

## Análisis cualitativo de la nanotecnología en textos escolares de educación media en Chile

Patricio Cartes<sup>1\*</sup>, Consuelo Moya<sup>1</sup>, Mario Quintanilla-Gatica<sup>1</sup>

### Resumen

Este trabajo analiza cualitativamente doce libros de texto de química y ciencias para la ciudadanía, publicados entre 2011 y 2021, junto con el programa de estudio oficial del Ministerio de Educación de Chile para 3° y 4° medio. El objetivo fue evaluar cómo se aborda la nanotecnología en estos materiales, utilizando los criterios de Jiménez y Perales (2002): evocación, definición, descripción, aplicación y problematización. Los resultados muestran que la nanotecnología se trata de manera limitada y superficial en la mayoría de los textos, sin interpretación que conecte conceptos con aplicaciones prácticas. Estas carencias destacan la necesidad de que los docentes diseñen secuencias didácticas estructuradas y profundas, adoptando un enfoque constructivista para facilitar una comprensión integral de la nanotecnología y fomentar habilidades críticas en los estudiantes. Este estudio resalta la importancia de mejorar los materiales educativos y empoderar a los docentes para una enseñanza efectiva de la nanotecnología en Chile.

**Palabras clave:** Nanotecnología, educación media, textos escolares

*1 Laboratorio Grecia UC, Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile*

*[patricio.cartes@uc.cl](mailto:patricio.cartes@uc.cl), [cymoya@uc.cl](mailto:cymoya@uc.cl), [mquintag@uc.cl](mailto:mquintag@uc.cl)*

## 1. Introducción

La nanotecnología emerge como una disciplina fundamental en la ciencia moderna, con el potencial de revolucionar campos, desde la medicina hasta la tecnología de materiales. En el contexto educativo chileno, se ha incorporado al currículo de 3° y 4° medio. Sin embargo, su implementación en los textos escolares es limitada y superficial, lo que plantea un desafío para el alumnado.

Esta comunicación, evalúa cómo los libros de texto y el programa de estudio oficial abordan la nanotecnología, identificando las fortalezas y debilidades, por medio de los criterios de Jiménez y Perales (2002), para analizar la presencia de elementos clave como la evocación de conceptos previos, definición de términos nuevos, descripción de fenómenos no cotidianos, aplicación de ejemplos prácticos y la problematización que incentiva la investigación y el pensamiento crítico.

Los hallazgos revelan que la nanotecnología se aborda de manera limitada y superficial en la mayoría de los materiales educativos. Las menciones vagas y definiciones aisladas dificultan una comprensión profunda y una conexión efectiva con aplicaciones prácticas. Estas carencias evidencian la necesidad urgente de que los docentes diseñen secuencias didácticas coherentes y constructivistas para que los estudiantes reconozcan la importancia de la nanotecnología y desarrollen habilidades analíticas y críticas esenciales para su formación académica y profesional.

Esta comunicación destaca la importancia de mejorar los materiales educativos existentes y proporcionar a los docentes las herramientas necesarias para una enseñanza efectiva de la nanotecnología, alineada con las demandas científicas y tecnológicas contemporáneas.

## 2. Marco Teórico

La nanotecnología ha surgido como una disciplina clave en la ciencia moderna, con el potencial de transformar múltiples áreas, desde la medicina hasta la tecnología de materiales. Como una interdisciplina que integra conocimientos de química, física, ciencia de materiales e ingeniería, se enfoca en la manipulación de la materia en escalas nanométricas, de 1 a 100 nanómetros, lo que permite la creación de materiales con propiedades únicas y aplicaciones innovadoras (Sanders, 2019).

Inspirada por el discurso de Feynman (1959), la nanotecnología se formalizó en los setenta y se popularizó en los ochenta gracias a autores como Taneguchi y Drexler. Los materiales como el grafeno y los nanotubos de carbono tienen propiedades únicas, útiles en biomedicina y catálisis industrial, y son ejemplos de la importancia de esta disciplina en el desarrollo científico actual.

En el ámbito educativo chileno, a pesar de estar sustentado por todas las ramas científicas, la nanotecnología solo se incluye en el currículo de química electiva para 3° y 4° medio, aunque su implementación en los textos escolares es limitada. Esto subraya la necesidad de que los docentes diseñen secuencias didácticas propias, estructuradas de manera coherente y constructivista, para guiar eficazmente el aprendizaje de los estudiantes, conectar el conocimiento científico con su realidad cotidiana y fomentar el desarrollo de habilidades críticas y analíticas (Jorba y Sanmartí, 1994).

### 3. Metodología

Para este estudio, se realizó un análisis cualitativo descriptivo de los textos escolares utilizados en la educación media de Chile, con el objetivo de identificar cómo se aborda la nanotecnología en los materiales de enseñanza de la asignatura de Química. La muestra incluyó doce libros de texto publicados entre 2011 y 2021, distribuidos entre los cursos de 1° a 4° medio, así como el programa de estudio oficial del Ministerio de Educación para 3° y 4° medio. El listado de textos se presenta a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Listado de textos y programas revisados con referencias al tema de nanotecnología*

ID	Autores	Año	Editorial	Páginas
L1: Programa de estudio Química 3° y 4° medio para formación diferenciada	Ministerio de Educación. Gobierno de Chile	2019-2020	UCE: Unidad de Currículum y Evaluación.	21, 56 - 68
L2: Química 1° medio texto del estudiante	María Isabel Cabello Bravo	2011-2013	Ediciones Cal y Canto	No Aplica
L3: Química 2° medio texto del estudiante	Cristina Lagos Sepúlveda, Ángel Roco Videla & Sonia Valdebenito Cordovez	2012-2013	Santillana	212
L4: Química 3° año educación media	Theodore Brown, Eugene Lemay, Bruce Bursten & Julia Burge	2012	Pearson educación de Chile Ltda.	No aplica
L5: Química 4° Educación media	Silvina Iriberry de Díaz & Romina Martinez Orellana	2011-2013	Santillana	39
L6: Química 3° y 4° medio	María Isabel Cabello Bravo	2013-2016	Ediciones Cal y Canto	No Aplica

L7: Química 1° año medio texto para el estudiante	Miriam Estrada, Hayddé Gómez & Luis Lara	2014	McGraw-Hill Interamericana de Chile Ltda.	16
L8: Química 2° medio texto del estudiante	María Isabel Cabello Bravo	2014-2016	Ediciones Cal y Canto	No Aplica
L9: Química 1° año medio texto del estudiante	Miriam Estrada, Hayddé Gómez & Luis Lara	2016	McGraw-Hill Interamericana de Chile Ltda.	16, 22, 210, 211
L10: Ciencias naturales Química 1° medio texto del estudiante	Eugenia Águila Garay	2017	Santillana	No Aplica
L11: Química 1° y 2° medio ciencias naturales texto del estudiante	Zaida Godoy	2020-2021	Santillana	16, 44
L12: Ciencias para la ciudadanía 3° y 4° medio	Eugenia Águila Garay, Marisol Flores, Pablo Valdés	2020-2021	Ediciones Malva	280

El análisis se basó en los criterios propuestos por Jiménez y Perales (2002), adaptados para evaluar la presencia y representación de la nanotecnología en los textos seleccionados, según se detalla en la tabla a continuación:

**Tabla 2**

*Categorías de análisis para textos de estudio*

Criterio	Descripción
<b><i>Evocación</i></b>	Se hace referencia a un hecho de la experiencia cotidiana o concepto que se supone conocido por el alumno.
<b><i>Definición</i></b>	Se establece el significado de un término nuevo en su contexto teórico.
<b><i>Descripción</i></b>	Se refiere a hechos o sucesos no cotidianos que se suponen desconocidos por el lector y que permiten aportar un contexto necesario. También se incluyen en esta categoría conceptos necesarios para el discurso principal pero que no pertenecen al núcleo conceptual.

<b>Interpretación</b>	Son pasajes explicativos en los que se utilizan los conceptos teóricos para describir las relaciones entre acontecimientos experimentales.
<b>Aplicación</b>	Es un ejemplo que extiende o consolida una definición.
<b>Problematización</b>	Se plantean interrogantes no retóricos que no pueden resolverse con los conceptos ya definidos. Su finalidad es incitar a los alumnos a poner a prueba sus ideas o estimular el interés por el tema presentando problemas que posteriormente justifican una interpretación o un nuevo enfoque.

Nota: Tabla extraída de Jiménez & Perales (2002, p.375) para el análisis de ilustraciones en los libros de textos.

#### 4. Resultados y análisis

El análisis de los doce libros de texto, así como del programa de estudio oficial del Ministerio de Educación para 3° y 4° medio, permitió evaluar cómo se aborda la nanotecnología en estos materiales educativos. Utilizando los criterios de Jiménez y Perales (2002), se determinó la frecuencia y profundidad de la representación de la nanotecnología en los textos seleccionados. Se presentan los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Resultados de análisis de libros de texto, según criterios de Jiménez y Perales (2002).*

Criterio	Presencia del criterio en libro de texto												Observación
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	
<b>Evocación</b>	X								X		X		Ocupa el término nanoquímica o nanotecnología
<b>Definición</b>							X						Define el nanómetro
<b>Descripción</b>	X		X		X						X		Explican mediante una noticia o contexto en el que se definen la nanotecnología o nanómetro
<b>Interpretación</b>													No observado
<b>Aplicación</b>	X										X		Hay ejemplos de investigaciones lideradas por científicos chilenos cuyos contextos invitan a investigar sobre nanotecnología

<b>Problematización</b>	X				X							X	Se trabaja en un caso en donde se pide investigar acerca de la nanotecnología
-------------------------	---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	---	---

Los resultados revelaron que la nanotecnología se aborda de manera limitada y superficial en la mayoría de los materiales educativos. Solo tres textos evocaron el concepto mediante referencias a contextos históricos o casos noticiosos y únicamente uno proporcionó definiciones claras de términos clave como "nanómetro". La descripción de la nanotecnología apareció en cuatro textos, pero rara vez se acompañó de ejemplos aplicados o de problematización que fomentaran la indagación y el pensamiento crítico entre los estudiantes. Además, ninguno de los textos analizados incluyó interpretaciones que conectaran los conceptos teóricos con aplicaciones prácticas. Estos hallazgos destacan la necesidad urgente de que los docentes desarrollen sus propias secuencias didácticas, estructuradas de manera coherente y profunda, para asegurar una comprensión integral de la nanotecnología por parte de los alumnos y promover el desarrollo de habilidades analíticas y críticas.

## 5. Reflexiones finales

La presente investigación revela que la nanotecnología se aborda de manera limitada y superficial en la mayoría de los materiales educativos de la educación media chilena, pues solo algunos textos logran integrar múltiples criterios de análisis, como evocación, definición y aplicación, pero carecen completamente de interpretaciones que conecten los conceptos teóricos con sus aplicaciones prácticas. Estas carencias implican que los estudiantes no logran una comprensión profunda y significativa de la nanotecnología, lo que dificulta el desarrollo de habilidades críticas y analíticas esenciales. Además, la falta de ejemplos relevantes y definiciones contextualizadas limita la capacidad de los alumnos para relacionar la teoría con aplicaciones reales en diversos campos científicos y en la vida cotidiana.

Ante esta situación, es crucial que los docentes asuman un rol activo en el diseño de sus propias secuencias didácticas para la enseñanza de la nanotecnología. Adoptar un enfoque constructivista, que incluya fases de exploración, introducción y aplicación del conocimiento, permitirá conectar el conocimiento científico con la realidad cotidiana de los estudiantes, motivando su interés en la ciencia y promoviendo el desarrollo de habilidades analíticas.

En conclusión, aunque la nanotecnología está reconocida en el currículo oficial de la educación media chilena, su implementación en los materiales de estudio es insuficiente para garantizar un aprendizaje significativo. Las implicaciones de este análisis subrayan la necesidad urgente de que los docentes diseñen secuencias didácticas propias y estructuradas, que aborden la nanotecnología de manera integral y profunda, asegurando así una enseñanza efectiva que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos científicos y tecnológicos del futuro.

Esta comunicación sigue las orientaciones teóricas y metodológicas del Proyecto FONDECYT 1231325 y del Proyecto Interdisciplinario UC, que lidera uno de sus autores y que es financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del gobierno de Chile.

## Referencias

Feynman, R. *There 's Plenty of Room at the Bottom*. Discurso del 29 de diciembre de 1956 en la reunión anual de la American Physical Society en Caltech. California.

Jiménez, J. D., & Perales, F. J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.

Jorba, J., & Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Madrid: Ministerio de Educación de España.

Sanders, W. (2019). *Basic principles of nanotechnology*. CRC Press: Taylo & Francis Group.