
Elementos de la Naturaleza de Ciencia y la Tecnología (NdCyT) para Formación Continua de Docentes

Carreño Díaz, Andrés Julián¹

Categoría 2. Trabajo de investigación

Resumen

En este escrito se realiza una revisión desde la literatura actual, frente al problema educativo de enseñar con calidad la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), es decir, las cuestiones acerca de cómo la ciencia y la tecnología (CyT) valida su conocimiento y cómo funcionan en el mundo actual. Se centra en la NdCyT como uno de los pilares que permite una alfabetización científica. Mejorar la calidad de la enseñanza sobre NdCyT a través de la intervención en la formación de los profesores de colegios distritales es deseable pues contribuirá a alcanzar una mejor calidad del aprendizaje sobre NdCyT.

Palabras Claves

Alfabetización Científica, Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, Educación en ciencias

Introducción

Uno de los grandes retos que enfrenta la educación del siglo XXI, se encuentra dirigido hacia la alfabetización científica de todos los ciudadanos. Este desafío responde, en un principio, a la necesidad de brindar a los estudiantes una herramienta básica que les permita saber leer la realidad, una realidad concreta marcada por el desarrollo científico, técnico y ambiental (Marco-Stiefel, 2001), que sea útil para tomar y participar en decisiones, tanto individuales como grupales, en una sociedad universalizada.

El campo de la Educación de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente (CTSA), desde sus inicios, hace más de 40 años, se ha preocupado por avanzar hacia una sociedad con una mejor alfabetización científica y tecnológica, que no sólo forme

¹ Universidad Pedagógica Nacional, (Estudiante de Doctorado)
doc_ajcarrenod742@pedagogica.edu.co

parte integral de la educación básica, sino que sea general para todas las personas. De esta manera la alfabetización científica dentro de la educación CTSA, es un objetivo amplio que rebasa la escuela, donde todas las fuerzas sociales deben comprometer, pero sus bases y principios se deben establecer en el ámbito escolar, apuntando hacia una formación permanente y autónoma (Marco-Stiefel, 2001).

Diversos artículos relacionados con la Educación en Ciencias (por ejemplo: Marco-Stiefel, 2001; Solbes, Montserrat, & Furió, 2007; Callejas R., Mendoza P., & Porras, 2012; García, y otros, 2001; Pedretti & Nazir, 2011) coincide en establecer un elemento básico de la alfabetización científica dentro de los currículos escolares, es la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT), con la cual se abordan los diferentes aspectos vinculados a la construcción del conocimiento científico y tecnológico, la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia. Por tanto la NdCyT se constituye como una de las bases fundamentales para promover la enseñanza de las ciencias y la alfabetización científica de los estudiantes en cualquier nivel educativo.

Para García, Vázquez & Manassero (2012) la expresión NdCyT es en esencia compleja, además de no ser fija en el tiempo, está constituida por una gran variedad de aspectos relacionados con múltiples disciplinas como la filosofía, la sociología, la historia de las ciencias; lo cual hace que no sea sencillo establecer consensos frente a sus características principales y existan diferentes posicionamientos frente a la NdCyT, pero desde la didáctica de la ciencia podemos establecer aspectos relevantes que permitan enriquecer su descripción y enseñanza en todos los niveles de educación.

La presente reflexión hace parte del marco teórico de la tesis doctoral en educación en ciencias y se desarrolla desde las diferentes posturas en didáctica de las ciencias acerca de la NdCyT, y sus posibles contribuciones hacia los procesos de formación continua de los profesores ciencias del Distrito Capital (Bogotá, Colombia).

La naturaleza de la ciencia y la tecnología

Vildósola (2009) plantea que no hay consenso para definir con exactitud y de manera específica la naturaleza de las ciencias (NdC), pero desde la didáctica de las ciencias se han establecido numerosos aportes que han enriquecido su descripción (ver tabla 1).

Tabla 1. Algunas definiciones de naturaleza de la ciencia aportadas por la didáctica de las ciencias (Vildósola, 2009)

Autor (es)	Algunas definiciones de Naturaleza de la Ciencia aportadas por la investigación en didáctica
Lederman y Zeidler (1987); Lederman (1992); Abd-El Kalick et al. (1998).	La naturaleza de la ciencia comúnmente se refiere a la epistemología de la ciencia, como vía de conocimiento, que incluye los valores y creencias inherentes al desarrollo del conocimiento científico
Ryan y Aikenhead (1992)	La naturaleza de la ciencia incluye, el significado de ciencia, supuestos, valores, invenciones conceptuales, métodos, consensos y las características del conocimiento que produce.
Bell et al. (2000).	La naturaleza de la ciencia se refiere a los fundamentos epistemológicos de las actividades de la ciencia.
Acevedo et al (2004).	La naturaleza de la ciencia es un metaconocimiento que surge de la reflexión sobre la propia ciencia, y hace referencia a los contenidos epistemológicos de la Ciencia, es decir, la forma específica en que ésta llega a obtener sus conocimientos, junto con los valores, supuestos y creencias que la sustentan.
Bartholomew et al. (2004).	La naturaleza de la ciencia se emplea para referirse a un amplio grupo de cuestiones filosóficas y epistemológicas acerca de la naturaleza del conocimiento científico.
Schwartz et al. (2004).	La naturaleza de la ciencia hace referencia a los valores y afirmaciones que son intrínsecos al conocimiento científico, incluyendo las influencias y limitaciones que resultan de la ciencia como una empresa humana.
Adúriz-Bravo et al. (2005).	Conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales.
Vázquez et al. (2007).	La naturaleza de la ciencia incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad. Este constructo, frase o concepto, hace referencia a cuestiones como: ¿qué es la ciencia?, ¿cuál es su funcionamiento interno y externo?, ¿cómo se construye y desarrolla el conocimiento que produce la ciencia?, ¿qué métodos usa ésta para validar este conocimiento?, ¿cuáles son los valores implicados en las actividades de la ciencia?, ¿cuál es la naturaleza de la comunidad científica?, ¿cuáles han sido y son las relaciones de la ciencia con la tecnología hasta constituir el actual sistema tecnocientífico?, ¿cuáles son las relaciones de la sociedad con este sistema?, ¿cuáles son las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad?

Del mismo modo para García (et al. 2012), existen fundamentalmente dos posturas, sobre la naturaleza de la ciencias, desde la didáctica de las ciencias; uno reduccionista tendente a identificar la Naturaleza de las ciencias con la epistemología

de la ciencia, especialmente con los valores y características filosóficas inherentes al conocimiento científico; y otro, que asume la Naturaleza de las Ciencias como un concepto más amplio, que engloba multitud de aspectos, incluyendo cuestiones como: ¿qué es la ciencia?; ¿cuál es su funcionamiento interno y externo?; ¿cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce?; ¿qué métodos emplea para validar y difundir este conocimiento?; ¿qué valores están implicados en las actividades científicas?; ¿cuáles son las características de la comunidad científica?; ¿qué vínculos tiene con la tecnología, la sociedad y la cultura?; etc.

Para Vázquez & Manassero (2012) esta última postura es mucho más holística y completa, ya que incorpora aspectos epistemológicos, sociológicos y psicológicos, presentes tanto en la ciencia como en la tecnología, fundamentalmente los vínculos de interacción e interdependencia entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

De esta forma los principios que orientan la NdCyT son un meta-conocimiento sobre la ciencia y tecnología referido al que, el cómo, el por qué y el para que de las actividades científicas. Asimismo, los principios propios de la ciencia para la validación del conocimiento deben empapar e impregnar toda la educación científica, de modo que, la NdCyT ofrece el andamiaje global que da sentido y coherencia a toda la enseñanza de las Ciencias desde un enfoque CTSA.

La didáctica de la naturaleza de la ciencia y la tecnología

Aunque son múltiples y variados de enfoques sobre la NdCyT, García et al (2012) sostiene que se puede constituir la existencia de ciertos consensos que permiten establecer las bases de la enseñanza de la NdCyT.

Desde la didáctica de las ciencias se pueden identificar dos enfoques desde los cuales se orienta la enseñanza de la NdCyT, el primero tiende a identificar la NdCyT con la epistemología de la ciencia, especialmente con los valores y características filosóficas inherentes al conocimiento científico y otro, que asume la NdCyT incluye los aspectos anteriormente expuestos y amplía su visión a los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad (Vázquez Alonso & Manassero Mas, 2012)

En didáctica de las Ciencias son diversas las estrategias que se han implementado para la enseñanza de la NdCyT, García et al (2012) identifica las siguientes estrategias

didácticas utilizadas para poder tener una comprensión de la NdCyT a través de la enseñanza de:

- Una ciencia contextualizada en situaciones socio-científicas (sociocultural)
Se busca mediante el análisis de aspectos socio – científicos el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, una idea más realista y adecuada de ésta, un aumento de la capacidad argumentativa, así como el desarrollo de pensamiento crítico y responsable ante tales situaciones. Lo anterior no implica necesariamente, que hayan mejorado su comprensión de la NdCyT, salvo cuando reflexionan sobre situaciones contradictorias ante un determinado tema de controversia socio – científico (García et al, 2012).
- La historia y la filosofía de la ciencia.
Uno de los recursos más utilizados para la enseñanza de la NdCyT son los escenarios que muestra cómo se construyen los conocimientos científicos en conexión con el contexto histórico y social. De acuerdo con Garcia(2012) y Pedretti & Nazir, 2011, la historia de la ciencia beneficia la disposición de los estudiantes por la ciencia y su aprendizaje, pero requiere de actividades reflexivas para superar la gran dificultad de los alumnos en reconocer los aspectos de la NdCyT, involucrados en las historias de ciencia, además que requieren de tiempo y preparación especial por los profesores.
- Los procedimientos y la indagación científica
La comprensión de la NdC mediante el desarrollo de los procedimientos de indagación tiene una buena acogida entre el profesorado; muchos confían en las actividades educativas relacionadas con los procedimientos y métodos de la ciencia (prácticas de laboratorio, procesos de la ciencia, proyectos de indagación, etc.) como instrumento para que los estudiantes aprendan de forma natural contenidos de la NdC. Sin embargo, además del posible y falso reduccionismo que puede derivarse de identificar procedimientos científicos con la NdC, esta enseñanza de la NdC no se muestra efectiva por ser demasiado implícita. Se aboga por una enseñanza explícita y reflexiva que pueda contribuir a la comprensión de la NdC, pero, además, porque este conocimiento adecuado de la NdC juega un papel esencial para complementar la comprensión significativa de los procesos de investigación científica.
- Contextos habituales de los cursos de ciencia
La NdC puede enseñarse también presentando sus contenidos en el contexto del currículo escolar de ciencias habitual, de dos maneras: integrados en los contenidos curriculares tradicionales (por ejemplo, integrar la provisionalidad del

conocimiento científico en el contexto de los modelos atómicos), o bien enseñarlos como nuevos contenidos del currículo, diferenciados de los demás, y explicitando sus propios objetivos, contenidos, actividades y criterios de evaluación. Las investigaciones en este contexto de currículo escolar usual aún son escasas, si bien hay coincidencias en que el factor más determinante del éxito de la enseñanza de la NdC es que sea explícita y reflexiva.

De igual manera otras estrategias didácticas desde la educación CTSA, que busca llevar a cabo una enseñanza de la NdCyT, por ejemplo, Pedretti & Nazir (2011) identifican seis corrientes (aplicación – diseño, histórico, razonamiento lógico, centrada en los valores, socio – cultural, y socio-Eco – justa), para la enseñanza de la NdCyT.

La NdCyT en el currículo colombiano

En Colombia la Ley General de Educación (1994) propone entre sus fines, vinculados a la enseñanza de las ciencias, ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana y fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa (Callejas R., Mendoza P., & Porras, 2012).

De igual manera, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) expidió en el 2006 los Estándares Básicos de Ciencias Naturales, donde se plantea que una de las acciones de pensamiento para producir el conocimiento propio de las ciencias naturales es el eje de ciencia, tecnología y sociedad, que permiten la comprensión de los aportes de las ciencias naturales para mejorar la vida de los individuos y de las comunidades, así como el análisis de los peligros que pueden originar los avances científicos.

Por lo tanto, se espera que con estas orientaciones los docentes de ciencias Naturales de los diferentes niveles de la educación, orienten su quehacer pedagógico, desde diferentes actividades y temáticas establecidas, para que el estudiante comprenda que la ciencia es una construcción humana realizada desde la teoría y la práctica, y que desde la medida en que la sociedad y la ciencia progresan, se establecen nuevas y diferentes relaciones de impacto mutuo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De igual manera se espera que la formación en ciencias desarrolle la capacidad crítica del estudiante para que le permita responder a las exigencias del mundo moderno y actuar socialmente de manera reflexiva, eficiente, honesta y ética (Callejas et al, 2012) fines que también se encuentran presentes en la educación CTSA, en la alfabetización científica y la NdCyT.

Conclusiones

Al realizar la lectura de las diversas investigaciones y artículos relacionados con la didáctica de la ciencia, es reiterativo encontrar el grave fracaso escolar, así como la falta de interés e incluso rechazo que generan las materias científicas en los estudiantes de diversos niveles educativos, la cual en parte, se generó por un sistema educativo centrado en una verdad única, que excluye aquellas cuestiones de la NdCyT, alejado de la libertad, la crítica, la creatividad y la apertura mental propios del sistema tecnocientífico (García, 2012).

Desde la didáctica de las ciencias existen consensos que permiten establecer las bases de la enseñanza de la NdCyT, pero su puesta en práctica ha requerido que existan diversos enfoques prácticos o metodológicos que busquen en los estudiantes una aproximación más adecuada a la naturaleza de la ciencia y poder desarrollar una alfabetización científica más real.

Los fines de la educación en Colombia plantean una alfabetización científica de todos los ciudadanos, por lo cual se debe promover una aproximación de los profesores de ciencias hacia una comprensión más adecuada de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, que permita ir más allá de la habitual transmisión de conocimientos científicos, de incluir una aproximación a la naturaleza de la ciencia y a la práctica científica y, sobre todo, de poner énfasis en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), con vistas a favorecer la participación ciudadana en la toma fundamentada de decisiones (Quintero, 2010)

De igual manera dadas las variedades de tareas y de estudiantes que el profesor debe enfrentar en el ejercicio de su profesión, se requiere que él sea cada día más un profesional cualificado que le permita establecer un ambiente de aprendizaje efectivo. Un componente central en este proceso es la capacidad que debe tener un profesor para poder realizar juicios de valor bien informados que le permitan finalmente desarrollar una propuesta educativa en el marco CTSA. De esta manera se deben fomentar procesos de formación que procuren que los profesores de ciencias desarrollen capacidades y actitudes para realizar un conjunto de juicios de valor bien informados durante el proceso de enseñanza. (Duschl, 1997).

Referencias bibliográficas

- Callejas R., M., Mendoza P., E., & Porras, Y. (2012). Unidades didácticas para aprender sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología en educación básica (proyecto eancyt). *revista de ensino de ciências e matemática*, III(3), 116-128.
- Callejas Restrepo, M., & Mendoza Parada, E. A. (2011). Diferencias en la comprensión de la ndcyt entre profesores en formación que inician la universidad y los que finalizan. En Á. V.-C. Antoni Bennássar, *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología* (págs. 91-102). Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Carlos Alberto, Q. (enero-junio de 2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Revista del Instituto*(12), 222-239.
- Duschl, R. (1997). *Renovar la Enseñanza de las ciencias*. Madrid.
- García Carmona, A., Vázquez Alonzo, Á., & Manassero Mas, M. (2012). Comprensión de Los Estudiantes Sobre Naturaleza De La Ciencia: Análisis Del Estado Actual De La Cuestion Y Perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, I(30), 23-34.
- García, E. E., González, J., López, J., Luján, J., Martín Gordillo, M., Osorio, C., y otros. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1997). *La nueva Producción del Conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona: Pomares-Corredor.
- Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2005). ¿Cómo empezar? En D. Gil Pérez, A. Vilches, I. Fernández, J. Martínez Torregrosa, C. Sifredo, & P. Valdés, ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? *Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años* (págs. 67- 79). Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.

- Gil Pérez, D., Sifredo, C., Valdés , P., & Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En *¿Cómo Promover el Interés por la Cultura Científica?* (págs. 15-29). Chile: UNESCO.
- Marco-Stiefel, B. (2001). Alfabetización Científica y Enseñanza de las Ciencias. Estado de la Cuestión. En P. Membiela, *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia - Tecnología - Sociedad* (págs. 33-46). Madrid: Narcea, S.A.
- Oviedo, P. E., Fernández, M. R., Zapata C., P., & Cárdenas S., F. (2012). Qué piensan los estudiantes acerca de la educación en ciencias de la naturaleza recibida durante la secundaria. *Revista EDUCyT*, 214-235.
- Pedretti, E., & Nazir, J. (Julio de 2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95(4), 601-626.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*(21), 91-117.
- Valdés Castro , P., & Romero Rojas , X. (15 de Mayo de 2011). Orientaciones cts, un imperativo en la enseñanza general. *Revista Iberoamericana de Educación*(55).
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, IX(1), 2-31.
- Vildósola Tibaud, X. (2009). *Las actitudes de profesores y estudiantes y la influencia de factores del aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de Tesis Doctorales en Red: <http://hdl.handle.net/10803/1325>