

# El Abordaje CTS de la Nanotecnología en los libros de texto de Biología, Física, Química y Geografía de la escuela secundaria.

Damian Lampert<sup>1</sup> y Silvia Porro<sup>2</sup>

*1 Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes/ CONICET*

*2 Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes*

[damian.lampert@unq.edu.ar](mailto:damian.lampert@unq.edu.ar)

[Versión para imprimir](#) 

## Resumen

Este trabajo presenta un análisis realizado de los libros de Física, Química, Geografía y Biología de la escuela secundaria para conocer si se incluyen aspectos relacionados a la Nanotecnología. Por otro lado, se analizó si el contenido se presenta solo de forma conceptual o incluyendo un abordaje CTS. El análisis contó con 4 libros de cada asignatura y se encontró que solo los de Física, Química, Fisicoquímica y Geografía incluyen ejemplos o aplicaciones de la Nanotecnología en relación a la sociología interna y externa de la ciencia.

**Palabras clave:** Nanotecnología – Libros de texto – Educación CTS

**The STS Approach to Nanotechnology in High School Biology, Physics, Chemistry, and Geography Textbooks.**

## Summary

This paper presents an analysis of high school Physics, Chemistry, Geography and Biology books to find out if aspects related to Nanotechnology are included. On the other hand, it was analyzed whether the content is presented only in a conceptual way, including a STS approach. The analysis included 4 books from each firm and found that only those on Physics, Chemistry, Physicochemistry and Geography included examples or applications of Nanotechnology in relation to the internal and external sociology of science.

**Keywords:** Nanotechnology - Textbooks - STS Education

## Introducción

La nanotecnología es el estudio interdisciplinario de la ciencia y la tecnología que involucran disciplinas como química, física, biología, electrónica, medicina e ingeniería. El término “Nanotecnología” se refiere al estudio y desarrollo de materia en escala manométrica en diferentes ramas como la medicina, los alimentos, los textiles, la electrónica y los cosméticos, entre otros.

El avance de los conocimientos en nanotecnología proviene de diversas décadas de trabajo científico y tecnológico realizado en distintas partes del mundo [1]. En nuestro país predomina una amplia incorporación de la nanotecnología en los distintos niveles educativos. Se puede mencionar como ejemplo que desde el 2016 se crearon distintas carreras de grado y posgrado relacionadas a la Nanotecnología en Universidades públicas y privadas. Por su parte, distintas carreras científico-tecnológicas de Latinoamérica fueron incorporando en sus asignaturas competencias relacionadas con la Nanociencia y la Nanotecnología [2].

En el nivel primario y secundario, desde la última reforma educativa, no se incluyen en los diseños curriculares contenidos de Nanotecnología [3]. Sin embargo, existen proyectos de extensión de diferentes Universidades para acercar estos contenidos a las escuelas. Mismo la Fundación Argentina de Nanotecnología llevó a cabo divulgación del tema en instituciones educativas de enseñanza media mediante un taller denominado “*Nanotecnólogos por un día*”.

También, se han desarrollado diversos materiales para enseñar nanotecnología en la escuela secundaria, como la “*Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria*” [4]

Por otro lado, es común la presencia de contenidos de nanotecnología en los libros de física, química y biología bajo un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS) para el trabajo áulico, como apartado innovador o tema de interés actual.

El objetivo de este estudio, fragmento de una investigación más extensa sobre contenidos CTS en los libros de ciencia, es analizar los aspectos de la enseñanza de la Nanotecnología y su abordaje en los libros de texto. Para este fragmento de la investigación se trabajará con las asignaturas Física, Química, Fisicoquímica, Biología y Geografía.

### Marco teórico

La escuela secundaria de la Provincia de Buenos Aires en las asignaturas de Ciencias Naturales busca promover la Alfabetización Científica del estudiantado [5]. En este sentido se busca que los estudiantes aprendan “acerca” o “sobre” la ciencia y no “de” ciencia [6]. Esta mirada acerca de la educación secundaria, da lugar a la enseñanza con enfoque CTS que busca el abordaje de las cuestiones científicas en relación al contexto social. Es importante modificar la mirada sobre la ciencia a enseñar de una forma en la cual los individuos sean capaces de tomar decisiones para obtener bienestar para ellos y para la sociedad en su conjunto [7]. Es por ello que en la última reforma educativa, se incorporaron los contenidos CTS en los diversos diseños curriculares de las asignaturas de Ciencias Naturales, como Biología, Genética y Sociedad, Ambiente, Desarrollo y Sociedad, Fundamentos de Química y Salud y Adolescencia [8,9]

La inclusión de los contenidos CTS permite incorporar aspectos de Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) y su relación con los conocimientos disciplinares [10]. Teniendo en cuenta la relación del enfoque CTS con la enseñanza de NdCyT, es importante estudiar la presencia y tipos de contenidos metacientíficos que son tratados en los libros de texto. Existen múltiples trabajos sobre el abordaje de algún tema o contenido en particular con enfoque CTS. Por ejemplo, la energía nuclear [11], electrónica, [12] y los alimentos [13,14]

El uso de los libros de texto es la principal herramienta de uso en los diferentes niveles educativos [15]. Los libros de texto suelen incluir los contenidos pautados por el Diseño Curricular y proponer diferentes enfoques para su abordaje desde una forma interdisciplinaria. Así como los Diseños Curriculares presentan los contenidos sobre qué y cómo enseñar, los libros de texto suelen ser las herramientas seleccionadas por el docente para el abordaje de los contenidos.

La actividad analizada en este trabajo fue desarrollada e implementada en el contexto del proyecto CYTPENCRI (Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología), un proyecto de investigación en el que participan grupos de diferentes países de Iberoamérica.

### Metodología

Se llevó a cabo un análisis con metodología mixta. Se utilizaron un total de 20 libros: 4 correspondientes a Física, 4 a Química, 4 a Biología, 4 a Fisicoquímica y 4 a Geografía de diferentes editoriales. Con respecto a los libros de Biología, solo se trabajó con la asignatura de Biología de 4to año que es la asignatura común para todas las orientaciones e incluye entre sus bloques, aspectos de Biotecnología.

La cantidad de libros analizados surgió a partir de una entrevista con 5 profesores y profesoras de cada asignatura, que mencionaron aquellos libros que suelen trabajar en sus aulas desde hace 5 años. El profesorado encuestado formaba parte de 3 instituciones educativas de la Provincia de Buenos Aires.

Los libros fueron categorizados para cada asignatura con la letra A hasta la T.

Se utilizó una metodología basada en el análisis llevado a cabo por Ferreriro y Ocellii [16]. Como modelo se utilizó una tabla (Ver tabla I) en la cual se completará con los campos que se detallan debajo.

Libro	Asignatura	Contenido de Nanotecnología	Tipo de presencia	Contenido dentro del cual es incluido	Aspectos de NdCyT

Tabla I: Campos para el análisis de los libros de texto. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado.

- *Libro:* Enumeración de los libros con presencia de contenidos de Nanotecnología.
- *Asignatura:* Introducción a la Física, Introducción a la Química, Biología y Fisicoquímica.
- *Contenido de Nanotecnología:* se pondrá que aspecto de la Nanotecnología se trabaja: definición, aplicaciones en los alimentos, electrónica, cosméticos, medicina, materiales, industria textil u otra.
- *Tipo de presencia:* se detallará si el tema es incluido como texto principal, texto secundario, ilustración, actividad o sección especial.
- *Contenido en dentro del cual es incluido:* Se explicará sobre que contenido o bloque de contenido se trabaja la temática de la Nanotecnología.
- *Contenidos de NdCyt:* para el análisis del abordaje de la Nanotecnología con enfoque CTS en los libros de texto, se partió de una metodología adaptada de una investigación sobre NdCyT en currículos escolares españoles [17,18]. En dicha investigación se presenta una taxonomía con diferentes dimensiones sobre temas de NdCyT. En la tabla II, se presentan las diferentes dimensiones:

<b>Taxonomía de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología</b>	
<b>Dimensiones y aspectos</b>	<b>Temas</b>
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia
	02. Tecnología
	03. I + D
	04. Interdependencia
2. Influencias de la sociedad en CYT	01. Gobierno
	02. Industria
	03. Ejército
	04. Ética
	05. Instituciones educativas
	06. Grupos de especial interés
	07. Influencias sobre los científicos
	08. Influencias generales
3. Influencia ternaria	01. Interacción CTS
4. Influencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad	01. Responsabilidad social
	02. Decisiones sociales
	03. Problemas sociales
	04. Resolución de problemas
	05. Bienestar económico
	06. Contribución al ejército
	07. Contribución al pensamiento social
	08. Influencias generales
5. Influencias de la ciencia escolar en la sociedad	01. Unión dos culturas
	02. Empoderamiento social
	03. Caracterización de la ciencia escolar
6. Características de los científicos	01. Motivaciones
	02. Valores y estándares

	03. Creencias
	04. Capacidades
	05. Efectos de género
	06. Infrarrepresentación de mujeres
7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización
	02. Decisiones científicas
	03. Comunicación profesional
	04. Competencia profesional
	05. Interacciones sociales
	06. Influencias de los individuos
	07. Influencias nacionales
	08. Ciencia pública y privada
8. Construcción social de tecnología	01. Decisiones tecnológicas
	02. Autonomía de la tecnología
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones
	02. Modelos científicos
	03. Esquemas de clasificación
	04. Tentativa
	05. Hipótesis, teorías y leyes
	06. Enfoque a la investigación
	07. Precisión e incertidumbre
	08. Razonamiento lógico
	09. Suposiciones de la ciencia
	10. Estatus epistemológico
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos

**Tabla II:** *Taxonomía sobre NdCyT.* Fuente [17, 18].

## Resultados

A partir del análisis de los 20 libros de texto, se encontró que solo 5 hacían mención en textos, actividades o imágenes, a la Nanotecnología. Los resultados del análisis de los 4 libros que incluían temas de Nanotecnología se muestran en la tabla III.

Libro	Asignatura	Contenido de Nanotecnología	Tipo de presencia	Contenido dentro del cual es incluido	Aspectos de NdCyT
A	Fisicoquímica	Nanomateriales	Actividad e imagen de nanotubos de carbono	Estructura de la Materia	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología

					en la sociedad: problemas sociales.
D	Fisicoquímica	Definición.	Texto principal.	Introducción (Primer capítulo del libro)	-
E	Introducción a la Química	Nanomateriales	Dentro del texto principal bajo el título "Alotropía"	Características del átomo del Carbono	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: problemas sociales.
		Electrónica	Dentro del texto principal bajo el título "Modelos Científicos" se mencionan los nanochips	Enlaces químicos	Epistemología: Modelos Científicos
K	Introducción a la Física	Definición y relación con el Segundo Principio de la Termodinámica	Sección especial que incluye texto, actividades y una imagen de nanorobots.	Termodinámica	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: problemas sociales y bienestar económico.
Q	Geografía	Definición, historia y claster de Nanotecnología. Aplicaciones en la construcción y en el uso de la energía solar.	Texto principal	Actividades industriales	Sociología Externa de la Ciencia: Influencia de la Ciencia/Tecnología en la sociedad: bienestar económico, problemas sociales. Construcción social del conocimiento científico y de tecnología: ciencia pública y privada y decisiones tecnológicas.

**Tabla III:** Resumen de contenidos de Nanotecnología y dimensión CTS. Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado.

A partir del análisis realizado, se puede corroborar que los libros que presentan la temática, en su mayoría, trabajan la Nanotecnología mediante un enfoque CTS. Solo uno de ellos, hace referencias a definiciones y aplicaciones de una forma aislada.

Por otro lado, de los libros trabajados bajo un enfoque CTS, dos de ellos trata la temática de forma separada a los capítulos convencionales del libro. Mientras que los otros, incluyen ejemplos e imágenes de Nanotecnología dentro de los aspectos disciplinares que se trabajan en el capítulo.

Otro punto de interés es que los libros analizados de Biología no incluyen aspectos relacionados a la Nanociencia y la Nanotecnología. Ni siquiera en aquellas secciones donde prevén trabajar con aspectos de la vida cotidiana.

En relación a los temas CTS, en su mayoría se presenta a la Nanotecnología como una solución a problemas sociales (principalmente de índole ambiental) y al uso en la actividad industrial. Asimismo, la presencia dentro de un libro de Geografía, muestra el abordaje de la temática centrándose en Sociología interna de la ciencia en particular a la ciencia pública y privada, al mencionar al grupo de empresas Argentina que se dedican a la Nanotecnología.

## Conclusiones

A partir del análisis realizado, podemos concluir que además de que la Nanotecnología no está en los diseños curriculares, son muy pocos los libros que hacen mención a esta disciplina. Por otro lado, los llevan aplicaciones concretas de la vida cotidiana retomando temas y contenidos del capítulo en el cual se encuentra inserta la temática. De esta forma podemos concluir que su incorporación cumple con la finalidad del diseño curricular.

Respecto al tipo de contenido CTS presente en la bibliografía analizada, si bien hay ejemplos sobre Epistemología en uno de los libros, la mayoría presentan contenido CTS perteneciente a la sociología externa de la ciencia, principalmente a través de como la Nanociencia y la Nanotecnología influyen en la vida de las personas a partir de innovaciones en nanomateriales y electrónica.

## Referencias:

1. **Vila Seoane, M. F.** (2014). Los desafíos de la nanotecnología para el "desarrollo" en Argentina. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 7(13).
2. **Mendoza, S. M.** (2018). Nanociencia y nanotecnología en carreras de ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), 117-122.
3. **Vela, M. E., & Toledo, L.** (2013). Difusión y formación en Nanociencia y Nanotecnología (n&n) en los distintos niveles de la enseñanza y acciones de divulgación en la sociedad en Argentina. *Momento*, (46E), 19-24.
4. **Serena, P. A., Giraldo, J. J., & Tutor, N. T. Y. J.** (2014). Guía didáctica para la enseñanza de la nanotecnología en educación secundaria. Reproduzce SL Alberto Aguilera.
5. **Fourez, G.** (1997). Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue SRL.
6. **Vázquez Alonso, Á.** (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 37.
7. **Alonso, Á. V., Díaz, J. A. A., & Mas, M. A. M.** (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 1.
8. **Vilouta Rando, N. & Porro, S.** (2016). Análisis de una asignatura para la educación CTS: Biología, Genética y Sociedad. *Indagatio Didactica*, 8, 1426-1437.
9. **Lampert, D., Salica, M., & Porro, S.** (2020). La Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en el tratamiento de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) en las asignaturas de "Salud y Adolescencia", "Fundamentos de Química" y "Ambiente, Desarrollo y Sociedad". *Indagatio Didactica*, 12(4), 405-502.
10. **Adúriz-Bravo, A.** (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores deficiencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, número extra (2.º Congreso sobre Formación de Profesores de Ciencias. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá), 23-33.
11. **García Carmona, A., & Criado García-Legaz, A. M.** (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 107-124.
12. **García-Carmona, A.** (2008). Relaciones CTS en la educación científica básica: un análisis desde los textos escolares en la enseñanza de la electrónica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
13. **Lampert, D., y Porro, S.** (2018). Análisis del abordaje CTS sobre Química y Alimentación en los libros de texto de Introducción a la Química. *Reunión de educadores en la Química*, 89.
14. **Lampert, D., & Porro, S.** (2019). Análisis del abordaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los libros de "Biología" y de "Salud y Adolescencia" a partir del tema de la alimentación. *Indagatio Didactica*, 11(2), 637-646.
15. **Jiménez, J.D. y Perales, F.J.** (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.
16. **Ferreriro, G. & Ocelli, M.** (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7, 387-398.
17. **Vázquez Alonso, A. & Manassero Mas, M.A.** (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1017-1032.
18. **Manassero-Mas, M. A., & Vázquez-Alonso, Á.** (2017). ¿Hay contenidos de naturaleza de la ciencia y la tecnología y pensamiento crítico en los currículos (españoles) actuales?. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra)*, 509-514.

