

UNA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA REDUCIR LA BRECHA ENTRE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Ángel Vázquez-Alonso, María Antonia Manassero-Mas
Universidad de las Islas Baleares

RESUMEN: El campo de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en la educación científica es controvertido, debido al cuestionamiento de la “opinión de consenso” dominante. Esta comunicación propone una conceptualización que supere la controversia y facilite al profesorado su enseñanza, asumiendo una visión más amplia del campo, basada en el modelo de los tres mundos de Popper para la ciencia. El desarrollo de las interacciones entre los tres mundos permite justificar una nueva conceptualización de NdCyT con cuatro dimensiones y múltiples categorías específicas dentro de las dimensiones, que engloba las conceptualizaciones anteriores. Además, genera una herramienta poderosa, explícita, directa y clara para conectar la investigación didáctica, y las necesidades prácticas de la enseñanza de los temas de NdCyT en los currículos científicos y técnicos.

PALABRAS CLAVE: naturaleza de la ciencia y tecnología, enseñanza, aprendizaje, conceptualización didáctica, desarrollo curricular.

OBJETIVOS: Esta comunicación presenta una nueva conceptualización de NdCyT para la educación en CyT que es alternativa, por un lado, a la llamada “visión de consenso” (Lista de temas cerrados o limitados), y por otro, a la conceptualización propuesta por Erduran y Dagher (2014). Sin embargo, con esta última se comparten las críticas generales a la visión de consenso, pero al mismo tiempo, se propone también como modelo alternativo a ella.

MARCO TEÓRICO

Los especialistas consideran, con cierta unanimidad y desde hace tiempo, que la NdCyT es un componente central de la cultura o alfabetización científica (y tecnológica) (ACyT) para todos los ciudadanos y no sólo para los científicos (Hodson, 2009; Millar, 2006). Así, según esta posición unánime ACyT tiene dos componentes:

1. el conocimiento tradicional “de” ciencias (conceptos, leyes, modelos y teorías y procesos) y
2. el conocimiento y la comprensión “sobre” la ciencia – y la tecnología – (o NdCyT), es decir, comprender qué es la CyT y como validan sus conocimientos.

Enseñar NdCyT es relevante para los ciudadanos por múltiples y diversas razones, a las que cabría añadir otra esencial para la enseñanza de las ciencias:

1. contribuir a asignar sentido y dar significado a la ACyT, lo cual supone animar la participación en CyT (en lugar de alienar, o crear desafección),
2. satisfacer los intereses y necesidades concretos (tomar decisiones prácticas),
3. favorecer la identidad personal y social (acoger mujeres y minorías) y
4. hacer atractivo y emocionante su aprendizaje.

Esto requiere innovar los contenidos, obviamente, pero sobre todo innovar la pedagogía practicada en las clases de ciencias, proscribiendo la memorización (incompatible con “comprender” NdCyT) y priorizando la persuasión, el convencimiento, el sentido y los valores que justifican aprender CyT funcionalmente, es decir, para ser útil en la vida diaria (Allchin, Andersen y Nielsen, 2014; Bennássar et al., 2010).

La visión de consenso para la enseñanza de NdCyT propone una lista reducida de rasgos de la CyT: empírica, cargada de teoría, inferencial, creativa, vacilante, incierta, socialmente integrada, y no exclusivamente experimental (p. e. Abd-el-Khalick, 2012). Esta visión ha sido impugnada desde diversas posiciones por su limitada validez para representar significativamente el campo de NdCyT; en general, sus críticos abogan por una visión más amplia e integradora, donde una diversidad de aspectos (cognitivos, epistémicos y sociales, así como los materiales y tecnológicos) se integren en ella (Allchin, 2011; Duschl y Grandy, 2012; Matthews, 2011).

Una primera propuesta alternativa a la visión de consenso (Erduran y Dagher, 2014) aplica a la ciencia el modelo filosófico del parecido de familia (Irzik y Nola, 2014); según que este modelo, las diferentes ciencias, al igual que los miembros de una familia, se parecen y se diferencian entre sí en algunos aspectos. En consecuencia, conceptualizan la NdCyT en dos dimensiones: cognitivo-epistémica y social-institucional. La primera incluye las categorías de prácticas científicas, objetivos y valores, métodos y normas metodológicas, y conocimiento científico. La segunda incluye actividades profesionales, ethos científico, certificación social, valores sociales y organizativos, políticas y aspectos financieros de la ciencia (aunque sólo cuatro de ellos aparecen más desarrollados). Además, algunos aspectos específicos son asignados a cada una de las categorías anteriores, de modo que la configuración resultante plantea algunas cuestiones acerca de las repeticiones o ausencias poco clarificadas de algunos aspectos.

Aunque este nuevo sistema va más allá de las listas de consenso, sin embargo, su configuración plantea algunos reparos. Por una parte, el modelo del parecido de familia es un heurístico de sentido común, simple y universal, que no justifica un desarrollo más amplio y son. Por otro lado, el desarrollo de la dimensión social-institucional parece un poco confuso, ya que algunas categorías con nombres diferentes parecen difíciles de discriminar (ethos científico contra valores sociales). Además, en algunas partes de la propuesta aparecen o desaparecen algunas categorías (p.e. ethos científico, organizativo, aspectos financieros de la ciencia política, crítica científica) o algunas categorías referidas a valores se repiten con distintos nombres sin una justificación apreciable. Por último, la asignación de los aspectos específicos a cada categoría es también discutible, debido a que muchos de ellos, manifiestamente, pueden pertenecer a varias categorías, aunque se asignen a una sola de ellas (p.e. la revisión por pares podría ser asignado a la certificación social o a las actividades profesionales).

METODOLOGÍA

Esta comunicación presenta una reflexión teórica sobre las alternativas a la visión de consenso en el área de NdCyT. En el apartado anterior se ha presentado el marco teórico general creado por algunos estudios recientes. En este apartado se presenta una nueva reconceptualización del campo de NdCyT, alternativa a las presentadas en los párrafos anteriores, pero crítica con la visión de consenso y comparando muchos supuestos con la propuesta de Erduran y Dagher.

La filosofía de Platón es la base de la sofisticada analogía de los tres mundos de Popper para CyT. El mundo físico de los objetos materiales es el primer mundo (M1), mientras el segundo mundo (M2) es el mundo del pensamiento humano (cognición y estados mentales), constituido por la actividad mental sobre la percepción humana de M1, que crea nuevas entidades independientes y externas (ideas, teorías, problemas, técnicas, argumentos, libros, etc.) que constituyen el Mundo 3 (M3), el mundo del conocimiento. Hodson (2009) llama a M2 el “mundo de las prácticas científicas” (pensamientos subjetivos de los científicos que investigan M1) y M3 del “mundo de los conocimientos científicos y tecnológicos” (artefactos, ideas y teorías científicos y tecnológicos), aunque se subraya que la objetividad no es una propiedad necesaria de M3.



Fig. 1 El modelo de los tres mundos de Popper

RESULTADOS

La conceptualización alternativa para NdCyT basada en la analogía de los tres mundos surge al considerar las interacciones mutuas entre los tres mundos a través de sus relaciones desarrolladas por la comunidad de prácticas científicas. Estas interacciones y relaciones dan lugar a un conjunto de contenidos y estructuras complejas, multifacéticas y meta-cognitivas que ofrecen las prácticas en CyT. En particular, el meta-conocimiento interdisciplinar, que surge del estudio de los contenidos, relaciones y estructuras de los mundos 1, 2 y 3 desde disciplinas diferentes a la ciencia y la tecnología (historia, sociología, psicología, economía, etc.) constituye un nuevo mundo de meta-conocimientos interdisciplinares (mundo 4) que es el núcleo de lo que conocemos como NdCyT (Vázquez, 2014).

Esta analogía de los tres mundos proporciona una representación más poderosa que el modelo del parecido de familia, pues la conceptualización de la NdCyT para la enseñanza de las ciencias surge, de una manera más natural del simple análisis de las interacciones y relaciones entre los tres mundos (Figura 1). Aunque más sofisticada, esta representación basada en los tres mundos mantiene un gran paralelismo con la interacción del aprendiz con la naturaleza y con los contenidos curriculares de la misma para su aprendizaje.

Las categorías de la NdCyT se desarrollan para la enseñanza de la ciencia en la forma de una taxonomía integrada y global que clasifica los contenidos de NdCyT en cuatro grandes dimensiones (epistemología, definiciones de CyT, sociología interna y sociología externa de CyT); a su vez, cada una de esas dimensiones se despliega en múltiples categorías más concretas y específicas en un desarrollo más amplio y estructurado. La dinámica generativa de estas dimensiones y categorías de la taxonomía producidas por esta analogía se explicarán y producirán con más detalle en el Congreso (tabla 1).

Tabla 1.
Taxonomía de las dimensiones, categorías y temas para la conceptualización de la naturaleza de la ciencia y la tecnología basada en el modelo de los tres mundos de Popper.

<i>DIMENSIONES</i>	<i>CATEGORÍAS</i>	<i>TEMAS</i>
DEFINICIONES	1. Ciencia y Tecnología	01. Ciencia
		02. Tecnología
		03. Interdependencia CyT
EPISTEMOLOGÍA	9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones
		02. Modelos científicos
		03. Esquemas de clasificación
		04. Provisionalidad
		05. Hipótesis, teorías y leyes
		06. Aproximación a las investigaciones
		07. Precisión e incertidumbre
		08. Razonamiento lógico
		09. Supuestos de la ciencia
		10. Estatus epistemológico
		11. Paradigmas y coherencia de conceptos

<i>DIMENSIONES</i>	<i>CATEGORÍAS</i>	<i>TEMAS</i>
SOCIOLOGÍA EXTERNA DE LA CIENCIA	2. Influencia de la Sociedad sobre la Ciencia/ Tecnología	01. Gobierno
		02. Industria
		03. Ejército
		04. Ética
		05. Instituciones educativas
		06. Grupos de interés especial
		07. Influencia sobre científicos
		08. Influencia general
	3. Influencia triádica	01. Interacción CTS
	4. Influencia de Ciencia/ Tecnología sobre la Sociedad	01. Responsabilidad social
		02. Decisiones sociales
		03. Problemas sociales
		04. Resolución de problemas
		05. Bienestar económico
		06. Contribución al poderío militar
		07. Contribución al pensamiento social
		08. Influencia general
5. Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad	01. Unión dos culturas	
	02. Fortalecimiento social	
	03. Caracterización escolar de la ciencia	
SOCIOLOGÍA INTERNA DE LA CIENCIA	6. Características de los científicos	01. Gobierno
		02. Industria
		03. Ejército
		01. Motivaciones
		02. Valores y estándares
		03. Creencias
	7. Construcción social del conocimiento científico	04. Capacidades
		05. Efectos de género
		06. Infrarrepresentación de las mujeres
		01. Colectivización
		02. Decisiones científicas
		03. Comunicación profesional
		04. Competencia profesional
		05. Interacciones sociales
	8. Construcción social de la Tecnología	06. Influencia de individuos
		07. Influencia nacional
		08. Ciencia pública y ciencia privada
01. Decisiones tecnológicas		
	02. Autonomía de la tecnología	

CONCLUSIONES

Esta comunicación presenta una nueva conceptualización de los contenidos de NdCyT para la educación en CyT, basada en la analogía de los tres mundos de Popper. Esta conceptualización representa una alternativa a la presentada por Erduran y Dagher (2014), basada en el modelo heurístico del parecido de familia.

Ambas se derivan de las críticas a la visión de consenso y proponen una conceptualización integrada de los temas de NdCyT común estructura muy similar: un conjunto de dimensiones y categorías específicas para la NdCyT.

Sin embargo, la analogía de los tres mundos de Popper es un instrumento más poderoso que la heurística del parecido de familia para justificar las dimensiones y múltiples categorías de la nueva conceptualización de NdCyT. En el modelo del parecido de familiar las dimensiones y categorías creadas aparentan una mayor arbitrariedad, puesto que un análisis detallado de las mismas detecta categorías similares ubicadas en dimensiones distintas y categorías que podrían ubicarse en las dos dimensiones.

En el modelo de los tres mundos de Popper para la NdCyT las interacciones y las relaciones entre los tres mundos surgen de una manera más natural, sólida y clara. Cada una de esas interacciones y relaciones da lugar a las dimensiones y categorías que constituyen los meta-conocimientos propios de la NdCyT que vienen siendo considerados desde el nacimiento del movimiento ciencia tecnología y sociedad. Además, está taxonomía incluye de una manera más natural procesos, métodos, conocimientos, actividades científicas, validación de los conocimientos y valores (epistémicos, científicos, sociales).

Esta nueva conceptualización explica la reciente propuesta de Erduran y Dagher (2014) como un caso particular; la convergencia de aquella sobre las dos dimensiones (epistemológicas y sociales) de se explicará en el congreso. Además, esta nueva conceptualización evita los problemas semánticos mencionados de aquella, que se manifiestan en la superposición de dimensiones, categorías y aspectos.

En resumen, la nueva conceptualización desarrolla una taxonomía más integrada, explícita, clara y sencilla para las dimensiones y categorías de NdCyT a través de las interacciones naturales los tres mundos, propuesta. Esta sencillez permite clasificar los temas y contenidos de NdCyT de manera asequible a los no especialistas, especialmente para el profesorado que debe enseñar y evaluar.

Proyecto EDU2015-64642-R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

REFERENCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. (2012). Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.
- ALLCHIN, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95, 518-542.
- ALLCHIN, D., ANDERSEN, H. M., & NIELSEN, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461-486.
- BENNÁSSAR, A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO M. A., & GARCÍA-CARMONA, A. (Coord.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI. Consultado en: www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf.
- DUSCHL, R., y GRANDY, R. (Eds.). (2008). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.

- ECHVERRÍA, J. (2010). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. *Daímon Revista Internacional de Filosofía*, 50, 31-41.
- ERDURAN, S., & DAGHER, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the nature of science for science education, scientific knowledge, practices and other family categories*. Dordrecht, Holland: Springer.
- HODSON, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and value*. Rotterdam, Holland: Sense Publishers.
- IRZIK, G., & NOLA, R. (2014). New directions for NOS research. In M. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 999-1022). Dordrecht, Holland: Springer.
- MATTHEWS, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research. Concepts and methodologies* (pp. 3-26). Dordrecht, Holland: Springer.
- MILLAR, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499-1521.
- VÁZQUEZ, A. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad Revista* 41, 14(2), 37-49.

