

¿HAY CONTENIDOS DE NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA Y PENSAMIENTO CRÍTICO EN LOS CURRÍCULOS (ESPAÑOLES) ACTUALES?

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

RESUMEN: Los temas de naturaleza de ciencia y tecnología constituyen el componente innovador de la alfabetización científica para todos, que la investigación didáctica considera objetivo principal de la educación científica y sugiere que la enseñanza de estos temas es relegada por la influencia de una serie de factores tales como su presencia imprecisa en el currículo (escasez, desorganización y dispersión). El pensamiento crítico es una competencia transversal a muchas competencias clave y cognitivamente necesaria para afrontar los aprendizajes de los temas anteriores. Esta comunicación analiza la presencia de ambos en los currículos españoles de educación secundaria (2015) con el objetivo de facilitar al profesorado una visión más precisa, sistemática y estructurada de ellos, para así vencer su tradicional relegación u olvido e incentivar una enseñanza más adecuada.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Científica y Tecnológica, Naturaleza de Ciencia y Tecnología, Enseñanza Reflexiva, Estándares de Aprendizaje.

OBJETIVOS: La comunicación se basa en un análisis de contenido de los currículos oficiales para identificar los temas de naturaleza de ciencia y tecnología (NdCyT) y la competencia de pensamiento crítico (PC), y estructurarlos según una taxonomía; todo ello como pasos necesarios para clarificar y comprender el currículo, y en consecuencia, formar mejor al profesorado de ciencias. El objetivo final es incidir específicamente en tres aspectos clave: fomentar un adecuado desarrollo del currículo de ciencias, incentivar la construcción de materiales adaptados a ese currículo y mejorar la calidad de la enseñanza científica en lo que se refiere a los contenidos de NdCyT/PC.

MARCO TEÓRICO

El objetivo general de la educación científica formulado hoy como alfabetización científica para todos los ciudadanos (o cultura científica), tiene dos componentes básicos: la comprensión “de” la ciencia (los tradicionales conocimientos sobre hechos, conceptos, principios y procesos de la ciencia), y la comprensión “acerca” de la ciencia o ideas sobre ciencia: conocer cómo opera la ciencia para validar sus conocimientos, formado por contenidos interdisciplinarios de historia, filosofía y sociología de la ciencia y

tecnología, pero también de psicología, economía, política, ética y otras (Hodson, 2009; Millar, 2006). Este segundo componente se denomina en la literatura como naturaleza de la ciencia, al cual, por analogía, el concepto de tecnociencia permite extenderlo de a la denominación integral de naturaleza de ciencia y tecnología (NdCyT), que se usa en adelante para describir las relaciones C-T-S (Echeverría, 2010).

La psicología cognitiva ha desvelado detalles complejos del pensamiento humano, situados más allá de la simplista categorización piagetiana de estadios concretos/abstractos. Por un lado, las teorías del procesamiento de la información aportan dos vías trascendentales para el aprendizaje: una vía intuitiva, automática y rápida de proceso de cogniciones (vía 1) y otra vía de procesamiento profundo, lento, esforzado y reflexivo que Kahneman (2012) denominada vía 2. Por otro lado, se han identificado operaciones cognitivas de alto nivel, o PC, que algunos autores refieren a las categorías superiores de la taxonomía de Bloom (análisis, síntesis, evaluación, creatividad) y otros describen como inventarios de destrezas específicas (razonar, resolver problemas, argumentar, investigar, etc.). Según Gold (2002), la multi-referenciada incapacidad de los estudiantes para apreciar el valor de las evidencias/pruebas empíricas para validar el conocimiento se debe a que carecen de destrezas para pensar crítica y reflexivamente (pensar científicamente).

El PC ha recibido muchas definiciones, pero quizás la más celebrada y simple es la Norris y Ennis (1989): "...pensamiento reflexivo y razonable que se orienta a decidir qué creer o qué hacer". Otros autores (Fisher, 2009) definen el PC extensivamente, mediante un conjunto de destrezas fundamentales que se utilizan como taxonomía del PC (ver metodología).

La relación entre destrezas del PC y destrezas puestas en juego para enseñar temas de NdCyT pone de manifiesto la coincidencia entre ambos (p.e. Gold, 2002 y otros que se presentarán en el congreso). Esto convierte a la educación científica en un contexto apropiado para educar el PC de los estudiantes, y viceversa, el desarrollo temprano de destrezas de PC contribuye a mejorar el aprendizaje de la ciencia, ideas ambas que están en la base de esta comunicación.

Por ser un componente básico de la alfabetización científica de todas las personas, la inclusión de NdCyT/PC en la educación científica es un objetivo transcendental. Desde hace lustros muchos países desarrollan currículos escolares que incluyen contenidos innovadores de NdCyT; un ejemplo reciente es "Next Generation Science Standards" en USA (NGSS, 2013). En España, el nuevo currículo básico de educación secundaria diseñado en el Real Decreto 1105/2014 (en adelante, RD1105) presenta una pléyade de contenidos de NdCyT y PC en sus diversos elementos. El objetivo de este estudio es identificar esos contenidos en las asignaturas de ciencias de los nuevos currículos españoles, para facilitar su enseñanza al profesorado.

METODOLOGÍA

La metodología del estudio es un análisis de contenido exhaustivo del RD1105, pero los contenidos a investigar y sus resultados son tan extensos, que aquí forzosamente son resumidos por las limitaciones de espacio y tiempo; se ampliarán en el congreso y se invita a los lectores a desarrollar detalles de los resultados en las referencias citadas.

Muestra

El análisis tiene en cuenta la organización de la educación secundaria en distintos niveles (educación secundaria obligatoria –ESO– y bachillerato, cursos y asignaturas (biología, geología, física, química, etc.). El currículo básico del RD1105 se presenta organizado en cada asignatura en tres partes: bloques de los contenidos, criterios de evaluación y EAE, que concretan los criterios (tabla 1).

Instrumento

Los criterios empleados para identificar los contenidos de NdCyT/PC es que su formulación corresponda a las descripciones del marco teórico, que se plasman en sendas taxonomías de los temas de NdCyT estructurada en diferentes dimensiones y categorías (tabla 1) (Bennássar et al., 2010).

Tabla 1.
Campos, dimensiones y categorías de la taxonomía COCTS para temas de NdCyT

	DIMENSIONES	CATEGORÍAS
CAMPO COGNITIVO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	Definiciones	1. Ciencia y Tecnología
	Epistemología	9. Naturaleza del conocimiento científico
CAMPO SOCIAL E INSTITUCIONAL DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	Sociología Externa de la Ciencia	2. Influencia de la Sociedad sobre la Ciencia / Tecnología
		3. Influencia triádica
		4. Influencia de Ciencia / Tecnología sobre la Sociedad
		5. Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad
		6. Características de los científicos
	Sociología Interna de la Ciencia	7. Construcción social del conocimiento científico
		8. Construcción social de la Tecnología

A su vez, la taxonomía para PC usa las destrezas de Fisher (2009):

1. identificar suposiciones implícitas; clarificar e interpretar ideas;
2. comprender y usar el lenguaje con claridad;
3. recoger y ordenar información pertinente;
4. poner a prueba convicciones;
5. juzgar la fiabilidad, credibilidad, etc.;
6. producir y evaluar argumentos;
7. interpretar pruebas;
8. reconocer relaciones (lógicas, etc.);
9. resolver problemas, investigaciones, etc.;
10. analizar, evaluar y producir explicaciones;
11. analizar, evaluar y producir tomar decisiones,
12. analizar, evaluar y producir inferencias,
13. analizar, evaluar y producir conclusiones o generalizaciones, etc.
14. disposiciones generales (apertura, participación, etc.)

Los números de ambas taxonomías se usan como claves para representarlas en los resultados.

Procedimiento

De los tres elementos del currículo, los estándares de aprendizaje evaluables (EAE) son los más específicos, pues contienen las menciones más concretas a contenidos relacionados con NdCyT/PC. Por ello, los EAE del texto del currículo se analizan para identificar contenidos de NdCyT/PC y son los que se mencionan en los resultados (se acorta su redacción original para adaptarlos a la pequeña extensión permitida).

RESULTADOS

Se presentan los EAE relacionados con NdCyT/PC que se presentan en el currículo como un bloque completo o casi completo del currículo y que se caracterizan por una amplia presencia transversal en la mayoría de las asignaturas. En general, los bloques curriculares que contienen elementos completos o casi completos de NdCyT/PC son de tres tipos: bloques referidos a la actividad o metodología científica (generalmente detallan habilidades, destrezas y estrategias científicas usualmente reconocidas en la didáctica como procesos de indagación científica), los bloques o partes de bloque referidos a proyectos de investigación (los estudiantes se implican en la realización de un proyecto de investigación científica) y, finalmente, los bloques o partes del bloque que se refieren a contenidos del medio ambiente.

Cada uno de estos tipos se analiza y presenta en los apartados siguientes con ejemplos escogidos de una variedad de asignaturas para ofrecer una muestra amplia a pesar de la limitación de espacio. Las tablas presentan los contenidos más importantes relativos a los temas de NdCyT/PC de las asignaturas científicas en la forma específica de los EAE.

Tabla 2.
Ejemplo de estándares de aprendizaje evaluables correspondientes
al bloque de contenidos referido a procesos de indagación científica (RD1105)

<i>Asignatura / bloque de contenidos</i>	<i>(categoría del COCTS)_Estándares de aprendizaje evaluables</i>	<i>PC*</i>
Física y Química. 2º y 3ºESO Bloque 1. La actividad científica	(9)_Formula hipótesis para explicar fenómenos cotidianos utilizando teorías y modelos científicos.	10
	(9)_Registra observaciones, datos y resultados, organizada y rigurosamente, y comunica oral y escrita, utilizando esquemas, gráficos, tablas y expresiones matemáticas.	3, 2
	(4)_Relaciona investigación científica con aplicaciones tecnológicas cotidianas.	8
	(1)_Reconoce e identifica símbolos de etiquetado de productos químicos e instalaciones.	8
	(7)_Selecciona, comprende e interpreta información de divulgación científica y transmite conclusiones utilizando lenguaje oral y escrito con propiedad.	7, 13
	(7)_Identifica características de fiabilidad y objetividad de información en internet y medios digitales.	5
	(9)_Realiza pequeños trabajos de investigación aplicando el método científico y utilizando TIC.	9
	(7)_Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.	14

*número de la taxonomía de pensamiento crítico basada en las destrezas de Fisher (2009)

Tabla 3.
Ejemplo de estándares de aprendizaje evaluables correspondientes
al bloque de contenidos referido a proyecto de investigación (RD1105)

Asignatura / bloque de contenidos	(categoría del COCTS)_Estándares de aprendizaje evaluables	PC*
Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional. 4ºESO Bloque. Proyecto de investigación	(9)_Integra y aplica las destrezas propias del método científico.	9
	(9)_Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.	6
	(7)_Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en TIC, para elaboración y presentación de investigaciones.	3
	(7)_Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.	14
	(9)_Diseña pequeños trabajos de investigación para presentación y defensa en el aula.	9
	(7)_Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de investigaciones.	2

*número de la taxonomía de pensamiento crítico basada en las destrezas de Fisher (2009)

Los ejemplos correspondientes a contenidos de NdCyT de otras asignaturas, las correspondientes a los temas de medio ambiente y las menciones aisladas de los contenidos de naturaleza de la ciencia y tecnología y pensamiento crítico, junto con otros detalles adicionales se presentarán en el Congreso.

DISCUSIÓN

La conclusión más positiva del análisis es la constatación que el currículo ofrece un abundante y diverso espectro de contenidos innovadores de NdCyT/PC en todas las asignaturas de ciencias y tecnología. Sin embargo, hay que constatar también que estos contenidos de NdCyT/PC carecen de un planteamiento estructurado en el currículo; de ahí que la identificación estructurada que presenta este estudio puede servir para facilitar al profesorado su atención hacia ellos, focalizarlos como contenidos diferentes a los contenidos de conocimiento y, en consecuencia, promover su enseñanza adecuada en las líneas esbozadas antes y que se ampliarán en el congreso, pues la investigación didáctica advierte sobre las dificultades de su enseñanza (Vázquez et al., 2013; 2014).

Para superar estas dificultades, la categorización añadida a cada estándar orienta al profesorado sobre el significado principal de cada contenido de NdCyT/PC correspondiente, y es un primer paso para lograr una enseñanza efectiva. Una amplia literatura coincide en sugerir que esta no puede ser una enseñanza tradicional (memorización o acumulación), sino una enseñanza reflexiva, crítica, cooperativa, participante, argumentativa, etc. Además, se requiere formar al profesorado, disponer de mejores materiales didácticos, que ayuden a dar mayor coherencia a su progresión en las diversas asignaturas y mejor precisión epistemológica al lenguaje

En suma, la identificación de los contenidos de NdCyT/PC, presentes en los nuevos currículos que ofrece esta comunicación persigue el objetivo de enfatizar cuestiones básicas para su enseñanza efectiva:

- el profesorado pueda discriminar estos contenidos especiales de los contenidos meramente de conocimiento y procedimentales, a través de la correspondencia de ciertos EAE con las categorías de NdCyT/PC,
- como consecuencia, aplicar métodos de enseñanza eficaces (explícitos y reflexivos), para que los estudiantes comprendan más acerca de la ciencia (aunque no sepan tanta ciencia por memorizar conocimientos) y desarrollen destrezas de PC.

Constituye una primera aportación práctica para el profesorado acerca de la discriminación de esos innovadores, valiosos y difíciles contenidos que requieren una atención especial para su enseñanza específica (Vázquez y Manassero, en prensa).

AGRADECIMIENTOS

Proyecto EDU2015-64642-R (MINECO/FEDER) con financiación del Ministerio de Economía y Competitividad de España y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional.

REFERENCIAS

- BENNÀSSAR, A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO M. A., y GARCÍA-CARMONA, A. (Coor.). (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
- ECHVERRÍA, J. (2010). De la filosofía de la ciencia a la filosofía de la tecnociencia. *Daímon Revista Internacional de Filosofía*, 50, 31-41.
- FISHER, A. (2009). *Critical Thinking. An Introduction*. Cambridge : Cambridge University Press.
- GOLD, K. (2002). Thinking: the next big idea. TES:Website. TES:Website more than a job. Available: http://www.tes.co.uk/section/story/?story_id=365216.
- HODSON, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and value*. Rotterdam: Sense Publishers.
- KAHNEMAN, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Madrid: Debate
- 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.
- NGSS Next Generation Science Standards (2013). *The Next Generation Science Standards*. Washington: National Academy of Sciences. Consultado en <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>
- NORRIS, S.P. y ENNIS, R.H. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest Publications.
- VÁZQUEZ, Á. y MANASSERO, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648. Consultado en <http://reuredc.uca.es>
- (en prensa). Más allá de la comprensión científica: educación científica para enseñar a pensar. Manuscrito enviado para publicación.
- VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A. y BENNÀSSAR-ROIG, A. (Comp.) (2014). *Secuencias de Enseñanza Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología*. Unidades Didácticas del proyecto EANCYT. Palma de Mallorca: Autor (CD).