de los estudiantes que se matriculan en estudios de CyT, especialmente de las mujeres, constituyen otra preocupación para los países desarrollados por su trascendencia económico-productiva en la provisión de la mano de obra necesaria para mantener el sistema tecnocientífico, como base del bienestar y el progreso sociales. Para afrontar este reto, la Unión Europea ha marcado a los países miembros para el año 2010 el objetivo de incrementar el número de titulados en ciencia e ingeniería (especialmente de mujeres) y ha publicado recientemente una monografía

que se hace eco de este objetivo con el expresivo título de "*Europa necesita más científicos*" (Consejo de Europa, 2003; Gago, 2004; Sjøberg, 2004).

Las actitudes personales y sociales se revelan como un factor clave en la persecución de ambos objetivos, no sólo para mejorar el aprendizaje, sino también en el aumento de la elección de estudios y profesiones, de modo que la promoción de actitudes favorables hacia la CyT, los científicos y la CyT escolares se convierten en objetivos educativos prioritarios de la educación científica. En el contexto de una educación básica y obligatoria larga, los factores actitudinales se consideran también cruciales para evitar algunas consecuencias prácticas inmediatas y perniciosas de la educación científica, tales como la falta de equidad de la CyT hacia ciertos grupos de alumnos (mujeres o minorías étnicas), la baja elección de estudios científicos por los estudiantes o la escasez de profesionales para atender las necesidades productivas del sistema tecnocientífico. La innovadora propuesta de alfabetización científica para todas las personas amplía los objetivos de la enseñanza de las ciencias desde los meramente cognitivos hasta la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la formación de las actitudes hacia la CyT, de modo que éstas no solo sean más positivas, sino también estén mejor fundamentadas y contribuyan a dar sentido y significación a los conocimientos de CyT propios de la alfabetización científica (Watts y Alsop, 2000; Alsop y Watts, 2003).

Las razones para atender estos aspectos actitudinales, generalmente olvidados en la enseñanza de la CyT, no se reducen sólo a una cuestión académica basada en la relevancia de estos aspectos para el aprendizaje. Sistemáticamente, se comprueba que los aspectos afectivos de los estudiantes hacia la ciencia escolar juegan un papel central también en otros aspectos, como por ejemplo, la elección de carrera: la mayoría de estudiantes que no eligen carreras de CyT lo hacen por huir de su aburrimiento y su dificultad (con la consiguiente pérdida de estudiantes muy capaces), y la minoría que entran en una carrera de CyT lo justifican por percibir un mejor futuro laboral, aunque sobre la dificultad y falta de atractivo de la CyT tal vez tengan opiniones similares a quienes toman la decisión opuesta (Lindahl, 2003).

En suma, la solución a los retos y dilemas que se plantean a la educación científica pasa por que ésta atienda los aspectos afectivos y actitudinales relacionados con el aprendizaje de la CyT. En particular, además, debido al rechazo extra que sufren los aspectos afectivos como consecuencia de los prejuicios positivistas arraigados en el profesorado de CyT, la consideración de la afectividad resulta un reto especialmente difícil. Para afrontar este reto, el estudio PISA de 2006, que está centrado en la ciencia, concede una gran importancia a la evaluación de estos aspectos actitudinales y afectivos de la CyT y será un termómetro excepcional del interés por la ciencia en los escolares de 15 años de todo el mundo.

EL ÁMBITO AFECTIVO Y EMOCIONAL EN CYT: LAS ACTITUDES RELACIONADAS CON LA CYT

La importancia del ámbito emocional para la educación tiene una base psico-biológica ya expuesta, basada en el papel director de los sentimientos y las emociones sobre las cogniciones (aprendizajes) y las conductas (toma de decisiones, resolución de

conflictos), de modo que si aquéllos gobiernan a éstas, no sólo no deben ser olvidados en la escuela, sino que deben ser desarrollados y atendidos adecuadamente.

El ámbito afectivo es complejo, pues está integrado por diversas variables y constructos, que son muy próximos y relacionados entre sí, tales como normas, valores, opiniones, creencias, hábitos, actitudes, etc. En este estudio se usará el término actitud para representar (global y simplificada) este ámbito afectivo por diversas y justificadas razones, siendo tal vez la principal que se trata del constructo más consolidado del conjunto, en el marco de la psicología social (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001a). La actitud se define como una predisposición personal hacia un objeto, que implica una dimensión cognitiva (conocimientos del objeto), una evaluación afectiva y las conductas explícitas relacionadas con el objeto. La evaluación afectiva del objeto (favorable o desfavorable) suele ser el componente más relevante de la actitud porque es determinado por las diversas cogniciones (creencias) sobre el objeto, a modo de síntesis de ellas, y suele influir sobre las potenciales conductas hacia el mismo, bien de aproximación/agrado o bien de rechazo/desagrado.

El ámbito emotivo-actitudinal en la educación tiene dos caras bien diferenciadas: una general, común a toda la educación, que engloba un conjunto de constructos psicoeducativos que influyen sobre el aprendizaje, tales como motivación, autoconcepto, autocontrol, autoeficacia, intereses, actitudes, habilidades sociales, etc., diferenciados, pero a la vez relacionados entre sí y cuya adecuada gestión para mejorar el aprendizaje conforma el amplio objetivo de la educación emocional (Bisquerra, 2000). También tiene otra cara específica, que implica elementos actitudinales y emocionales, relacionados con los contenidos especializados, disciplinares, propios de las diferentes materias. Las primeras actitudes son tratadas por la psicopedagogía, mientras las segundas son propuestas por las didácticas específicas.

En el caso de las actitudes específicas relacionadas con la CyT, estas constituyen un conjunto de elementos de contenido amplio y rico (Vázquez y Manassero, 1995), que van desde la formación ética y moral científica hasta la formación de hábitos, valores y actitudes específicos, como por ejemplo, hábitos de trabajo y valores científicos, actitudes hacia aspectos concretos de la CyT (relativismo, positivismo, instrumentalismo, realismo, etc.). El conjunto de tópicos que representan el funcionamiento de la CyT en el mundo actual y que requieren tomar una posición, entre varias posibles, a favor o en contra de algún aspecto concreto de la CyT (por ejemplo, en las controversias sociales sobre desertización, contaminación, ingeniería genética, alimentos transgénicos, energía nuclear, calentamiento global, etc.), constituyen un ejemplo de diversos objetos de las actitudes relacionadas con la CyT.

La investigación didáctica sobre las actitudes específicas relacionadas con la CyT es muy prolífica, pero ha estado mistificada y aquejada de defectos metodológicos como la imprecisa definición del objeto de la actitud y las deficiencias en la validez de los instrumentos aplicados para su evaluación. Estos defectos ponen en entredicho muchos de los resultados alcanzados por esta investigación, que unidos al mencionado rechazo positivista de todo lo afectivo, han propiciado entre los profesores de CyT el desarrollo de un ambiente de objeción hacia lo afectivo (Vázquez y Manassero, 1995).

El sistema tecnocientífico es muy complejo, contiene numerosos y muy diferentes objetos, y la imprecisión en la definición del objeto de actitud es uno de los principales defectos metodológicos de la investigación sobre las actitudes. Con el fin de evitarlo se hace necesaria una racionalización, para lo cual se han propuesto taxonomías de los objetos actitudinales relacionados con la CyT que permiten clarificar y precisar el campo. Una primera taxonomía actitudinal distinguió hace tiempo entre las actitudes científicas (los valores personales que los científicos ponen en juego en su trabajo) y las actitudes hacia la CyT, es decir, las disposiciones de una persona hacia los diversos objetos y elementos relacionados con la CyT. La sociología de la ciencia estudia las actitudes de los científicos, entre las cuales se encuentran escepticismo, desinterés, creatividad, racionalidad, hacer hipótesis, experimentar, divulgar, buscar recompensas, competencia, etc. La epistemología intenta demarcar con precisión estos valores y características propios de la CyT como vía para llegar al conocimiento (Echeverría, 1999; Laudan, 1990; Norris, 1997; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001).

El subsistema tecnocientífico forma parte del complejo sistema socioeconómico nacional y global, y como tal, las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad tienen una importancia capital. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) ha contribuido a subrayar como estas interacciones contribuyen a la carga de valores y actitudes subyacente en toda la actividad tecnocientífica. El enfoque educativo CTS engloba de una manera natural los valores asociados con la tecnociencia actual y las actitudes hacia la ciencia escolar, los sentimientos respecto al aprendizaje de las ciencias y proporciona el marco natural que ofrece una fundamentación teórica para incluir los aspectos actitudinales y los valores relacionados con la CyT. Al mismo tiempo, aporta numerosos y diferentes objetos relevantes de actitud hacia la ciencia y pretende educar para la participación ciudadana sobre asuntos tecnocientíficos de interés social (Acevedo, 1996, 1997; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002; Aikenhead, 2003; Martín-Gordillo y Osorio, 2003; Martín-Gordillo, Osorio y López-Cerezo, 2001; Vázquez, 1999; Waks, 1996).

Desde esta perspectiva CTS más amplia, la investigación sobre las actitudes relacionadas con la CyT ha refundido la distinción entre actitudes científicas y actitudes hacia la ciencia, proponiendo una taxonomía con dos núcleos básicos (Vázquez y Manassero, 1995):

- Actitudes relacionadas con la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico (epistemología), que incluye las características, valores y procesos de la CyT como sistema de producción de conocimientos, y
- Actitudes relacionadas con los aspectos sociales de la CyT, que englobarían la sociología interna de la comunidad científica (donde se ubicarían las denominadas actitudes científicas), la sociología externa de CyT (que comprende las interacciones mutuas y bidireccionales entre la sociedad, en general, y el sistema tecnocientífico), y también la imagen pública, las expectativas laborales y los aspectos educativos de la CyT.

Las dos dimensiones anteriores contribuyen a organizar el amplio y complejo panorama de las actitudes relacionadas con CyT, un constructo que va más allá de los

simples conocimientos tradicionales y añaden una evaluación afectiva. Típicamente, los contenidos de conocimiento (hechos, conceptos y principios de la CyT) son normativos y prescriptivos, y así deben ser enseñados por los profesores y aprendidos por los alumnos, tarea no siempre fácil, dada la dificultad conceptual de algunos de ellos. Por el contrario, los contenidos actitudinales son más complejos, interdisciplinarios, cambiantes y dialécticos, cargados de valores que requieren la presentación a los estudiantes de las diferentes posiciones sobre cada uno de ellos, de modo que cada persona pueda elegir o decidir sus adhesiones y rechazos. La presentación de las ideas en competencia sobre un tema abierto, en discusión, es típica de las humanidades, y por eso, la educación afectiva y actitudinal sobre CyT supone añadir un sentido humanístico a la educación en CyT, que resulta un choque inaceptable para los profesores más positivistas, como ya se ha mencionado antes (Aikenhead, 2003; Donnelly, 2004; Stinner, 1995; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

LA TOMA DE DECISIONES SOBRE TEMAS SOCIO-CIENTÍFICOS Y LAS ACTITUDES

La adecuada formación de los estudiantes en el área de CyT para afrontar los desafíos planetarios y locales a través de la participación ciudadana constituye un argumento adicional (el denominado argumento democrático) para justificar la presencia de la CyT como disciplina en el currículo y la relevancia de su contribución a la educación general de todas las personas (Martín y Osorio, 2003). La capacidad para tomar decisiones sensatas (personales y colectivas) sobre asuntos tecnocientíficos es un objetivo esencial de la alfabetización científica. Esta capacidad tiene dos componentes importantes, uno ético-afectivo, que requiere confrontación y negociación de valores y actitudes, y otro científico, que requiere algunos conocimientos científicos básicos para la comprensión de los problemas y la elección de soluciones. Por ello, pues, en la práctica científica, los dilemas y las controversias tecnocientíficas casi nunca se deciden solamente por los datos disponibles, sino por el ensamblaje de conocimientos y afectos (Driver, Leach, Millar y Scott, 1996; Bingle y Gaskell, 1994; Sadler, 2004; Sjøberg, 1997; Zeidler, 2003). La investigación didáctica reciente sobre la educación para la participación democrática en la toma de decisiones sobre cuestiones tecnocientíficas de interés social (abreviadamente, temas socio-científicos, y en adelante TSS) aporta nuevas pruebas empíricas en favor de la consideración de los aspectos emocionales y actitudinales en la educación científica (Acevedo, 2006b).

Algunas investigaciones tempranas ya ofrecieron datos empíricos que mostraban la gran importancia de los aspectos morales y emotivos y la escasa influencia de la información científica en la resolución de los TSS (Fleming, 1986a, 1986b; Pedretti, 1999; Sadler y Zeidler, 2004; Zeidler y Schafer, 1984). Más recientemente, Zeidler (2003) ha mostrado que muchos estudiantes, para tomar sus decisiones sobre los TSS planteados, aunque aceptan la información científica suministrada, tienden a seleccionar aquella información que está más de acuerdo con sus creencias personales sobre el tema propuesto y a considerar irrelevante el conocimiento científico que no apoye sus creencias previas, no usándolo después en sus razonamientos para tomar decisiones, rechazando incluso los puntos de vista éticos de sus compañeros que

entran en conflicto con los propios. El dominio de los factores actitudinales para tomar decisiones en TSS en una muestra de profesores de universidad muestra que el procedimiento seguido fue bastante similar al anterior. El análisis de las estrategias, razonamientos y factores más influyentes, aunque mostró algunas diferencias en los razonamientos que emplearon, sus consecuencias fueron escasas, porque las decisiones que tomaron todos fueron muy similares e independientes de la diversidad de sus creencias sobre la naturaleza de la ciencia; los factores más influyentes sobre las decisiones fueron los valores morales y personales, y los aspectos culturales, sociales y políticos relacionados con las cuestiones planteadas (Bell, 2005; Bell y Lederman, 2003).

Sadler (2003) verifica también estos hallazgos en el estudio acerca del papel de las emociones en las decisiones sobre cuestiones relacionadas con la ingeniería genética con unos estudiantes universitarios; intuiciones, emociones, sentimientos y consideraciones morales tienen gran influencia en las decisiones que se toman sobre estos asuntos, aunque también afloran otros factores importantes, como la falta de información sobre el tema planteado, las experiencias personales, las creencias religiosas, la familia y la cultura popular (Sadler y Zeidler, 2004). Otro estudio de Sadler, Chambers y Zeidler (2004) sobre el mismo tema, confirma que muchos estudiantes tienen más confianza en la información relevante según sus creencias personales que en la persuasión racional generada por el valor científico de pruebas y datos suministrados. Como culminación de su línea de investigación, Zeidler, Sadler, Simmons y Howes (2005) sostienen que el enfoque de la educación científica basado en la investigación de los TSS constituye una mejora y perfección del movimiento CTS, pues aquel considera más explícitamente el desarrollo epistemológico y psicológico del estudiante, y en particular, su crecimiento moral y emocional.

"Prestando atención al desarrollo moral, ético, emocional, psicológico y epistemológico del estudiante, el enfoque de temas socio-científicos ofrece un nexo que une las diversas fuerzas que contribuyen al desarrollo del conocimiento científico." (p. 371).

Así pues, la reciente investigación sobre la toma de decisiones en TSS también concluye que la inclusión en la educación científica de los aspectos relacionados con las actitudes, las creencias y las emociones individuales no sólo es necesaria, sino que además se considera un timbre de calidad y de innovación de la misma, porque forma parte del juego de controversias y negociaciones para llegar a las decisiones.

EPÍLOGO DE LA PRIMERA PARTE

En esta primera parte del estudio, se ha argumentado la necesidad de recuperar los aspectos actitudinales y afectivos como factores importantes para la enseñanza, el aprendizaje y la didáctica de la ciencia, junto con la reconsideración del nuevo papel más realista para los factores epistémicos en este nuevo marco. En defensa de esta tesis se han analizado evidencias y argumentos provenientes de la naturaleza de la afectividad humana y su uso habitual en la educación general, aprovechando las ventajas pedagógicas que ofrecen. Finalmente, se han expuesto los retos actuales que tiene planteados la educación científica, originados por la exclusión de los factores

afectivos de la educación científica en el ámbito actitudinal y en la toma de decisiones sobre temas socio-científicos.

Para redondear la argumentación, en la segunda parte se revisarán las pruebas empíricas provenientes de la investigación didáctica 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.), que sugieren los aspectos concretos de estas cuestiones que deben ser consideradas activa y explícitamente en la educación científica para construir una imagen más adecuada y realista de la naturaleza de la ciencia y, por ende, alcanzar con mayor eficacia una alfabetización científica relevante para la ciudadanía en el siglo XXI.

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 Ciência*, pp. 23-30, Universidade de Aveiro, Aveiro.

¹ Para más agilidad de consulta, incluimos aquí también las referencias de la segunda parte de este trabajo, ahora todavía en prensa.

- 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)*. N° 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*. N° Estudio: 2213. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (1998). *Tecnologías de la Información y la Comunicación*. N° Estudio: 2292. Madrid: CIS.
- CIS - Centro de Investigaciones Sociológicas (2001). *Opiniones y Actitudes de los Españoles hacia la Biotecnología*. N° 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.
- 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., 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.

**IN DEFENCE OF THE ATTITUDES AND EMOTIONS IN SCIENCE EDUCATION (I):
GENERAL EVIDENCES AND ARGUMENTS**

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, among others, on the construction of scientific knowledge. This paper argues for the recovering of the attitudinal and affective aspects as vital resources in science teaching and learning. This first part of the paper reviews the evidences and arguments coming from the general education and the current challenges that tackle science education, because of the neglect of affective factors.

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