

El enfoque CTS en la educación científica chilena: un análisis del texto escolar de la asignatura de ciencias para la ciudadanía

The STS approach in Chilean science education: a school textbook analysis of science for citizenship

Cristian Merino¹, Jaime Solis², Gabriela Pacheco¹, Catalina Iturbe-Sarunić³, Franklin Manrique⁴, Mailing Rivera⁵ y Roxana Jara¹

Resumen

El texto presenta una revisión exhaustiva de un libro de texto de Ciencias para la Ciudadanía, enfocándose en aspectos clave, como los niveles de alfabetización científica, los planos de análisis y desarrollo, y el análisis de las ilustraciones. En cuanto a los niveles de alfabetización científica (AC), se explica la categorización detallada de las preguntas propuestas en diferentes niveles de conocimiento científico, habilidades y actitudes científicas. Se destaca una distribución equilibrada de preguntas que abordan estos diferentes niveles, lo que sugiere un enfoque integral de la AC en el texto. El análisis de los planos de análisis y desarrollo revela la importancia de considerar un enfoque más holístico que integre estos aspectos para promover un desarrollo integral de los estudiantes. En cuanto a las ilustraciones, se proporciona un desglose detallado de su función. Se observa una diversidad de enfoques en la representación gráfica de conceptos científicos, con una clara preferencia por la fotografía como modalidad visual principal. También, la presencia de las ilustraciones operativas, especialmente las sintácticas, para complementar y ampliar la información presentada en el texto. Finalmente, los resultados proporcionan una visión detallada de cómo el libro de texto aborda la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, y permiten sugerir recomendaciones para mejorar la educación científica en Chile, promoviendo un enfoque integral que considere diferentes niveles de alfabetización científica y aspectos clave del desarrollo humano.

Palabras clave: CTS/CTSA; educación secundaria; currículum chileno; análisis documental; libros de texto.

Abstract

The text presents a comprehensive review of a Science for Citizenship textbook, focusing on key aspects such as levels of science literacy, analysis and development frameworks, and illustration analysis. Concerning science literacy levels, it explains the detailed categorization of proposed questions across different levels of scientific knowledge, skills, and attitudes. It highlights a balanced distribution of questions addressing these various levels, suggesting an integrated approach to scientific literacy in the text. The analysis of analysis and development frameworks reveals the importance of considering a more holistic approach that integrates these aspects to promote comprehensive student development. Regarding illustrations, a detailed breakdown of their function is provided. There is diversity in approaches to graphical representation of scientific concepts, with a clear preference for photography as the primary visual modality. Additionally, the presence of operational illustrations, especially syntactic ones, to complement and expand on the information presented in the text is noted. Ultimately, the results provide a detailed insight into how the textbook addresses the relationship between science, technology, and society, allowing for recommendations to enhance scientific education in Chile by promoting a comprehensive approach considering different levels of scientific literacy and key aspects of human development.

Keywords: STS/STSE; secondary education; chilean curricula; documentary analysis; textbooks.

CÓMO CITAR:

Merino, C., Solis, J., Pacheco, G., Iturbe-Sarunić, C., Manrique, F., Rivera, M., y Jara, R. (2024, septiembre). El enfoque CTS en la educación científica chilena: un análisis del texto escolar de la asignatura de ciencias para la ciudadanía. *Educación Química*, 35(Número especial). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.88871>

¹ Instituto de Química, CIDSTEM, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

² Doctorado en Educación, Universidad de Chile

³ Centro de Docencia Superior en Ciencias Básicas. Universidad Austral de Chile (Sede Puerto Montt)

⁴ Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile

⁵ Departamento de Educación, Universidad de Antofagasta

Introducción

La integración del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación representa un paradigma que busca armonizar la enseñanza de las ciencias con las implicaciones éticas, sociales y tecnológicas inherentes a su desarrollo y aplicación (Quintanilla et al., 2022). Este enfoque promueve una comprensión holística de la ciencia, alentando a los estudiantes a reflexionar críticamente sobre su impacto en la sociedad y en su vida cotidiana. La relevancia de incorporar la perspectiva CTS en la educación radica en su potencial para desarrollar ciudadanos informados, críticos y responsables, capaces de colaborar y participar activamente en los debates y decisiones relacionados con la ciencia y la tecnología en sus contextos sociales (Membela, 1997).

Actualmente el currículo chileno de ciencias incluye la nueva asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CpC) incorporada a los programas educativos (Decreto 193, 2019), del cual se torna interesante explorar los principios CTS involucrados. Dentro de ellos, se espera que las y los estudiantes usen conocimientos de la ciencia mientras desarrollan habilidades y actitudes propias del quehacer científico para tomar decisiones informadas ante temáticas locales (MINEDUC, 2019; Sjöström y Eilks, 2020). Para su logro, las políticas educativas esperan “Fomentar interacciones que promuevan relaciones positivas [...], la formación de estudiantes responsables que cuiden de sí mismos, de su entorno” (CPEIP, 2021 p.33). Esto involucra que el diseño de actividades posicione la realidad estudiantil como punto de partida para cada actividad, incluyendo sus subjetividades en un contexto que abraza el encuentro e intercambio de significados con sus pares (Labarrere y Quintanilla, 2002). Para ello, en la enseñanza de las ciencias es fundamental el encuentro de elementos simbólicos e icónicos para la transformación de la visión del sujeto que aprende sobre los fenómenos naturales (Perales y Jiménez, 2002).

La investigación sobre la implementación del marco CTS en Chile se justifica por la necesidad de adaptar los currículos educativos a los rápidos cambios científicos y tecnológicos que caracterizan al siglo XXI. Chile, como país en desarrollo con aspiraciones de integrarse más plenamente en la economía global, requiere de una educación científica que promueva tanto la adquisición de conocimientos técnicos, como una comprensión profunda de las complejidades sociales, éticas y ambientales asociadas con estos conocimientos.

Considerando que el desafío propuesto en una nueva política de implementación curricular involucra una serie de configuraciones curriculares, metodológicas y formativas y comunicacionales sobre el carácter estructural de la educación (Palop y García, 2017), es relevante explorar las características de estos aspectos. Como parte esencial en la articulación currículo-practicum, los textos escolares representan un punto de referencia razonable dado su amplio uso en las aulas, y los principios políticamente declarados por el estado (Choppin, 2000).

Investigar cómo se está implementando el enfoque CTS, desde sus textos escolares, en el sistema educativo chileno permitirá identificar las oportunidades y desafíos que enfrenta, así como desarrollar estrategias para mejorar la integración de estos conceptos en las aulas (Lacolla, 2024). Lo anterior impacta en un enfoque de formación ciudadana con mayor capacidad de racionalizar nuestras interacciones de materia y energía de forma responsable con nuestro entorno (Quintanilla et al., 2022), cuyos alcances van más allá del contenido, sino en elementos situados propios de la complejidad social y coyuntural.

Desde estos antecedentes, investigar dentro del contenido de los libros de CpC, da la apertura a tres preguntas fundamentales de la educación científica actual: a) ¿Cómo las actividades presentes en el libro de texto orientan hacia una alfabetización estudiantil?; b) ¿Cómo los diseños instruccionales posicionan al estudiante respecto de sus significados, principios sociales y colaborativos?; y c) ¿De qué manera se integran las imágenes en aras de una alfabetización visual que fomente el tránsito de sus representaciones científicas?

Para resolver estas inquietudes, se empleó un método de investigación basado en el análisis documental. Este enfoque metodológico implica la revisión y análisis crítico de documentos existentes, como texto escolar empleado en la asignatura CpC, y su relación con la implementación del enfoque CTS en Chile. El análisis de corte deductivo buscará identificar la implementación del enfoque CTS, mediante el análisis de los niveles de alfabetización científica (Sjöström y Eilks, 2020), los planos de análisis de desarrollo del aprendizaje (Labarrere y Quintanilla, 2002), y las ilustraciones presentes en los libros de texto de ciencias (Perales y Jiménez, 2002).

Marco de referencia

El movimiento CTS surge como respuesta a la necesidad de una educación científica y tecnológica que vaya más allá de la mera transmisión de conocimientos, buscando formar ciudadanos críticos y conscientes de las complejas interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Silva y Neves, 2018). Se sustenta en principios teóricos y filosóficos que enfatizan la interconexión entre el conocimiento científico, los desarrollos tecnológicos y los contextos sociales en los que estos se generan y aplican (Aikenhead, 2005). Desde una perspectiva epistemológica, el enfoque CTS reconoce que el conocimiento científico es una construcción humana, influenciada por factores socioeconómicos, culturales, políticos y éticos. Filosóficamente, se apoya en el pragmatismo y el constructivismo, postulando que el conocimiento científico no es un reflejo directo de la realidad, sino un producto de la interacción humana con el mundo, que se desarrolla y válida a través de procesos sociales (Quintanilla, 1999). Los principios fundamentales del movimiento CTS incluyen:

1. Interactividad: se enfatiza la relación dinámica entre ciencia, tecnología y sociedad, reconociendo cómo cada una de estas dimensiones afecta y es afectada por las otras (Cutcliffe, 2003).
2. Reflexividad: se promueve una actitud crítica y reflexiva sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, incluyendo cuestiones éticas, ambientales y de justicia social (Müller y Reichmann, 2020).
3. Contextualidad: se valora la enseñanza de la ciencia y la tecnología en contextos reales y relevantes para los estudiantes, facilitando la comprensión de su aplicación y efectos en la vida cotidiana y en la sociedad en general (Bennet et al., 2007).

Sin embargo, este movimiento enfrenta varios desafíos y críticas. Por un lado, existe resistencia institucional y falta de recursos para su implementación efectiva en el ámbito educativo latinoamericano (Talanquer, 2000). Por otro lado, se plantea la necesidad de desarrollar metodologías adecuadas que permitan abordar de manera efectiva los contenidos CTS en el aula, integrando de manera equilibrada los aspectos científicos, tecnológicos, sociales, éticos y ambientales (Gordillo y Osorio, 2003; Quílez, 2005).

En una de las tantas revisiones en la literatura sobre el movimiento CTS, Membela (1997) contextualiza este movimiento en un amplio marco histórico que abarca las décadas 60 a 90, destacando la evolución relacional entre ciencia, tecnología y sociedad. La integración de CTS en la enseñanza científica, busca fomentar una comprensión más profunda y crítica sobre fenómenos de interés de alcance local.

Adoptar una perspectiva crítica que cuestione las relaciones de poder, los impactos sociales y ambientales, así como las implicaciones éticas de la ciencia y la tecnología (Dagnino y Fraga, 2010), implica promover una educación CTS que fomente el pensamiento crítico y reflexivo. Esto se logra mediante espacios de análisis sobre las implicancias y consecuencias de las decisiones científicas y tecnológicas en la sociedad. Se subraya la necesidad de superar una visión reduccionista de la ciencia y la tecnología, incorporando una mirada más amplia que contemple aspectos como la equidad, la justicia social y el desarrollo sostenible.

Los antecedentes anteriormente presentados develan una serie de intersecciones epistémicas con los enfoques de Alfabetización Científica (AC) y Tecnológica. Bybee (1997) considera la AC afín con el movimiento CTS en la búsqueda de una “educación científica para todos”. Más aún, como AC y CTS son elementos que forman parte de los propósitos político-educativo y curricular declarado por el currículo chileno, se hace relevante comprender como estos conceptos se integran y permean los diseños instruccionales de textos escolares.

Curriculum escolar CTS en Chile

El sistema educativo chileno se estructura en niveles de educación preescolar, básica, media y superior. La educación inicial (parvularia), básica y media se articulan en torno a un currículo nacional que define los objetivos de aprendizaje, contenidos y estándares de evaluación para cada nivel y asignatura. El currículo se organiza en distintas áreas de aprendizaje, incluyendo Lenguaje y Comunicación, Matemática, Historia, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, entre otras disciplinas.

En el contexto de las Ciencias Naturales, el currículo ha evolucionado para incorporar aspectos del enfoque CTS, con el objetivo de que los estudiantes no solo adquieran conocimientos científicos y técnicos, sino también desarrollen una comprensión crítica de cómo la ciencia y la tecnología interactúan con la sociedad. Esto implica la integración de temas como el impacto ambiental de la tecnología, consideraciones éticas en la investigación científica, y la influencia de la ciencia en la toma de decisiones políticas y sociales (MINEDUC, 2015, 2019).

En Chile, la introducción del marco CTS en el sistema educativo se ha dado de manera progresiva. Durante las últimas décadas se ha observado un interés creciente en integrar esta perspectiva en la enseñanza de las ciencias (MINEDUC, 2015, 2019).

Finalmente, a través del movimiento CTS podemos encontrar algunas relaciones plausibles para visualizar los aportes de la ciencia, la tecnología y la sociedad, fomentando la toma de decisiones informadas y responsables en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología en sus vidas personales y como miembros de la sociedad.

CTS y Alfabetización Científica: la ciencia y la agencia social

El movimiento CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y la alfabetización científica tienen una relación estrecha y simbiótica que ha evolucionado a lo largo del tiempo. El movimiento CTS se enfoca en la intersección entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y busca entender cómo estos aspectos se influyen y moldean mutuamente. Por otro lado, la alfabetización científica (AC) se refiere a la capacidad de entender y evaluar información científica y tecnológica, así como aplicarla de manera crítica en la vida diaria. Sjöström y Eilks (2020), nos presentan tres visiones sobre AC, que forman parte de la exploración del presente trabajo (ver tabla 1).

Una de las formas en que el movimiento CTS ha contribuido a la AC es a través del análisis crítico de la ciencia y la tecnología. Los estudios CTS han demostrado que la ciencia y la tecnología no son objetivas y neutrales, sino que están influenciadas por factores sociales, políticos y económicos. Al exponer estas influencias, el movimiento CTS ha ayudado a las personas a entender cómo la ciencia y la tecnología pueden ser utilizadas y manipuladas con fines particulares, y cómo eso puede afectar a la sociedad. Por otro lado, la alfabetización científica también ha contribuido al movimiento CTS. La capacidad de entender y evaluar información científica y tecnológica es fundamental para participar en discusiones y debates sobre estos temas. La AC también ha ayudado a las personas a tomar decisiones informadas sobre temas como el cambio climático, la salud pública y la energía renovable (Acevedo et al., 2003).

Sin embargo, a pesar de la relación estrecha entre el movimiento CTS y la AC, sigue habiendo desafíos importantes. Uno de ellos es la falta de comprensión de los conceptos científicos y tecnológicos por parte de la población en general. Para abordar estos desafíos, es necesario seguir promoviendo la alfabetización científica y tecnológica en todos los niveles de la educación. También es importante involucrar a la comunidad en la toma de decisiones sobre temas científicos y tecnológicos, y fomentar la colaboración entre científicos, tecnólogos, educadores y la sociedad en general (Díaz y García, 2011).

Visión	Resumen	Tipo conocimiento	Objeto de investigación	Énfasis en ed. Científica
Visión I Ciencia de tubería	Centrado en el conocimiento del contenido científico disciplinario (positivista) Hallazgos a menudo presentados como objetivamente verdaderos o falsos, y valores como subjetivos	Teoría/episteme Intelectual Racionalidad disciplinaria	Modo 1: desarrollo de la comprensión científica Producción de conocimiento académico, iniciado por científicos y basado en la disciplina*	Epistemológica

TABLA 1: Visiones de alfabetización científica
(Fuente: Adaptado de Sjöström y Eilks (2020)).

Visión II Ciencia para todos	Utilidad y relevancia del conocimiento científico en la vida cotidiana Aprendizaje sobre los diversos contextos en que los estudiantes en su vida diaria se enfrentan a problemas científicos	Techne Pragmática Racionalidad técnica	Modo 2: crecimiento y riqueza, incluido el desarrollo sostenible Investigación basada en el contexto centrado en resolución de problemas específicos e invoca el conocimiento interdisciplinario*	Vida cotidiana y utilidad
Visión III Ciencia para la transformación	Praxis crítica en relación con la ciencia y la tecnología en la sociedad Relevancia problematizada para la ciudadanía crítica y la sostenibilidad	Praxis/phronesis Emancipadora Racionalidad crítica	Modo 3: Democracia y justicia, sostenibilidad crítica Útil para el público y la sociedad civil**	Ética y transformación

CTS y Planos del Desarrollo: de colectividad, interacciones y significados

Labarrere y Quintanilla (2002) profundizan en los Planos del Desarrollo (Tabla 2) como un marco conceptual para abordar la enseñanza de la resolución de problemas científicos. Estos planos, según los autores, se refieren a niveles de complejidad que van desde lo individual hasta lo colectivo, lo cual presenta interesantes relaciones con los principios fundamentales del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

- A) El plano instrumental-operativo identifica los momentos en los que los sujetos se centran en aspectos técnicos y procedimentales de la resolución de problemas, como el contenido, las relaciones, las soluciones posibles y las estrategias. En este nivel, se activan los conocimientos estratégicos relacionados con la formalización científica, como fórmulas, cálculos, gráficos, tablas de datos, entre otros. Este plano se relaciona con la perspectiva del CTS al considerar la importancia de comprender la ciencia y la tecnología desde un enfoque práctico y operativo, vinculado a la aplicación de conocimientos y herramientas para resolver problemas reales.
- B) El movimiento por el plano personal-significativo se enfoca en los procesos y estados personales del individuo al resolver problemas, destacando la relevancia de la experiencia y la percepción personal en el proceso de resolución. En este nivel, se prioriza la atención en el sujeto como parte central de la solución, dejando de lado la búsqueda activa de instrumentos o la representación de finalidades

externas. Esta perspectiva guarda relación con el enfoque del CTS al considerar la importancia de las experiencias individuales y la significatividad personal en la comprensión de la ciencia y la tecnología, enfatizando la relevancia de las dimensiones humanas en el contexto científico.

C) Finalmente, en el plano relacional-social (o cultural), se aborda la solución de problemas desde una perspectiva grupal, considerando las interacciones comunicativas entre los alumnos, así como el conocimiento y la representación que los sujetos tienen de esas interacciones. Este nivel también se relaciona con la conciencia alcanzada respecto a la producción de relaciones deseables tanto para la solución de problemas como para los procesos formativos en los que están involucrados los estudiantes. Esta dimensión concuerda con el enfoque del CTS al destacar la importancia de las interacciones sociales y culturales en la comprensión de la ciencia y la tecnología, enfatizando la necesidad de abordar los problemas desde una perspectiva colectiva e interdisciplinaria.

Plano	Descriptor
Instrumental - operativo	Enfrentamiento y solución de o problemas basados en el contenido, sus relaciones, estrategias y formas de proceder ante situaciones similares.
Personal - significativo	Durante el desarrollo del problema, se involucran los sentidos/ significados personales, la experiencia y elementos de la cotidianidad relacionados a problemas científicos. Puede o no llevar al trabajo colaborativo.
Relacional - social	Involucra la construcción de una trama relacional de los integrantes, donde se entremezclan sus significados, representaciones y el desarrollo de la conciencia sobre las soluciones ofrecidas, así como por las relaciones establecidas con sus pares.

TABLA 2: Planos de Análisis y Desarrollo (Fuente: Adaptado de Labarrere y Quintanilla, 2002).

CTSA e imágenes en los textos científicos escolares: una tarea pendiente

El uso de imágenes en los textos ha sido ampliamente utilizado en diferentes investigaciones del campo de la Didáctica de las Ciencias. De acuerdo con Occeli y Valeiras (2013), tales investigaciones se agrupan de acuerdo a 4 propósitos diferentes: analizar el contenido científico, analizar el contenido didáctico, realizar revisiones teóricas y validar metodologías.

Las representaciones pictóricas como imágenes han sido muy importantes en el campo disciplinar de las Ciencias Naturales (Grilli et al. 2015), para quienes las ilustraciones como imagen de tipo realista tienen un alto grado de correspondencia con el mundo que pretenden representar, y también los actuales avances de la tecnología permiten que el estudiantado produzca sus propias imágenes y fotografías científicas.

Algunos estudios sobre imágenes en libros de texto señalan su uso excesivo, que puede resultar distractor (Perales y Jiménez, 2002; Perales, 2006). Además, se ha observado que se utilizan como recurso para respaldar la información escrita (Jiménez y Perales, 2001). Sin embargo, también se ha destacado que las imágenes no fomentan la comprensión de fenómenos o conceptos, sino que ofrecen una representación final de la práctica científica (García, 2005). El uso de imágenes como apoyo puede variar dependiendo del nivel escolar, el contexto y la cultura, ya sea para desarrollar habilidades cognitivas que faciliten la comprensión (Llorente, 2000) o para visualizar fenómenos no observables directamente.

TABLA 3: Categorías de análisis (Fuente: Perales y Jiménez, 2002).

En este sentido, el uso de imágenes para visibilizar ciertos aspectos o intenciones didácticas, así como también aspectos socioculturales, tiene asidero cuando las imágenes que son tradicionalmente utilizadas en los libros de texto carecen de diversidad, tipos y funciones (Iturbe-Sarunić, 2022). En el caso del enfoque CTS y las imágenes, se relevarán primero los aspectos curriculares para continuar abordando cómo se develarán las relaciones y funciones didácticas que pueden establecerse a partir del análisis de imágenes de acuerdo con este marco, según las categorías de la Tabla 3.

Categoría	Subcategoría	Descriptor
Función de la Secuencia didáctica en que aparece la ilustración	Evocación	Refiere a hechos conocidos por el estudiante
	Definición	Se incorporan nuevos significados a un contexto dado
	Aplicación	La secuencia permite consolidar un concepto mediante su aclaración
	Descripción	Se incorporan nuevos elementos no conocidos por el estudiante para brindar más detalle a un contexto
	Interpretación	Aporta una explicación a un fenómeno, relacionando variables
	Problematización	Busca proporcionar un momento de tensión que no puede ser resuelto, sino luego de proporcionar nuevos enfoques y conceptos
Iconicidad	Fotografía	Representación realista
	Dibujo figurativo	Representación orgánica. Los objetos son imitaciones de la realidad
	Dibujo figurativo con signos	Acciones/magnitudes observables en espacios representativos heterogéneos
	Dibujo figurativo con signos normalizados	Se incluyen ilustraciones acompañados de signos normalizados (ej: vectores)
	Dibujo esquemático	Representación de relaciones cuya ilustración carece de detalles
	Dibujo esquemático con signos	Representan acciones o magnitudes abstractas
	Signos normalizados	Son representaciones basadas en signos de conocimiento sintáctico en un espacio homogéneo
Funcionalidad	Inoperante	No aportan elementos relevantes, basta con su observación simple
	Operativas elementales	Se incluyen elementos de representación universal como flechas, croquis, etc.
	sintácticas	Su comprensión implica el manejo de normativas específicas
Relación con el texto principal	Connotativa	El texto no establece una relación explícita con la imagen, asumiendo su relación obvia para el lectorado
	Denotativa	El texto establece una relación explícita con la imagen
	Sinóptica	La conexión entre el texto principal y la ilustración es estrecha, explicitando las relaciones entre los elementos y formando una relación indivisible
Etiquetas verbales	Sin etiquetas	La ilustración no contiene texto
	Nominativas	La ilustración se acompaña de un texto que menciona algunos elementos
	Relacionales	El texto acompaña a la ilustración, estableciendo relaciones entre sus componentes

En síntesis, la integración del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el currículo de ciencias en Chile es un tema de relevancia creciente en el ámbito educativo. En este sentido, el presente estudio se enfoca en analizar y caracterizar los aspectos CTS presentes en los instrumentos curriculares, especialmente en los textos escolares de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía en las escuelas chilenas. El marco CTS, que destaca la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad, se considera crucial para una educación científica contemporánea que va más allá del conocimiento teórico y se enfoca en aplicaciones prácticas y responsables en la sociedad.

Es por ello que, el objetivo principal de este estudio es evaluar cómo se está llevando a cabo la integración de CTS en el currículo de ciencias en Chile y su efectividad en fomentar la comprensión y reflexión crítica de los estudiantes sobre estos temas.

Metodología

La presente investigación corresponde a un análisis documental desde su propósito de representar una sistematización de la información, de carácter estructurado y cuyos pasos incluyen una perspectiva de representación analítica que facilita su acceso (Dulzaides y Molina, 2004). Para ello, se revisan y analizan críticamente los textos de ciencias, evaluando cómo incorporan el enfoque CTS y en qué medida lo hacen.

La inclusión de CTS en el currículo de ciencias naturales, y específicamente en química, se fundamenta en la importancia cada vez mayor de la ciencia y la tecnología en el mundo moderno. Esta inclusión no solo permite a los estudiantes desarrollar una comprensión más amplia de cómo la ciencia y la tecnología impactan y son influidas por la sociedad, sino que también promueve un pensamiento crítico y responsable entre los jóvenes.

La muestra

La muestra concierne al contenido (imágenes y actividades sugeridas) del texto de ciencias naturales para el estudiante de tercer y cuarto año de secundaria, de la asignatura de ciencias para la ciudadanía utilizado entre los años 2020 y 2024. Este texto incorpora los ajustes de las últimas bases curriculares implementadas, además que producto de su licitación ministerial, es de circulación y distribución gratuita para toda escuela de financiamiento público o mixto de Chile. El libro es distribuido de manera física y digital y cuenta con 323 páginas, dividido en módulos: 1) Bienestar y Salud, Seguridad, 2) Prevención y Autocuidado, 3) Ambiente y Sostenibilidad y 4) Tecnología y Sociedad. Cada módulo cuenta con dos unidades temáticas y están directamente orientados al logro de los Objetivos de Aprendizaje declarados en el currículo. Cabe señalar, además, que al inicio del texto se declaran metodologías de enseñanza y aprendizaje como son Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Problemas, además de las habilidades científicas que se desarrollarán en conjunto con el texto y cómo llevar a cabo un portafolio como herramienta de proyecto.

Criterios de análisis

Como **primer nivel de análisis**, se detecta un total de 1664 preguntas a lo largo del texto que están dirigidas hacia el estudiante. Con el objetivo de poder dar dentro de la clasificación propuesta cobertura completa a las preguntas, es que se han levantado 2 categorías más, que si bien, no serán analizadas en profundidad, ya que se alejan del fin último de este estudio, es importante que sean mencionadas por la cantidad de preguntas que tributan a ellas. Estas son las categorías instruccional, que corresponde a preguntas dedicadas a

la descripción de tareas de tipo procedimental o fuera del ámbito científico (ej: formar grupos, presentar al curso, diseñar...) y la otra es la categoría evaluación, que corresponde a preguntas orientadas a evaluar las tareas realizadas, a la aplicación de pautas de evaluación y a la reflexión sobre la mejora en los procesos llevados a cabo, principalmente en el ámbito actitudinal, con foco en el desarrollo de la tarea y no en el contenido científico abordado.

Con la finalidad de conocer los procedimientos y materiales (herramientas, currículo, estrategias de enseñanza, etc.) involucrados en el desarrollo de actividades para el logro de propósitos educativos, **el segundo nivel de análisis** revisa los diseños de actividades desde la teoría de los Planos de Análisis y Desarrollo (Labarrere y Quintanilla, 2002), para conocer los tipos de actividades que les permitan acercarse el enfoque CTS (ver Tabla 2). En este caso, el análisis se ciñe a la revisión de actividades individuales y grupales, las cuales varían entre una y dos páginas.

Finalmente, **como tercer nivel de análisis** para conocer las características de las ilustraciones de los libros de texto, se realiza una revisión de las ilustraciones que apoyan el contenido de los textos de ciencias bajo la taxonomía propuesta por Perales y Jiménez (2002), bajo los criterios de función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración, grado de iconicidad, funcionalidad de la imagen, su relación con el texto principal y sus etiquetas verbales (Tabla 3).

Para el logro de dicho análisis, se aplicó el criterio de análisis página por página para cada imagen independiente, mientras que, en términos de la función de la secuencia didáctica, se estableció el criterio de considerar aquellas páginas combinadas que proporcionaban en conjunto información relevante, obteniéndose de este criterio 556 elementos ilustrativos. La consignación de los criterios en los elementos ilustrativos se exemplifica en la figura 1.



FIGURA 1. Identificación de los componentes de la imagen en relación a los criterios de análisis.

Resultados

A continuación, presentamos los resultados que se derivan de la revisión del texto escolar de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía (CpC). Este análisis permitirá identificar tanto las fortalezas como las áreas de mejora en la forma en que el currículo de ciencias aborda la relación entre ciencia, tecnología y sociedad en Chile. Estos hallazgos proporcionarán una base sólida para futuras mejoras y ajustes en la educación científica del país, con el objetivo de formar ciudadanos más críticos, informados y conscientes de la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad en el mundo contemporáneo.

Resultados análisis de niveles de Alfabetización Científica

A partir de la revisión de las actividades propuestas para el estudiante, se desprende un total de 1664 preguntas, las cuales fueron categorizadas según los 3 niveles de Alfabetización Científica descritos y 2 niveles adicionales de carácter instruccional y evaluativo. El marco de alfabetización científica de Sjöström y Eilks (2020) proporciona una estructura conceptual para comprender los resultados del análisis de niveles de Alfabetización Científica en el contexto de las preguntas propuestas para los estudiantes. Este marco considera tres dimensiones clave de la alfabetización científica: conocimiento científico, habilidades científicas y actitudes científicas. Vamos a explicar cómo se relacionan estos resultados con cada dimensión del marco:

a) Conocimiento Científico:

- **NIVEL I (29.1%)**: Las preguntas clasificadas en este nivel están relacionadas con conceptos y conocimientos básicos de ciencias. Estas preguntas pueden incluir términos científicos fundamentales, definiciones simples y conceptos generales que forman la base del conocimiento científico.
- **NIVEL II (38.2%)**: Este nivel aborda conceptos más complejos y aplicados. Las preguntas en este nivel pueden requerir un entendimiento más profundo de los principios científicos, la capacidad de aplicar conceptos en situaciones concretas y la interpretación de información científica.
- **NIVEL III (9.6%)**: Representa el nivel más avanzado de conocimiento científico. Las preguntas en este nivel suelen abordar temas especializados, teorías complejas, metodologías avanzadas y conceptos científicos de vanguardia.

b) Habilidades Científicas:

- **EVALUACIÓN (12.0%)**: Estas preguntas están diseñadas para evaluar las habilidades científicas de los estudiantes. Pueden incluir preguntas que requieren análisis crítico, resolución de problemas, interpretación de datos, aplicación de conceptos científicos y evaluación de argumentos científicos.
- **INSTRUCCIONAL (11.1%)**: Este nivel se enfoca en preguntas que guían y orientan el aprendizaje científico. Incluye preguntas que ayudan a desarrollar habilidades como la observación, la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos y la comunicación científica.

c) Actitudes Científicas:

- Las preguntas en sí mismas no reflejan directamente las actitudes científicas de los estudiantes, ya que estas son más difíciles de medir a través de preguntas directas. Sin embargo, la presencia de preguntas instruccionales y evaluativas puede influir en el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, como la curiosidad, la apertura a nuevas ideas, la confianza en la capacidad de comprender conceptos científicos y la disposición a participar activamente en actividades científicas.

Los resultados muestran una distribución equilibrada de preguntas que abordan diferentes niveles de conocimiento y habilidades científicos, junto con preguntas instruccionales y evaluativas que promueven un aprendizaje integral y el desarrollo de actitudes científicas positivas entre los estudiantes. Al considerar esta distribución de manera porcentual, se obtiene la siguiente distribución en la Figura 2.

Distribución de preguntas según nivel de Alfabetización Científica

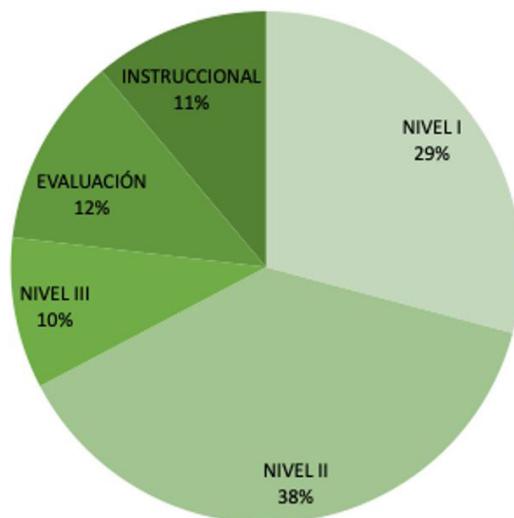


FIGURA 2. Distribución de las preguntas según niveles de AC.

Resultados Planos de Análisis y Desarrollo

Del análisis documental realizado, se desprenden 190 actividades a lo largo del texto y posteriormente clasificadas bajo los criterios de Quintanilla y Labarrere (2002). Bajo este constructo, se revela una interesante distribución de datos que permite una reflexión profunda sobre las dimensiones del desarrollo humano presentes en el contexto analizado. Estos planos, que abarcan lo instrumental-operativo, lo personal-significativo y lo relacional-social, ofrecen una estructura conceptual para comprender cómo se están enfocando y promoviendo diferentes aspectos del crecimiento y aprendizaje en dicho contexto.

- El Plano Instrumental-Operativo se refiere a las habilidades prácticas y operativas que una persona desarrolla para funcionar eficientemente en diversos ámbitos de su vida. Esto incluye competencias técnicas, procedimentales y de resolución de problemas que son fundamentales para desempeñarse exitosamente en tareas específicas. La **frecuencia del 100% en este plano** sugiere que el contexto analizado otorga una alta importancia a la adquisición y desarrollo de habilidades

instrumentales y operativas. Esto puede relacionarse con un enfoque educativo o laboral que pone énfasis en la capacitación técnica y práctica, la formación en habilidades específicas y la preparación para desafíos concretos del entorno. Desde el marco CTS, sus componentes están intrínsecamente relacionados con lo instrumental-operativo. Este plano se enfoca en las habilidades prácticas y técnicas necesarias para comprender, utilizar y aplicar la ciencia y la tecnología en diversas situaciones. La alta presencia en el Plano Instrumental-Operativo refleja un enfoque educativo o laboral que valora la adquisición de habilidades técnicas y prácticas, lo cual es fundamental para la participación efectiva en contextos científicos y tecnológicos en constante evolución.

- b) Por otro lado, el Plano Personal-Significativo se enfoca en los aspectos emocionales, motivacionales y valorativos que tienen un significado profundo para el individuo. Este plano abarca los intereses personales, las metas y aspiraciones individuales, así como las motivaciones internas que impulsan el comportamiento y la toma de decisiones. Con una **frecuencia del 70.5%**, este plano muestra que el contexto también valora en gran medida el desarrollo personal, incluyendo significados, con las actividades y objetivos propuestos. Esto puede indicar que se promueve el desarrollo de una identidad personal sólida, la autonomía y la autorreflexión, aspectos clave para un crecimiento integral y una vida significativa. En el marco CTS, la Sociedad se relaciona estrechamente con los aspectos personales y significativos. Esto abarca las motivaciones individuales, los valores culturales, las aspiraciones personales y la toma de decisiones informadas en un contexto sociocultural. La presencia significativa en el Plano Personal-Significativo sugiere un reconocimiento de la importancia de las dimensiones emocionales, motivacionales y valorativas en la participación activa de los individuos en la sociedad, incluyendo su capacidad para involucrarse críticamente con temas científicos y tecnológicos que impactan en la vida cotidiana
- c) En contraste, el Plano Relacional-Social se centra en las interacciones sociales, las relaciones interpersonales y la participación en comunidades y redes sociales. Este plano abarca la importancia de las relaciones familiares, las amistades, el trabajo en equipo, la colaboración y la participación ciudadana. Con una **frecuencia del 32.6%**, este plano muestra que, si bien se reconocen los aspectos relacionales y sociales, pueden estar recibiendo menos atención o énfasis en comparación con los aspectos instrumentales-operativos y personales-significativos. En el marco CTS, el Contexto Sociotécnico se vincula con las interacciones sociales y la construcción colectiva de conocimiento, valores y normas relacionados con la ciencia y la tecnología. Esto incluye aspectos como la ética, la responsabilidad social, la participación ciudadana y la equidad en el acceso a la información y los recursos tecnológicos. La presencia en el Plano Relacional-Social indica la importancia de considerar las relaciones interpersonales, la colaboración y la participación ciudadana en la construcción de un contexto sociotécnico que promueva el desarrollo sostenible, la inclusión social y la toma de decisiones informadas en temas científicos y tecnológicos.

Estos hallazgos tienen importantes implicaciones en términos de diseño curricular, estrategias pedagógicas y enfoques de desarrollo humano en el contexto estudiado. Por

ejemplo, la alta presencia en el Plano Instrumental-Operativo sugiere la necesidad de mantener un equilibrio entre el desarrollo de habilidades técnicas y la promoción de aspectos más personales y relaciones. Esto podría lograrse mediante enfoques educativos integradores que combinen la enseñanza de habilidades prácticas con el fomento de la autonomía, la creatividad, la empatía y la colaboración.

En términos de recomendaciones, se podría sugerir un enfoque más holístico que considere la integración de estos tres planos en la planificación educativa y el diseño de actividades de aprendizaje. Esto implica promover el desarrollo de habilidades técnicas junto con el fortalecimiento de la inteligencia emocional, el desarrollo de relaciones interpersonales positivas y la participación activa en la comunidad. Además, se podrían explorar estrategias que fomenten la reflexión crítica sobre la importancia equilibrada de estos planos en la vida de las personas y en el logro de una sociedad más inclusiva y sostenible.

Análisis de ilustraciones.

A continuación, presentamos el desglose de los resultados obtenidos.

Ilustraciones en función de la secuencia didáctica.

El análisis de las ilustraciones en función de la secuencia didáctica reveló resultados significativos. Se identificaron un total de 556 ilustraciones en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile. Estas ilustraciones se distribuyeron de la siguiente manera en relación con la secuencia didáctica propuesta:

- Evocación: Se encontraron **2** ilustraciones relacionadas con la evocación de conceptos o ideas previas.
- Definición: La mayoría de las ilustraciones, un total de **124**, estaban destinadas a la presentación de definiciones claras y concisas de conceptos científicos.
- Aplicación: Se hallaron **83** ilustraciones que mostraban la aplicación práctica de los conceptos en situaciones concretas.
- Descripción: La mayor frecuencia de ilustraciones, con un total de **290**, estaban destinadas a la descripción detallada de procesos, fenómenos o elementos científicos.
- Interpretación: **37** ilustraciones se centraron en la interpretación de datos, gráficos o resultados experimentales.
- Problematización: Por último, se identificaron **20** ilustraciones que plantean situaciones problemáticas para fomentar el pensamiento crítico y reflexivo.

Al analizar estos resultados en términos porcentuales, se observa que la mayoría de las ilustraciones (52,2%) estaban dedicadas a la descripción de procesos o elementos científicos. Le siguieron en importancia las ilustraciones de definición (22,3%) y aplicación (14,9%), mientras que las ilustraciones menos frecuentes fueron las relacionadas con la evocación (0,4%) y la problematización (3,6%). Se indica un ejemplo de las ilustraciones mayoritarias -descriptivas- en la figura 3.

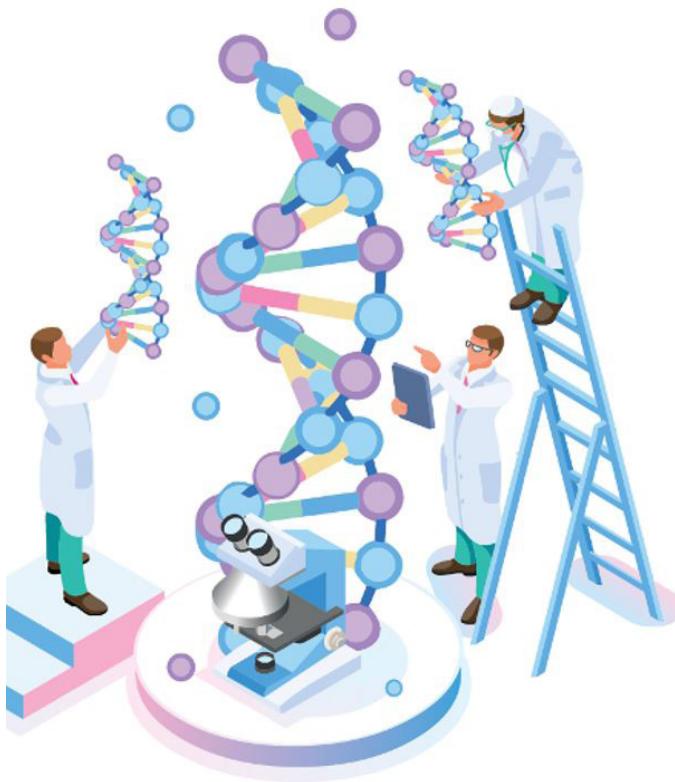


FIGURA 3. Ejemplo de ilustración que describe procesos o elementos científicos. (Fuente: Mineduc, 2020, p.283).

Estos resultados sugieren que, si bien las ilustraciones en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile abarcan una variedad de propósitos, hay una marcada predominancia en la presentación y descripción de conceptos científicos. Esto plantea la oportunidad de diversificar las estrategias visuales para abordar de manera más equilibrada los diferentes aspectos de la secuencia didáctica, especialmente aquellos que promueven la interpretación crítica y la resolución de problemas.

Ilustraciones en función de su iconicidad

El análisis de las modalidades visuales utilizadas en las ilustraciones de los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile revela una diversidad de enfoques en la representación gráfica de conceptos científicos. Estas modalidades se distribuyeron de la siguiente manera:

- **Fotografía:** la modalidad más utilizada fue la fotografía, presente en un total de 324 ilustraciones, lo que representa el 58,3% del total (Figura 4).
- **Dibujo figurativo:** se encontraron 90 ilustraciones que empleaban dibujos figurativos, representando el 16,2% del conjunto.
- **Dibujo figurativo + signos:** otras 78 ilustraciones combinaron dibujos figurativos con signos, abarcando el 14,0% del total.
- **Figurativo + signos normalizados:** se identificaron 6 ilustraciones que integraban dibujos figurativos con signos normalizados, representando el 1,1%.
- **Dibujo esquemático:** hubo 2 ilustraciones que utilizaron dibujos esquemáticos, conformando el 0,4% del total.
- **Dibujo esquemático + signos:** también se encontraron 50 ilustraciones que empleaban dibujos esquemáticos combinados con signos, representando el 9,0%.
- **Signos normalizados:** por último, se hallaron 6 ilustraciones que utilizaban signos normalizados de manera exclusiva, abarcando el 1,1%.

Estos resultados indican una clara preferencia por la fotografía como modalidad visual principal en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile. Sin embargo, también se observa la presencia de otras modalidades, como el dibujo figurativo, el dibujo esquemático y la combinación de estos con signos normalizados. Esta diversidad de enfoques visuales ofrece una variedad de representaciones que pueden contribuir a una comprensión más amplia y profunda de los conceptos científicos por parte de los estudiantes.



FIGURA 4. Ejemplo de fotografía en el libro de texto. (Fuente: Mineduc, 2020, p.198).

Estas ilustraciones buscan ofrecer una visión general o panorámica de un tema o proceso científico, integrando múltiples elementos de manera coherente y resumida.

Estos resultados indican una variedad en la funcionalidad de las ilustraciones presentes en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile. Mientras que las ilustraciones connotativas son las más frecuentes y buscan generar asociaciones y significados más allá de lo explícito, las ilustraciones denotativas se centran en presentar información de manera clara y objetiva. Por su parte, las ilustraciones sinópticas ofrecen una visión panorámica que puede ayudar a los estudiantes a comprender de manera global los conceptos científicos presentados en los textos.

Ilustraciones en función de las etiquetas verbales.

El análisis sobre los tipos de etiquetas verbales utilizadas en las ilustraciones de los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile arrojó los siguientes resultados:

- **Ilustraciones sin etiquetas verbales:** Se identificaron 192 ilustraciones que no contenían etiquetas verbales, lo que representa el 34,5% del total analizado. Estas ilustraciones dependen completamente de los elementos visuales para transmitir la información.
- **Ilustraciones con etiquetas nominativas:** Un total de 162 ilustraciones fueron clasificadas como poseedoras de etiquetas nominativas, abarcando el 29,1% del conjunto. Estas etiquetas proporcionan nombres o identificaciones directas a los elementos presentados en la ilustración.
- **Ilustraciones con etiquetas relacionales:** Se encontraron 202 ilustraciones con etiquetas relacionadas, representando el 36,3% del total analizado. Estas etiquetas establecen relaciones o conexiones entre los elementos presentados en la ilustración, ayudando a contextualizar la información visual.

Lo anterior evidencia la diversidad en las formas en que se acompañan las ilustraciones con etiquetas verbales en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile. Mientras que algunas ilustraciones prescinden completamente de etiquetas verbales y confían en la claridad de los elementos visuales, otras utilizan etiquetas nominativas para identificar los elementos de manera directa, y otras aún emplean etiquetas relacionales para establecer conexiones entre los elementos representados. Esta variedad en el uso de etiquetas verbales puede contribuir a una comprensión más profunda y precisa de los conceptos científicos presentados en las ilustraciones.

Relación de las ilustraciones con el texto principal

El análisis sobre la relación de las ilustraciones con el texto principal en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile proporcionó los siguientes resultados:

- **Ilustraciones inoperantes:** Se identificaron 320 ilustraciones que se consideraron inoperantes en relación con el texto principal, lo que representa el 57,6% del total analizado (Figura 5). Estas ilustraciones no añaden información significativa al contenido del texto o no están directamente relacionadas con los conceptos presentados en el texto.
- **Ilustraciones operativas elementales:** Un total de 76 ilustraciones fueron clasificadas como operativas elementales, abarcando el 13,7% del conjunto. Estas ilustraciones tienen una relación básica y directa con el texto, ayudando a visualizar conceptos o elementos mencionados de manera simple.
- **Ilustraciones sintácticas:** Se encontraron 160 ilustraciones que se consideraron sintácticas, representando el 28,8% del total analizado. Estas ilustraciones tienen una relación más compleja y profunda con el texto, complementando y ampliando la información presentada en el texto principal.



FIGURA 5. Ilustración inoperante. (Fuente: Mineduc 2020, p.210).

Estos resultados muestran que la mayoría de las ilustraciones en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile se clasifican como inoperantes en relación con el texto principal. Sin embargo, también se observa la presencia de ilustraciones operativas elementales y sintácticas, que cumplen un papel más activo y significativo al complementar y ampliar la información presentada en el texto. Estas ilustraciones operativas, especialmente las sintácticas, pueden ser fundamentales para una comprensión más profunda y contextualizada de los conceptos científicos por parte de los estudiantes.

Los resultados del análisis de las ilustraciones en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile revelan una variedad de enfoques en cuanto a las etiquetas verbales utilizadas, así como en relación con las funciones y modalidades visuales de las ilustraciones. Se observa que la mayoría de las ilustraciones con etiquetas verbales son de tipo connotativo, seguidas por las relacionales y las denotativas. Además, las ilustraciones con etiquetas verbales de tipo connotativo son las más numerosas en todas las modalidades visuales analizadas. Esto sugiere una tendencia hacia el uso de ilustraciones con un enfoque más sugerente o simbólico en los textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile.

Discusión y conclusiones

A continuación, presentamos las principales conclusiones en función de las preguntas formuladas.

Reorientando la Alfabetización Estudiantil a través de las Actividades del Libro de Texto

Las actividades presentes en el libro de texto pueden ser reformuladas para alinearlas con los principios fundamentales de la alfabetización estudiantil, como se refleja en el análisis de niveles de Alfabetización Científica. Este análisis revela una distribución equilibrada de preguntas en diversos niveles de conocimiento y habilidades científicas, así como en niveles instruccionales y evaluativos. Estos hallazgos están en consonancia con el marco de alfabetización científica propuesto por Sjöström y Eilks (2020), el cual subraya la importancia de abordar no solo el conocimiento científico, sino también las habilidades y actitudes científicas.

El análisis demuestra una distribución equitativa de preguntas en los niveles I, II y III, lo cual indica una progresión gradual en la complejidad de los conceptos y la aplicabilidad de las habilidades científicas. Este enfoque sugiere una planificación curricular que se adapta a las diferentes etapas de desarrollo cognitivo y científico de los estudiantes. El marco de Sjöström y Eilks (2020) enfatiza la necesidad de desarrollar no solo el conocimiento científico, sino también las habilidades y actitudes necesarias para la alfabetización científica. Las actividades del libro de texto pueden ser diseñadas para fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el pensamiento científico, alineándose así con estos objetivos más amplios de alfabetización estudiantil.

La Integración de Significados, Principios Sociales y Colaborativos en Diseños Instruccionales

Al considerar los resultados en relación con los Planos del Desarrollo y el marco Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), se destaca la relevancia de los diseños instruccionales en posicionar al estudiante respecto de sus significados, principios sociales y colaborativos. Esta relación revela la complejidad y la interdependencia de las dimensiones científicas, tecnológicas, sociales y personales en el desarrollo humano y en la construcción de una

sociedad equilibrada, que integra progresos científicos y tecnológicos con valores, necesidades y aspiraciones. Los diseños instruccionales deben considerar la interdependencia entre dimensiones científicas, tecnológicas, sociales y personales. Esto implica diseñar experiencias educativas que aborden no solo el conocimiento y las habilidades técnicas, sino también los aspectos sociales y éticos relacionados con la ciencia y la tecnología.

La relación entre los resultados y el marco CTS resalta la importancia de adoptar enfoques educativos que integren de manera efectiva estos diferentes planos. Esto implica diseñar estrategias instruccionales que promuevan una comprensión holística de los problemas contemporáneos, considerando tanto sus implicaciones científicas como sus dimensiones sociales, éticas y colaborativas.

Los diseños instruccionales deben estar orientados a abordar los desafíos contemporáneos desde una perspectiva integral, fomentando la reflexión crítica, la colaboración y la toma de decisiones informadas basadas en principios éticos y sociales.

Integración de Imágenes para una Alfabetización Visual Científica

El análisis de las imágenes revela cómo estas contribuyen al desarrollo de una alfabetización visual que promueva el tránsito hacia representaciones científicas más comprensibles. La mayoría de las ilustraciones presentan un enfoque descriptivo y connotativo, utilizando fotografías y dibujos figurativos para representar conceptos científicos. Este enfoque se alinea con el marco teórico de la alfabetización científica, enfatizando la importancia de la visualización y la representación gráfica en la comprensión de fenómenos y procesos científicos.

Las imágenes descriptivas y connotativas permiten a los estudiantes visualizar y comprender mejor los conceptos científicos, facilitando así su aprendizaje y el tránsito hacia representaciones más claras y precisas de dichos conceptos. Se recomienda diversificar las imágenes utilizadas en los materiales educativos, incorporando elementos relacionados con la vida cotidiana de los estudiantes y situaciones prácticas. Esta diversificación refuerza la conexión entre la ciencia y la sociedad, ayudando a los estudiantes a relacionar los conceptos científicos con su entorno y a comprender la relevancia de la ciencia en su vida diaria. La integración de imágenes en el contexto de la alfabetización científica se fundamenta en la idea de que la visualización y la representación gráfica son herramientas clave para facilitar la comprensión de la ciencia, permitiendo a los estudiantes avanzar hacia representaciones más sólidas y significativas de los conocimientos científicos.

En síntesis, la integración de imágenes en los materiales educativos contribuye significativamente a una alfabetización visual que promueve el tránsito hacia representaciones científicas más accesibles y comprensibles para los estudiantes, fortaleciendo así su comprensión de los conceptos científicos y su relación con el mundo que les rodea.

Estos hallazgos tienen importantes implicancias para el sistema educativo chileno. En primer lugar, destacan la necesidad de diseñar actividades y evaluaciones que promuevan no solo la adquisición de conocimientos científicos, sino también el desarrollo de habilidades científicas y actitudes positivas hacia la ciencia. Esto puede lograrse mediante la implementación de estrategias pedagógicas que fomenten la exploración, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación científica.

Además, los resultados señalan la importancia de la evaluación formativa y sumativa en el contexto de la alfabetización científica. Las preguntas de evaluación pueden

proporcionar retroalimentación significativa sobre el progreso de los estudiantes y ayudar a identificar áreas de fortaleza y oportunidades de mejora en su aprendizaje científico.

Limitaciones

Es importante reconocer algunas limitaciones en el estudio. En primer lugar, el análisis se basó en una muestra específica de preguntas y actividades de un conjunto de textos escolares de Ciencias para la Ciudadanía en Chile, lo que limita la generalización de los resultados a otros contextos educativos. Además, el estudio se centró en la clasificación de preguntas según niveles de Alfabetización Científica, sin profundizar en otros aspectos como la calidad de las preguntas, la validez del instrumento de evaluación o la efectividad de las estrategias pedagógicas asociadas.

En futuras investigaciones, sería relevante ampliar el alcance del análisis para incluir una muestra más diversa de materiales educativos y considerar otros indicadores de la calidad educativa y el aprendizaje científico, lo que permitiría obtener una visión más completa y detallada de la alfabetización científica en el contexto chileno.

Agradecimiento

Proyectos Fondecyt Regular 1211092 y Fondecyt Exploración 13220048. Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Gobierno de Chile.

Referencias

- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se llame. *Educación Química*, 16(2) 304-314. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.2.66121>.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., y Manassero M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, (2), 80-111. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen02/REEC_2_2_1.pdf.
- Bennett, J., Lubben, F., y Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science education*, 91(3), 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>.
- Bybee, R. (1997). *Toward an understanding of scientific literacy*. In Graeber, W., Bolte, C. (Eds) Scientific Literacy. Kiel: OPN.
- Cutcliffe, S. H. (2003). *Ideas, máquinas y valores: Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (No. 14). Anthropos Editorial
- Choppin, A. (2000). *Pasado y presente de los manuales escolares*. En J. R. En (Ed.), La cultura escolar de Europa. Tendencias históricas emergentes (pp. 107-165). Editorial Biblioteca Nueva.
- Dagnino, R., y Fraga, L. (2010). Os Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a educação: mais além da participação pública na ciência. *Redes*, 16(31), 123-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90721346001>.

Díaz, I. y García, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización: la adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4(2), 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000200002>

Dulzaides, M. E., y Molina, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *Acimed*, 12(2), 1-1.

García, J. (2005). El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), pp. 181-199. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3595/1/GarciaJose_2005_usoinformacion.pdf.

Grilli, J., Laxague, M., y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con ya partir de la imagen. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(1), 91-108. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2904>.

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), pp. 3-19. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21704/21538>.

Iturbe-Sarunić, C. (2024). Imágenes en la enseñanza del agua: análisis de libro de texto de 2º básico en Chile. *Revista de Innovación en Enseñanza De Las Ciencias*, 6(1), 196-211. <https://doi.org/10.5027/reinnc.V6.I1.140>

Labarrere, A., y Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. Pensamiento Educativo. *Revista de Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 121-137. <https://horizonteenfermeria.uc.cl/index.php/pel/article/view/26397>.

Lacolla, L. (2024). Enseñanza de las Ciencias en contexto. Reflexiones y ejemplos de Enseñanza de Química con enfoque Química-Tecnología-Sociedad (QTS). *Educación Química*, 35(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.1.85824>

Llorente Cámara, E. (2000). Imágenes en la enseñanza. *Revista de psicodidáctica*, 9, 119-135. <https://ojs.ehu.eus/index.php/psicodidactica/article/view/123/119>.

Gordillo, M., y Osorio M., C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210. <https://doi.org/10.35362/rie320927>

Membela, P. (1997). Una revisión del movimiento educativo ciencia-tecnología-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 51-57. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21476>

MINEDUC. (2015). *Bases curriculares 7º básico a 2º medio*. Santiago de Chile. <https://media.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/28/2017/07/Bases-Curriculares-7º-básico-a-2º-medio.pdf>.

MINEDUC. (2019). *Bases curriculares 3º - 4º Medio*. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-91414_bases.pdf.

MINEDUC. (2020). *Ciencias para la ciudadanía 3 y 4 Medio*. Texto Estudiante. <https://n9.cl/0ok2y2>.

Müller, A. L., y Reichmann, W. (2020). Reflexivity, Sensitivity, and 'STS. The Case of Architecture. En *Wiedmann et al* (pp. 108-141).

Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2), 133-152, <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.761>.

Palop, M. y García, P. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(1), 201-217. <https://doi.org/10.6018/reifop/20.1.229641>.

Perales, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(1), 13-30. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73529>.

Perales, F. J., y Jiménez, J. de D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 369-386. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3954>

Quílez, J. (2005). Bases para una propuesta de tratamiento de las interacciones CTS dentro de un currículum cerrado de química de bachillerato. *Educación Química*, 16(3), 416-436. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.3.66105>.

Quintanilla, M., Merino, C., y Marzábal, A. (2022). Química, ciudadanía y sociedad. Un desafío prometedor para la enseñanza de las ciencias en Chile. *Educación Química*, 30, 41-48. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.233>.

Quintanilla, M. (1999). El dilema epistemológico y didáctico en el currículum de la enseñanza de las ciencias ¿Cómo abordarlo en un enfoque CTS? *Pensamiento Educativo Latinoamericano*, 25, 299-331. <https://redae.uc.cl/index.php/pel/article/view/26227>.

Resolución 193 de 2019 [Ministerio de Educación de Chile]. Aprueba bases curriculares para los cursos de 3º y 4º año de educación media. 17 de junio de 2019.

Silva, F. R. da, y Neves, M. C. D. (2018). A educação científica CTS no contexto do ensino integrado. *Retratos da Escola*, 12(22), 101. <https://doi.org/10.22420/rde.v12i22.788>.

Sjöström, J., y Eilks, I. (2020). Correction to: Reconsidering Different Visions of Scientific Literacy and Science Education Based on the Concept of Bildung. In: Dori, Y.J., Mevarech, Z.R., Baker, D.R. (eds) *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education. Innovations in Science Education and Technology*, vol 24. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_16.

Talanquer, V. (2018). El movimiento CTS en México ¿Vencedor o vencido? *Educación Química*, 11(4), 381. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.4.66431>.