

UNA SELECCIÓN DE ARTÍCULOS SOBRE DECISIONES TECNOCIENTÍFICAS Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (I)

Diversos autores

Las competencias necesarias para analizar y valorar cuestiones tecnocientíficas de interés social, así como para tomar decisiones razonadas sobre ellas, se consideran hoy elementos esenciales en las reformas de los currículos de ciencia escolar que pretenden conseguir la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas (Acevedo, 2004; Acevedo, Manassero y Vázquez, 2005; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003). La didáctica de las ciencias viene prestando especial atención a este asunto en los países más desarrollados del mundo durante la presente década (Acevedo, 2006; Acevedo *et al.*, 2004; Acevedo, Vázquez, Martín-Gordillo *et al.*, 2005; Acevedo, Vázquez, Oliva *et al.*, 2005; Acevedo, Vázquez, Paixão *et al.*, 2005). Esta revisión proporciona la traducción al castellano de los resúmenes de nueve artículos sobre esta temática, publicados entre 2001 y 2004, que se complementará con otros en una segunda parte. Se resumen, en fichas ordenadas alfabéticamente por el primer autor, tres artículos de cada una de las siguientes revistas: *International Journal of Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching* y *Science Education*.

B

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.

El propósito de esta investigación es explicar el papel de la naturaleza de la ciencia en la toma de decisiones sobre cuestiones basadas en la ciencia y la tecnología y esbozar los factores y razonamientos asociados a estas decisiones. Veintiún participantes voluntarios, seleccionados de universidades de diversos lugares geográficos, completaron un cuestionario abierto y, a continuación, una entrevista diseñada para evaluar sus decisiones en este tipo de cuestiones. Posteriormente, los participantes se clasificaron en dos grupos a partir de sus puntos de vistas divergentes sobre la naturaleza de ciencia, evaluados con un segundo cuestionario abierto seguido de una entrevista. Se construyeron los perfiles de las decisiones tomadas por cada grupo a partir de las respuestas previas de los participantes a las correspondientes encuestas y entrevistas. Por último, se compararon las decisiones de los dos grupos, los factores que influyen en estas decisiones y las estrategias para tomarlas. No se encontraron diferencias entre las decisiones de ambos grupos, a pesar de que sus puntos de vista sobre la naturaleza de la ciencia eran dispares. Los participantes de ambos grupos basaron sus decisiones sobre todo en valores personales, morales o éticos y sociales. Aunque todos los participantes sopesaron las pruebas científicas para tomar sus decisiones, la mayoría no necesitó pruebas indiscutibles, aunque muchos participantes sosténían concepciones rotundas de la naturaleza de ciencia. En conjunto, la naturaleza de ciencia no aparece de manera destacada en las decisiones de cada grupo. Estos resultados contrastan con la hipótesis de la actual reforma de la educación científica que recomienda volver a examinar los objetivos de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Incluso en las cuestiones sobre ciencia y tecnología, la mejora de las habilidades para tomar decisiones puede implicar otros factores, incluyendo más enseñanza de los valores y atención al desarrollo intelectual y moral.

H

HOGAN, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341–368.

El objetivo de este estudio es explorar las ideas y razonamientos que usan los estudiantes para tomar una decisión cooperativa sobre gestión medioambiental. Ocho grupos de estudiantes de 8º grado ($n = 24$) sopesaron información ecológica y económica sobre especies acuáticas invasoras con el objeto de recomendar una propuesta de gestión medioambiental. Además de discutir la información que se les proporcionó, los grupos hicieron diversas interpretaciones, elaboraciones e inferencias respecto a la estructura ecológica y los aspectos dinámicos y prácticos del contexto de la gestión. En los debates de los estudiantes también aparecieron juicios de valor y asuntos con diversos grados de incertidumbre. Los debates de los estudiantes se compararon con las directrices que siguen los científicos cuando toman decisiones de gestión medioambiental, y los estudiantes consideraron los análisis de los expertos sobre la gestión en este contexto particular. Un hallazgo importante fue que a través de los grupos de estudiantes se mencionaron todos los temas que los científicos consideran importantes para tomar decisiones de gestión medioambiental, mientras que en la mayoría de los grupos los estudiantes se centraron sobre todo en asuntos particulares, dando un tratamiento superficial a otras dimensiones del problema. Los resultados apuntan la necesidad de promover en los estudiantes conocimientos ecológicos accesorios e integradores, así como destrezas sobre métodos de razonamiento para tomar mejores decisiones sobre problemas medioambientales complejos.

K

KOLSTØ, S. D. (2001). 'To trust or not to trust, ... 'Students' ways of dealing with a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901.

Este artículo informa de un estudio cualitativo sobre como los estudiantes noruegos de 16 años se ocupan de un problema sociocientífico. Se entrevistó a los estudiantes en aspectos relacionados con la toma de decisiones sobre una versión local de una cuestión controvertida, relativa a si las líneas eléctricas incrementan o no el riesgo de leucemia en la infancia. La parte del estudio sobre la que se informa aquí se centra en los puntos de vista, anteriores a la entrevista, de los participantes respecto a la fiabilidad de los conocimientos alegados, sus argumentos y opiniones. Se encontró que algunas formas de fiabilidad resultaban problemáticas para los estudiantes. Mediante un análisis inductivo, se identificaron cuatro tipos principales de "estrategias de resolución" utilizadas por los estudiantes para decidir en quién y en qué confiar: (i) la aceptación del conocimiento alegado, (ii) la evaluación de afirmaciones mediante "indicadores de fiabilidad" y, explícitamente, "razonando para ellos mismos", (iii) la aceptación de la autoridad de los investigadores y de otras fuentes de información, (iv) la evaluación de fuentes de información utilizando términos como "intereses", "neutralidad" o "competencia". Algunos estudiantes emplearon todas estas estrategias, otros solamente una o dos de ellas. Las evaluaciones de los estudiantes fueron variadas y se basaron en parte en pruebas empíricas, pero en la mayoría de los casos se basó en información de contexto bastante superficial. Se sostiene que algunas de las estrategias de resolución implican que se hicieran evaluaciones autónomas. La principal conclusión es que, en la educación científica para la ciudadanía, se necesita hacer más hincapié en el conocimiento de diferentes fuentes de información científica.

S

SADLER, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513- 536.

Los asuntos sociocientíficos incluyen conflictos sociales que tienen relaciones conceptuales o tecnológicas con la ciencia. El procedimiento para resolver estas cuestiones se caracteriza mejor por el razonamiento informal que describe la creación y evaluación de actitudes en respuestas a situaciones complejas. Este artículo presenta una revisión crítica de la investigación relacionada con el razonamiento informal relativo a cuestiones sociocientíficas. Los datos revisados se refieren a (i) argumentos sociocientíficos, (ii) relaciones entre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y las decisiones sociocientíficas, (iii) evaluación de la información correspondiente a cuestiones sociocientíficas, incluyendo las ideas de los estudiantes sobre el significado de las pruebas, e (iv) influencia de la comprensión conceptual de un individuo en su razonamiento informal. Esta síntesis del estado actual de la investigación de las cuestiones sociocientíficas proporciona un esquema global para motivar las futuras investigaciones y tomar decisiones sobre la planificación y la puesta en práctica de los asuntos sociocientíficos en el currículo. Así mismo, se discuten las implicaciones para futuras investigaciones y las aplicaciones en el aula.

S

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.

Este estudio analiza las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) y como interpretan y evalúan pruebas contrarias sobre una cuestión sociocientífica. Ochenta y cuatro estudiantes de secundaria participaron en el estudio leyendo informes divergentes sobre el estado del calentamiento global del planeta y respondiendo a preguntas planificadas para obtener ideas relativas a los objetivos de la investigación. Se entrevistó a una submuestra de treinta estudiantes para triangular los datos de las respuestas escritas. Los datos se analizaron con un enfoque metodológico cualitativo. Los participantes mostraron un abanico de puntos de vista en tres aspectos distintos de la NdC: carácter empírico, naturaleza hipotética e incrustación social de la ciencia. Los resultados indican que la interpretación y evaluación de las pruebas contrarias sobre un contexto sociocientífico se ven influidas por diversos factores relacionados con la NdC, tales como la interpretación de datos y las interacciones sociales, incluyendo la conexión entre las creencias personales y el conocimiento científico. Por último, se discuten las implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

S

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.

La capacidad para negociar y resolver asuntos sociocientíficos se considera hoy uno de los componentes básicos de la alfabetización científica. Aunque filósofos y expertos en educación científica defienden que las cuestiones sociocientíficas implican esencialmente consideraciones morales y éticas, son las decisiones personales las que tienen la última palabra sobre este asunto. Este estudio explora si los estudiantes universitarios interpretan las cuestiones de ingeniería genética como cuestiones éticas. Veinte estudiantes universitarios participaron en entrevistas destinadas a obtener sus ideas, reacciones y sentimientos relativos a una serie de casos de terapia genética y manipulación clónica. Los análisis cualitativos muestran que las consideraciones éticas influyen significativamente en las decisiones, lo que sugiere la tendencia de los estudiantes a interpretar las cuestiones de ingeniería genética como asuntos éticos. Los estudiantes usaron razonamientos éticos basados en un análisis utilitario de las consecuencias, así como la aplicación de principios. La interpretación de las cuestiones también se vio influida por aspectos afectivos (emociones e intuiciones). Además de las consideraciones éticas, aparece una serie de importantes factores en las decisiones sociocientíficas. Entre estos factores se incluyen experiencias personales, influencias familiares, conocimientos accesorios e impacto de la cultura popular. También se discuten implicaciones para la enseñanza de la ciencia y futuras investigaciones.

T

TYTLER, R., DUGGAN, S. y GOTTFRIED, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23(8), 815-832.

Este artículo explora la naturaleza y el tipo de pruebas empleados por los participantes en una cuestión de interés público. La manera de usar las pruebas en los argumentos a favor y en contra del problema planteado se determinó mediante el examen de documentos y entrevistas a las personas implicadas en el debate. Tres tipos de pruebas aparecieron en los resultados: (i) pruebas científicas formales basadas en datos, (ii) pruebas informales (v.g., sentido común y experiencias personales) y (iii) asuntos más amplios que interfieren con las pruebas (v.g., intereses medioambientales o legales). En esta controversia particular, científicos locales plantearon preguntas críticas sobre las pruebas formales, pero algunas preguntas pertinentes de miembros de la comunidad local que no eran científicos también formaron parte del debate. Con el fin de que el alumnado esté preparado para abordar cuestiones contemporáneas de este tipo, los autores sugieren que los currículos escolares de ciencia deben incluir formación para poner en cuestión y manipular de distinta forma los diferentes tipos de datos reales.

Z

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.

El propósito de este estudio es investigar la relación entre las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de ciencia y sus reacciones a pruebas que desafían sus creencias sobre cuestiones sociocientíficas. Este estudio implicó a 41 parejas de estudiantes que representan "casos críticos" para contrastar los puntos de vista éticos. Estos 82 estudiantes fueron extraídos de una muestra más grande de 248 estudiantes de clases de ciencia general de los grados 9 y 10, biología de los grados 11 y 12, ciencia, física, y clases universitarias de nivel superior de formación inicial en educación científica. Los estudiantes participantes respondieron a preguntas destinadas a conocer sus puntos de vista epistemológicos sobre la naturaleza de ciencia y sus convicciones en creencias relativas a una determinada cuestión sociocientífica. El subconjunto menor de estudiantes se seleccionó a partir de los diversos grados de convicción en las creencias. Esta selección de estudiantes se emparejó para que discutieran sus razonamientos sobre el problema planteado, exponiéndolos a los datos anómalos y la información extraída de las respuestas a los sondeos epistemológicos de un entrevistador. Las categorías de una taxonomía de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de ciencia se dedujeron del análisis de los investigadores a las respuestas de los estudiantes a las entrevistas y encuestas. En algunos casos las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de ciencia se reflejaron en sus razonamientos sobre un problema moral y ético. Este estudio estimuló a los estudiantes a reflexionar sobre sus propias creencias y defender sus opiniones. Los resultados sugieren que las reacciones de los estudiantes a los datos anómalos del asunto sociocientífico son variadas y complejas, con notables diferencias en los procesos de razonamiento entre los estudiantes de secundaria y los estudiantes universitarios. Una comprensión más profunda acerca de cómo los estudiantes razonan sobre el contexto moral y ético de las cuestiones sociocientíficas controvertidas puede permitir a los expertos en educación científica incorporar estrategias de enseñanza destinadas a mejorar las capacidades de razonamiento de los estudiantes en estas cruciales tareas.

Z

ZOHAR, A. y NEMET, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

Este estudio analiza los resultados de una unidad que incorpora la enseñanza explícita de modelos generales de razonamiento en la enseñanza de un determinado contenido científico. En particular, este artículo analiza la enseñanza de capacidades de argumentación en el contexto de cuestiones controvertidas de genética humana. Antes de la enseñanza, solamente una minoría de estudiantes (16.2%) usó conocimiento biológico adecuado para elaborar argumentos en situaciones problemáticas de genética, aunque aproximadamente un 90% de los estudiantes consiguieron formular argumentos simples. La evaluación que se hizo después de la enseñanza apoya como principal conclusión que la integración de la enseñanza explícita de la argumentación en cuestiones controvertidas de genética humana mejora al mismo tiempo el rendimiento en el conocimiento biológico y en las capacidades de argumentación. Se encontró

un aumento de la frecuencia de estudiantes que utilizaron conocimientos biológicos para elaborar argumentos en situaciones problemáticas de genética. Los estudiantes del grupo experimental puntuaron significativamente más alto que los del grupo de control en una prueba de conocimiento de genética. También se encontró una mejora en la calidad de los argumentos usados por los estudiantes. Así mismo, los estudiantes pudieron transferir las capacidades de razonamiento enseñadas en contextos de genética a otros contextos controvertidos de la vida cotidiana. Por último, los efectos metacognitivos de la reflexión y la disposición para el cambio de razonamiento de los estudiantes se discuten como factores valiosos para modificar los hábitos en las aulas de ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J. A. (2004). 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), 3-16, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- ACEVEDO, J. A. (2006). 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), 198-219, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- 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. En I. P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 23-30). Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2004, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo21.htm>.
- 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. En <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>.
- 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), <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.
- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., MARTÍN-GORDILLO, M., OLIVA, J. M., ACEVEDO, P., PAIXÃO, M. F. y MANASSERO, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.
- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., OLIVA, J. M., PAIXÃO, M. F., ACEVEDO, P. y MANASSERO, M. A. (2005). Comprensión de la naturaleza de la ciencia y decisiones tecnocientíficas. Comunicación presentada en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: *Educación*

científica para la ciudadanía (Granada, 7-10 de septiembre de 2005). *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra (VII Congreso), edición en CD. En <http://blues.uab.es/rev-ens-ciencias/>.

ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A., PAIXÃO, M. F., ACEVEDO, P., OLIVA, J. M. y MANASSERO, M. A. (2005). Mitos da didáctica das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Ciência & Educação*, 11(1), 1-15. En <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/>.

*José Antonio Acevedo Díaz
ja_acevedo@vodafone.es*