

CTS

**Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade
na Inovação da Educação em Ciência**

Universidade de Aveiro

Departamento de Didáctica
e Tecnologia Educativa

Centro de Investigação
Didáctica e Tecnologia na Formação
de Formadores

Asociación Española de Profesores
e Investigadores en Didáctica
de las Ciencias Experimentales

2004

Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas

Natureza da ciência, didáctica das ciências, prática docente e tomada de decisões tecnocientíficas

**José Antonio Acevedo¹, Pilar Acevedo², María Antonia Manassero³,
José María Oliva⁴, María Fátima Paixão⁵, Ángel Vázquez⁶**

¹Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, España, ²Universidad de Sevilla, España,
³Universidad de las Islas Baleares, España, ⁴Centro de Profesorado de Cádiz, España,
⁵ESE, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal, ⁶Universidad de las Islas Baleares, España
ja_acevedo@vodafone.es

Resumo

Em certas situações a didáctica das ciências transmite como mitos algumas crenças que não estão suficientemente sustentadas pela investigação que ela própria produz. Este estudo mostra dois desses mitos relacionados com os motivos que se costumam apontar para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências: (i) a suposta relação entre a prática docente e as crenças sobre a natureza da ciência, e (ii) a crença de que a sua compreensão é um factor chave na hora de tomar melhores decisões cívicas em questões tecnocientíficas de interesse social. A análise que se apresenta realizou-se através da revisão de diversos resultados de investigações procedentes da própria didáctica das ciências. A conclusão aponta para considerar que outros factores influenciam mais, tornando muito menos lineares essas hipotéticas relações do que alguns especialistas pensam e mais complexa a problemática abordada.

Naturaleza de la ciencia y didáctica de las ciencias

Cada vez es mayor el consenso en didáctica de las ciencias a la hora de considerar que uno de los objetivos más importantes de la educación científica es que los estudiantes de educación secundaria y bachillerato lleguen a adquirir una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia –NdC en adelante–. Aunque este objetivo tiene bastante antigüedad y se renueva periódicamente en la bibliografía especializada, las razones que se suelen dar para implantarlo tienden a cambiar a lo largo del tiempo. Así, en los últimos lustros ha aparecido como uno de los componentes esenciales de la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas y de la educación CTS (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002; Spector, Strong y Laporta, 1998). De otro modo, en la actualidad se estima que uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias es el aprendizaje de la NdC, tanto para desarrollar una mejor comprensión de la ciencia y sus métodos como para contribuir a tomar más conciencia de las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

El conocimiento de la NdC es en gran parte un metaconocimiento que surge de la reflexión sobre la propia ciencia, por lo cual parece un objetivo poco razonable pues, por su enorme complejidad, podría estar fuera del alcance de gran parte del alumnado. Por otro lado, una dificultad importante para establecer qué contenidos deben enseñarse de NdC es, sin duda, que los propios filósofos y sociólogos de la ciencia tienen grandes desacuerdos sobre los principios básicos de ésta (Alters, 1997; Vázquez *et al.*, 2001), debido al carácter dialéctico y controvertido de los asuntos puestos en juego y quizás también por la mayor tendencia a la polémica de esos profesionales. Además, algunas de esas visiones tampoco coinciden con las que se sostienen desde la propia ciencia; recuérdese si no la denominada “*guerra de las ciencias*” como virulenta reacción de los científicos a ciertos excesos de los relativistas y social-constructivistas postmodernos más radicales.

No obstante, es posible lograr cierto consenso en didáctica de las ciencias (Eflin, Glennan y Reisch, 1999; Felske, Chiappetta y Kemper, 2001; McComas y Olson, 1998; Osborne *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 2004), sobre todo si se tiene en cuenta que la mayoría de las discrepancias se refieren a cuestiones demasiado abstractas como para tener gran repercusión en la vida diaria de los estudiantes y, en consecuencia, se proponen unos objetivos más modestos, más adaptados al nivel evolutivo del alumnado y más ajustados a los requerimientos de una enseñanza de las ciencias destinada a la alfabetización científica y tecnológica para la participación ciudadana.

De acuerdo con esta hipótesis, recientemente los métodos para enseñar NdC se están mostrando parcialmente eficaces cuando abordan algunos de sus aspectos básicos de manera explícita y reflexiva; esto es, si se hace con una buena planificación, desarrollando los contenidos en actividades variadas y evaluando los procesos llevados a cabo y los resultados conseguidos (Akerson, Abd-El-Khalick y Lederman, 2000). Se ha informado al respecto de resultados moderadamente positivos cuando se usan actividades basadas en la investigación científica, en la filosofía y la historia de la ciencia, contextualizadas con un enfoque CTS del tipo IOS –*Issue-Oriented-Science*– y capaces de conectar con el mundo real y cotidiano de los estudiantes. Así mismo, se han llevado a la práctica proyectos expresamente diseñados para mejorar la comprensión de la NdC que ponen su acento en los procesos sociales de la construcción del conocimiento científico y en la resolución de las controversias científicas (Kolstø, 2001; Kolstø y Mestad, 2003). Estas líneas de trabajo también han puesto en cuestión la creencia según la cual una enseñanza implícita de la NdC, basada sobre todo en la práctica de los procedimientos de la ciencia y otros contenidos indirectos, permite alcanzar una buena comprensión de la NdC.

Los párrafos anteriores dejan bien claro la atención preferente que viene prestando la didáctica de las ciencias a la NdC y su papel en la reforma de la enseñanza de las ciencias. Para ello, se han aportado diversas razones para motivar la importancia concedida, tales como utilitarias, democráticas, culturales, axiológicas y relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos científicos (Driver *et al.*, 1996); argumentos que no siempre están apoyados por los resultados de las investigaciones realizadas. Por ejemplo, se ha sostenido y se sigue manteniendo acríticamente que las creencias del profesorado sobre la NdC se relacionan directamente con su práctica docente. Así mismo, se ha asegurado y se continúa afirmando hoy que una buena comprensión de la NdC es un factor decisivo para tomar mejores decisiones sobre cuestiones tecnocientíficas de interés social. A continuación se tratarán con brevedad estos dos supuestos de la didáctica de las ciencias para mostrar que ésta crea a veces sus propios mitos y los propaga, como sucede cuando decide dar valor a la NdC en la enseñanza de las ciencias.

Naturaleza de la ciencia y práctica docente

Desde la última década de la pasada centuria, el estudio de las creencias del profesorado sobre NdC se ha convertido en un tema prioritario de investigación en didáctica de las ciencias, persistiendo su interés en el presente. Estas investigaciones se han basado desde el principio en dos hipótesis implícitas (Lederman, 1992): (i) la comprensión de la NdC del profesorado guarda cierta relación con la de sus estudiantes y la imagen que éstos adquieren de la ciencia, y (ii) las creencias del profesorado sobre NdC influyen significativamente en su forma de enseñar ciencias y en las decisiones que toman en el aula.

Sin embargo, por muy atractivas que puedan parecer ambas hipótesis lo cierto es que aún no están suficientemente avaladas por las investigaciones realizadas (Lederman, 1992, 1999; McComas, Clough y Almazroa, 1998), algunas de las cuales incluso proporcionan datos en contra

(Mellado, 1996, 1997). Aunque recientemente Tsai (2002) ha aportado resultados que muestran una importante relación entre las creencias del profesorado respecto a la enseñanza, el aprendizaje y la NdC, esto no significa necesariamente que también exista coherencia con la práctica docente –como advierte el propio autor del artículo–, pues ese aspecto no fue objeto de la investigación llevada a cabo.

Por otro lado, distintos investigadores han señalado diversos factores que influyen a la hora de que el profesorado traslade al aula contenidos de NdC (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Bartholomew, Osborne y Ratcliffe, 2002; Mellado, 1997; Schwartz y Lederman, 2002). La mayoría de esos elementos no tienen que ver con los propios contenidos de NdC, sino con resistencias generales a las innovaciones educativas y, más aún, con el *conocimiento didáctico del contenido* –“*pedagogical content knowledge*”– (Gess-Newsome y Lederman, 1999), una noción introducida por Shulman (1987) para expresar el conocimiento profesional específico que desarrollan los profesores sobre la forma de enseñar su asignatura, el cual viene a ser la intersección entre los conocimientos didácticos, los propios del tema y los correspondientes al objeto de enseñanza –la NdC en este caso–, y que también se relaciona con la imprescindible transposición didáctica de los contenidos que deben trasladar al aula. Estos aspectos añaden mucha mayor complejidad a lo que se sostiene linealmente en las dos hipótesis indicadas.

A pesar de ello, ambas hipótesis han sido asumidas de manera acrítica en muchos diseños curriculares de las reformas emprendidas en la década de los noventa. Por ejemplo, en la introducción al *currículum* del área de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria de la Comunidad Autónoma de Andalucía se afirmaba que: “[...] *Existe una estrecha relación entre la concepción que sobre la naturaleza de la ciencia se posee y los tipos de aprendizajes que se promueven en los alumnos.*” [Decreto 106/1992, anexo II, p. 4126. (CECJA, 1992)]. Este párrafo se ha vuelto a reproducir literalmente diez años después en la introducción al currículo reformado de Ciencias de la Naturaleza de la Educación Secundaria Obligatoria establecido en la misma Comunidad Autónoma (CECJA, 2002). Así pues, parece que la normativa legal ignora a veces las aportaciones de la investigación internacional sobre este tema, o bien que quizás está sesgada hacia las creencias no probadas que sostienen algunos expertos en didáctica de las ciencias.

Naturaleza de la ciencia y toma de decisiones por la ciudadanía

Como se ha apuntado al principio, la enseñanza de la NdC aparece cada vez más ligada a la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas. Para ello, numerosos expertos en didáctica de las ciencias suelen apelar a un argumento democrático, como es que una mejor comprensión de la NdC permitirá tomar decisiones más razonadas sobre cuestiones tecnocientíficas de interés social, lo que podrá contribuir a hacer más posible la participación ciudadana (Driver *et al.*, 1996). Abd-El-Khalick (2001) ha sugerido al respecto que las decisiones de los estudiantes sobre asuntos sociocientíficos son análogas a las de los científicos cuando justifican el conocimiento que generan; según este autor, en ambos casos se requiere un discurso racional y, al mismo tiempo, sentido común y capacidad para valorar los argumentos. Pero, ¿es en realidad el conocimiento de la NdC un factor determinante a la hora de tomar este tipo de decisiones?

En un trabajo donde se investigó la relación entre las concepciones sobre NdC de estudiantes de secundaria y universidad y sus actitudes ante algunas pruebas científicas que desafiaban sus creencias respecto a diversas cuestiones sociocientíficas, Zeidler *et al.* (2002) han mostrado que

muchos de ellos consideran irrelevante para tomar sus decisiones cualquier conocimiento científico que no apoye sus creencias previas. De otro modo, al margen del mérito científico de los datos facilitados, los estudiantes tendían a seleccionar la información que estaba más de acuerdo con sus creencias personales sobre el tema propuesto. Aunque la mayoría aceptaron los datos científicos proporcionados, prefirieron no usarlos después en sus razonamientos para tomar decisiones sobre los asuntos sociocientíficos planteados. Así mismo, se pudo comprobar que, en sus respuestas a estas cuestiones, algunos estudiantes también rechazaron los puntos de vista éticos de sus compañeros que entraban en conflicto con los propios. Otro estudio muy reciente de Sadler, Chambers y Zeidler (2004) ha confirmado que, para tomar sus decisiones sociocientíficas, muchos estudiantes tienen más confianza en la información que es relevante para sus creencias personales que en la calidad científica de las pruebas y los datos suministrados; esto es, no hay una relación directa entre la capacidad de persuasión de los datos que se ofrecen y su valor científico.

Por otro lado, Bell y Lederman (2003) han investigado el papel de las creencias sobre NdC de una muestra de profesores de universidad, así como las estrategias, razonamientos y factores que más influyen para decidir en asuntos tecnocientíficos problemáticos. El resultado fue que diferentes puntos de vista de NdC no son un factor crucial para tomar una decisión sobre los dilemas tecnocientíficos propuestos, pues su papel fue nulo para la mayoría del profesorado que intervino en el estudio e insignificante para los demás. El procedimiento seguido por los participantes para tomar sus decisiones fue bastante similar en la mayoría de los casos, independientemente de que sus creencias sobre NdC fueran o no adecuadas. Aunque hubo pequeñas diferencias en los razonamientos que emplearon, sus consecuencias fueron escasas porque las decisiones que tomaron no difirieron demasiado. Para llegar a conclusiones tan parecidas, probablemente los profesores se basaron en otros factores distintos a sus creencias sobre NdC. De modo consistente con investigaciones anteriores sobre decisiones en cuestiones sociocientíficas (Fleming, 1986a,b; Pedretti, 1999; Zeidler y Schafer, 1984), los factores más influyentes fueron los valores morales y personales, así como los aspectos culturales, sociales y políticos relacionados con las cuestiones planteadas.

El resultado de la investigación anterior, que se deriva de una tesis doctoral (Bell, 1999), no debería sorprender demasiado, porque es de sobra conocido que en la práctica científica los dilemas tecnocientíficos y las controversias casi nunca se deciden solamente por los datos disponibles. En efecto, hace mucho tiempo que un trabajo pionero de Zeidler y Schafer (1984) proporcionó datos empíricos que mostraban la importancia de los aspectos morales y emotivos en la resolución de asuntos tecnocientíficos de interés social y, hace poco, Sadler (2003) ha extendido estas sugerencias en una tesis de doctorado, donde ha estudiado el papel de las emociones en las decisiones sobre cuestiones relacionadas con la ingeniería genética. En esta investigación con estudiantes universitarios se pone de manifiesto que 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, experiencias personales, creencias religiosas, familia y cultura popular (Sadler y Zeidler, 2004).

La capacidad para tomar decisiones puede ser educada y, de hecho, es un objetivo explícito de muchos currículos de ciencias. Sin embargo, para abordarla más adecuadamente parece necesario prestar mucha más atención de lo que habitualmente se hace en la educación científica a los aspectos culturales, sociales, morales y emotivos (Zeidler, Sadler y Simmons, 2003) y a los actitudinales y axiológicos, tal y como viene pregonando desde hace tiempo el movimiento CTS

para la enseñanza de las ciencias, que pretende educar para la participación ciudadana en los asuntos tecnocientíficos de interés social (Acevedo, 1996, Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002; Martín-Gordillo y Osorio, 2003; Martín-Gordillo, Osorio y López-Cerezo, 2001; Waks, 1996).

Por último, conviene apuntar que los procesos de toma de decisiones en situaciones de controversia han sido muy estudiados por la psicología en las últimas décadas, tanto en el caso de los individuos como en el de los grupos (León, 1994). Estas investigaciones se han desarrollado como un campo de estudios independiente, pero sus resultados podrían proporcionar valiosas pistas para educar la toma de decisiones en la enseñanza de las ciencias. En síntesis, puede decirse que estos trabajos muestran que las decisiones siempre presentan una desviación sistemática respecto a la solución que se considera más racional. Por ejemplo, se ha demostrado que los individuos toman sus decisiones con gran cantidad de sesgos atribuidos al uso de heurísticos que simplifican los procesos involucrados. Por ello, se habla de una racionalidad limitada que viene determinada, entre otros factores más, por la percepción selectiva de los datos y la dependencia del contexto de la decisión.

Los grupos y las comunidades suelen cometer menos errores que los individuos en sus decisiones por su mayor capacidad para comprobar y corregir posibles sesgos y otros fallos, poniendo en marcha para ello sus propios mecanismos de evaluación y control. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, pueden cometer más errores –a veces también más graves– que los propios individuos. Cuando los modelos compartidos por los miembros del grupo alcanzan tal grado de homogeneidad que se reduce drásticamente la crítica interna, se pierde creatividad y originalidad en las contribuciones individuales y se produce el fenómeno de la tendencia a la conformidad sobre el promedio del grupo. Además, si el grupo antepone su propia identidad y su deseo de unanimidad por encima de otros puntos de vista más plurales, se llega al denominado *pensamiento grupal*, donde el grupo está tan cohesionado y el sentido de pertenencia al mismo es tan fuerte que acaba produciendo una visión demasiado homogénea de los problemas, de la forma de abordarlos y de resolverlos, caracterizada por la ilusión del consenso y un excesivo optimismo.

Epílogo

Los resultados de los estudios e investigaciones expuestos en este trabajo deberían hacernos reflexionar más críticamente acerca de las razones por las cuales hay que incluir la NdC en la enseñanza de las ciencias y, en el supuesto de que se considere necesario, si debe ser sólo la naturaleza de la ciencia académica que ha predominado hasta mediados del siglo XX –como parece ocurrir en la mayor parte de las propuestas que se hacen habitualmente en la didáctica de las ciencias internacional– o si debe prestarse más atención a la naturaleza de la tecnociencia contemporánea, la cual afecta hoy mucho más a la ciudadanía.

Como ocurre en la enseñanza de las ciencias, en ciertas ocasiones la didáctica de las ciencias transmite como mitos creencias que no están suficientemente sustentadas por la investigación que ella misma produce; esto es, lo hace sin cumplir los criterios de *racionalidad científica* a los que suele apelar. También en este caso, los motivos para tomar las decisiones parecen basarse más en otros factores que se relacionan con lo ideológico, lo axiológico y lo actitudinal, tales como creencias y valores culturales, personales y sociales. De esta forma, los expertos en didáctica de las ciencias muchas veces toman decisiones en su propio campo de especialidad de modo similar a como lo hace cualquier ciudadano en otros asuntos, utilizando criterios que van más allá de los invocados como científicos.

Hoy en día, el sistema de valores mayoritariamente compartido en la didáctica de las ciencias nos hace creer a muchos que es necesario enseñar algo de NdC y damos razones para justificar esta decisión. No obstante, para ello a menudo se ignoran las pruebas científicas que aporta la investigación desarrollada por la propia didáctica de las ciencias. Al menos deberíamos ser conscientes de que en tal caso actuamos al margen de una supuesta racionalidad científica; de otra forma, deberíamos admitir que estamos tomando decisiones con criterios semejantes a los que guían la *racionalidad lega* de la ciudadanía. Como grupo, quizás también podría aplicársele a la comunidad de especialistas en didáctica de las ciencias algunos de los resultados de las investigaciones sobre la toma de decisiones que se han expuesto aquí. Sin duda, ello debería hacernos reflexionar un poco más acerca de las propuestas que solemos hacer respecto a la enseñanza de las ciencias, la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía y las contradicciones que podemos tener.

Referencias bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science: Abandoning scientism, but... *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Acevedo, J.A. (1996). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Borrador*, 13, 26-30. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>.
- 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*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>>. Versión en castellano 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 de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Akerson, L., Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N.G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.
- Alters, B.J. (1997). Whose nature of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55.
- Bartholomew, H., Osborne, J. y Ratcliffe, M. (2002). Teaching pupils 'ideas-about-science': Case studies from the classroom. A paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA. En <http://www.york.ac.uk/depts/educ/projs/NARST2002_P3>.
- Bell, R.L. (1999). Understanding of the nature of science and decision making on science and technology based issues. Doctoral dissertation, Oregon State University, Oregon. *Dissertation Abstract International*, 60, 3310.
- 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), 352-377.
- CECJA (1992). *Decreto 106/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. Sevilla: BOJA 56.
- CECJA (2002). *Decreto 148/2002, de 14 de mayo, por el que se modifica el Decreto 106/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. Sevilla: BOJA 75.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. y Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Eflin, J.T., Glennan, S. y Reisch, R. (1999). The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.
- Felske, D.D., Chiappetta, E. y Kemper, J. (2001). A Historical Examination of the Nature of Science and its Consensus in Benchmarks and Standards. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO.

- Fleming, R.W. (1986a). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: Social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 677-687.
- Fleming, R.W. (1986b). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part II: Non-social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 689-698.
- Gess-Newsome, J. y Lederman, N.G. (1999). *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Kolstø, S.D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291-310.
- Kolstø, S.D. y Mestad, I. (2003). Learning about the nature of scientific knowledge: The imitating science 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. En <<http://www.uib.no/people/pprsk/Dankert/Handouts/>>.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science: Factors that facilitate or impide the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- León, O.G. (1994). *Análisis de decisiones*. Madrid: McGraw-Hill.
- 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.
- 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. Foro Iberoamericano sobre educación en valores. Montevideo, 2 al 6 de octubre de 2000*, (pp. 119-161). Madrid: OEI. En Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/mgordillo.htm>>.
- Martín-Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210. En <<http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.PDF>>.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Mellado, V. (1997). Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science. *Science & Education*, 6(4), 331-354.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- 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, 174-181.
- Sadler, T.D. (2003). Informal reasoning regarding socioscientific issues: The influence of morality and content knowledge. Unpublished doctoral dissertation. Tampa, FL: University of South Florida.
- 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), 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), 4-27.
- Schwartz, R.S. y Lederman, N.G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- 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.

- Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. En *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica *De los Lectores*, <<http://www.campus-oei.org/revista/>>, aceptada su publicación.
- 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. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2003. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>>.
- 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.
- 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. En <<http://www1.phys.uu.nl/esera2003/program.shtml>>.
- 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), 1-15.
- Zeidler, D.L., Walker, K.A., Ackett, W.A. y Simmons, M.L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.