

# COMPRENSIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y DECISIONES TECNOCIENTÍFICAS

**ACEVEDO<sup>1</sup>, JOSÉ ANTONIO; VÁZQUEZ<sup>2</sup>, ÁNGEL; OLIVA<sup>3</sup>, JOSÉ MARÍA; PAIXÃO<sup>4</sup>, MARÍA FÁTIMA; ACEVEDO<sup>5</sup>, PILAR y MANASSERO<sup>6</sup>, MARÍA ANTONIA**

<sup>1</sup> Consejería de Educación de la Junta de Andalucía. Servicio de Inspección de la Delegación de Huelva. España. <ja\_acevedo@vodafone.es>

<sup>2</sup> Facultad de Educación. Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca. España. <angel.vazquez@uib.es>

<sup>3</sup> Centro de Profesorado de Cádiz. España. <jmoliva@cepcadiz.com>

<sup>4</sup> Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco. Portugal. <fatimapaixao@ese.ipcb.pt>

<sup>5</sup> IES Ramón Olleros Gregorio. Béjar (Salamanca). España. <pi\_acevedo@yahoo.es>

<sup>6</sup> Departamento de Psicología. Universidad de las Islas Baleares, Palma de Mallorca. España. <ma.manassero@uib.es>

---

**Palabras clave:** Naturaleza de la ciencia; Decisiones tecnocientíficas; Educación científica; Enfoque CTS; Participación ciudadana.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

En general, los currículos de ciencias aplicados en las aulas tienden a olvidar la formación sobre la propia ciencia. De este modo, no suelen plantear aprendizajes explícitos sobre qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que usa para validar tal conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, la naturaleza de la comunidad científica, los vínculos de la ciencia con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad. Todos estos aspectos constituyen a grandes rasgos lo que se conoce como naturaleza de la ciencia (NdC), entendida ésta en un sentido amplio que no esté reducido a lo estrictamente epistemológico (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002, 2003).

Aunque algunos autores han señalado diversas dificultades para la inclusión de contenidos explícitos de NdC en el currículo de ciencias, cada vez es mayor el consenso entre muchos expertos en didáctica de las ciencias y numerosos responsables del diseño del currículo de ciencias respecto a considerar como objetivo importante de la educación científica una mejor comprensión de la NdC. De acuerdo con ello, diversos países incluyen hoy explícitamente contenidos de NdC en sus currículos de ciencias reformados y otros lo hacen de forma implícita.

Por otro lado, la didáctica de las ciencias ha prestado en general poca atención hasta hace poco a la educación para la participación ciudadana en las decisiones tecnocientíficas, quizás como consecuencia de que, en educación, los planteamientos analíticos y discursivos suelen promoverse mucho más que los auténticamente participativos. No obstante, recientemente esta temática se ha convertido en un asunto de interés prioritario para la investigación, habiéndosele dedicado sesiones específicas en congresos internacionales promovidos por asociaciones profesionales como la *European Science Education Research Association* (ESERA) y las norteamericanas *Association for the Education of Teachers in Science* (AETS) y *National Association for Research in Science Teaching* (NARST).

En suma, la comprensión de la NdC y la educación para la participación ciudadana en las decisiones públicas tecnocientíficas son hoy dos componentes esenciales de los currículos de ciencias contemporáneos, que intentan promover la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas frente a una enseñanza propedéutica dirigida a la preparación de futuros científicos. Puesto que el segundo de esos componentes se usa frecuentemente como argumento democrático para justificar la presencia del primero en el currículo de ciencias, el principal objetivo de esta comunicación es revisar críticamente algunas de las aportaciones más recientes de la investigación respecto a la siguiente cuestión: *¿es el conocimiento de la NdC un factor clave para tomar decisiones tecnocientíficas de interés social?*

## MARCO TEÓRICO

El marco teórico que sustenta este trabajo es el del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las ciencias. Este enfoque humanístico-cultural potencia elementos de gran relieve para la educación científica, entre otros: (i) la introducción de los escenarios históricos y sociales en los que se generan los conocimientos científicos que se enseñan en las aulas, (ii) las relaciones de la ciencia con la tecnología, sus desarrollos e innovaciones, (iii) la conexión de los conocimientos científicos escolares con las principales controversias sociales y medioambientales del presente y los más importantes problemas que la humanidad tiene planteados para un futuro sostenible, y (iv) la responsabilidad social para ejercer la ciudadanía en distintos ámbitos (local, regional, nacional y mundial) respecto a los problemas tecnocientíficos (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002).

Desde el punto de vista de la relevancia del currículo de ciencias (para qué es importante la ciencia escolar), el enfoque CTS proporciona diversas alternativas como respuesta a la *ciencia propedéutica*. Entre estas alternativas estarían las denominadas *ciencia doméstica* (de interés para la vida cotidiana), *ciencia funcional* (importante para la vida laboral), ciencia cultural (relevante para armonizar la cultura propia con la cultura científico-tecnológica)... Pero, desde una perspectiva CTS, quizás lo más esencial sea la relevancia que debería tener en la educación científica obligatoria la *ciencia ciudadana*, necesaria para que todas las personas puedan enfrentarse en la vida real a cuestiones tecnocientíficas con repercusiones públicas y tomar democráticamente decisiones razonadas sobre ellas (Martín-Gordillo y Osorio, 2003), un propósito capaz de dar sentido pleno a la finalidad educativa de alfabetización científica y tecnológica de todas las personas (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003).

## DESARROLLO DEL TEMA

Una de las razones que suele esgrimirse para motivar la presencia de la NdC en el currículo de ciencias se basa en afirmar que su comprensión permite tomar decisiones mejor razonadas en los asuntos públicos tecnocientíficos, lo que también podría contribuir a hacer más posible la participación ciudadana en esos problemas. Algunos autores sugieren que las decisiones de los estudiantes sobre las cuestiones tecnocientíficas deberían ser análogas a las que hacen los científicos cuando justifican el conocimiento que generan, pues en ambos casos se requiere un discurso racional, sentido común y talento para valorar los argumentos; esto es, capacidades que serían propias de un razonamiento más crítico. Pero, ¿qué información proporciona la reciente bibliografía especializada sobre estas cuestiones?

En una revisión crítica sobre esta temática, Sadler (2004) ha informado de investigaciones, hechas con estudiantes de secundaria y de universidad, que aportan ciertos resultados favorables a la hipótesis de una influencia positiva de la comprensión de algunos elementos sencillos de NdC en los razonamientos que hacen esos estudiantes a la hora de tomar decisiones tecnocientíficas. En síntesis, este autor hace alusión a la importancia de las pruebas empíricas y la influencia de los factores culturales y sociales, que son dos aspectos concretos de la NdC. Sin embargo, no queda del todo claro que la comprensión de la NdC sea un factor determinante.

Por otra parte, Bell y Lederman (2003) han estudiado el papel de las creencias sobre NdC de una muestra de profesores de universidad, así como las estrategias, razonamientos y factores que más afectan a sus decisiones en la resolución de cuestiones tecnocientíficas controvertidas de interés público. Para ello, clasificaron primero la comprensión adecuada o inadecuada de elementos de NdC de esos profesores mediante la aplicación del *Views of Nature of Science (VNOS-B) Questionnaire*, instrumento desarrollado para sus investigaciones sobre NdC. Según los autores de este cuestionario, una buena comprensión de la NdC implica saber que el conocimiento científico (i) es provisional (está sujeto a cambio), (ii) se apoya en pruebas empíricas (derivadas de observaciones del mundo natural), (iii) es en parte subjetivo (cargado de teorías), (iv) se basa parcialmente en inferencias, imaginación y creatividad, (v) está imbricado en la cultura y la sociedad, y comprender que (vi) las leyes y las teorías científicas tienen distinto *status* epistemológico. Estos rasgos de la NdC han sido destacados en muchos documentos de la reforma de la enseñanza de las ciencias aplicada en los EE.UU., tales como los conocidos *Project 2061: Science for All Americans* y *National Science Education Standards*. Una vez clasificados en función de su conocimiento de NdC, los profesores respondieron individualmente a las cuestiones tecnocientíficas planteadas en la investigación.

El principal resultado obtenido por Bell y Lederman (2003) fue que los diferentes puntos de vista sobre NdC sostenidos por los profesores no resultaron ser un factor crucial para tomar sus decisiones, pues su papel fue nulo para la mayoría del profesorado e insignificante para los demás. El procedimiento seguido por los participantes para tomar sus decisiones tecnocientíficas fue bastante parecido en la mayoría de los casos, independientemente de que sus puntos de vista sobre NdC fueran más adecuados o inadecuados. Si bien hubo pequeñas diferencias en los razonamientos que emplearon, las consecuencias fueron escasas porque las decisiones que tomaron no fueron muy diferentes entre sí. Tanto los profesores que tenían una buena comprensión de NdC como los que no la tenían llegaron a conclusiones parecidas, por lo que el profesorado que intervino en este estudio debió basarse probablemente en elementos distintos a sus creencias sobre NdC. De modo consistente con sugerencias de investigaciones precedentes sobre la toma de decisiones en asuntos públicos tecnocientíficos, los factores con mayor influencia fueron los valores morales y personales, así como los aspectos culturales, sociales y políticos relacionados con las cuestiones planteadas.

Una interpretación drástica de estos resultados podría llevar a la conclusión de que el conocimiento de aspectos importantes de NdC ni siquiera sería una condición necesaria para tomar decisiones con más racionalidad científica en los problemas tecnocientíficos de interés social planteados; una conclusión que, sin embargo, es matizada por los propios autores del trabajo, que son convencidos defensores de la inclusión explícita de la NdC en la enseñanza de las ciencias. Como hipótesis para explicar tales resultados, Sadler (2004) ha sugerido que las diferencias en la comprensión de aspectos epistemológicos más complejos de NdC, como algunos de los incluidos en el VNOS-B, quizás influyan poco en los razonamientos hechos para resolver problemas tecnocientíficos de interés público, pero ello no tendría que invalidar la posibilidad de que un buen conocimiento de algunas ideas sencillas de NdC sea en cambio necesaria y afecte a los razonamientos para decidir sobre estos asuntos, sobre todo en el caso de estudiantes más jóvenes y con menos formación que el profesorado participante en la investigación de Bell y Lederman (2003). Aunque sin comprobar, esta hipótesis podría ser atractiva, porque está en sintonía con la sugerencia de alcanzar un consenso sobre objetivos relativamente modestos respecto a la inclusión de la NdC en el currículo de ciencias.

En cualquier caso, lo que sí parece aventurado es establecer una estrecha relación entre las creencias sobre NdC y los razonamientos para tomar decisiones en cuestiones públicas tecnocientíficas, sobre todo si no se tienen en cuenta otros elementos que hacen mucho más complejos estos procesos. Así, el propio Sadler también ha estudiado el papel de los aspectos morales y emotivos en la resolución de problemas tecnocientíficos relativos a la ingeniería genética. En esa investigación con estudiantes universitarios encontró que consideraciones morales, sentimientos y emociones tienen mucha repercusión en las decisiones que se toman, aunque también afloran otros factores, tales como información sobre el tema planteado, experiencias personales, creencias religiosas, impacto familiar y cultura popular. Los casos mostrados pueden servir como ejemplos significativos de la complejidad de esta temática.

Si bien la comprensión de algunos elementos básicos de NdC pudiera ser necesaria para tomar mejores decisiones públicas tecnocientíficas, ésta nunca sería el único aspecto, ni siquiera el más importante, de los que intervienen en la resolución de estas cuestiones. De manera resumida, los principales factores que hasta ahora ha proporcionado la investigación realizada en este campo pueden agruparse en: (i) conocimientos del tema planteado y de NdC, (ii) razonamiento moral, valores y normas, (iii) creencias culturales, sociales y políticas, y (iv) emociones y sentimientos.

En suma, como se ha puesto de manifiesto en otras ocasiones, parece necesario prestar mucha más atención de lo que se ha venido haciendo hasta ahora en la educación científica a los aspectos culturales, sociales, morales, emotivos... y, en general, a los actitudinales y axiológicos, tal y como viene reclamando el movimiento CTS para educar la participación ciudadana en asuntos tecnocientíficos de interés social (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002).

## CONCLUSIÓN

El sistema de valores ampliamente compartido hoy en didáctica de las ciencias nos hace creer que es necesario enseñar explícitamente algo de NdC y damos razones para justificarlo. Uno de los argumentos es el que hace hincapié en la capacidad potencial de una buena comprensión de la NdC para facilitar y mejorar la participación ciudadana en las decisiones públicas tecnocientíficas. Sin embargo, los resultados de algunas investigaciones recientes, como los aquí mostrados, no dejan claro cuál es la influencia de la NdC y en qué grado lo hace. Para afrontar este tipo de educación científica, no resulta suficiente mejorar sólo la comprensión de la NdC, aunque quizás también pudiera ser necesario. Otros factores, como los apuntados anteriormente, parecen incidir más que una buena comprensión de la NdC, impidiendo o dificultando su aplicación en la toma de decisiones tecnocientíficas. Se abren así nuevas y estimulantes posibilidades de investigación en esta temática.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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/>>.
- 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*, Vol. 87(3), pp. 352-377.
- 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>>.
- SADLER, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 41(5), pp. 513-536.