



ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES STEM EN LIBROS DE TEXTO DE MATEMÁTICA DE 3° Y 4° AÑO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

ANALYSIS OF STEM ACTIVITIES IN MATHEMATICS TEXTBOOKS FOR 3RD AND 4TH YEAR OF SECONDARY EDUCATION

FRANCO JÉLVEZ-RETAMAL  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

VERÓNICA SOTO-ARANCIBIA  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

ERNESTO YÁÑEZ-PÉREZ  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

DANILO DÍAZ-LEVICOY  

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA, UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

MARÍA D. ARAVENA-DÍAZ  

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y ESTADÍSTICA, UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

Fecha de recepción: 18 enero 2025

Fecha de aceptación: 02 junio 2025

RESUMEN

Esta investigación aborda el análisis de actividades STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, matemática) en libros de texto de matemática para 3° y 4° año de Educación Secundaria en Chile. El objetivo es examinar cómo estas actividades promueven competencias interdisciplinarias en temas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática. La metodología es cualitativa, basada en un análisis de contenido aplicado a tres libros de texto, uno público y dos privados. Se evaluaron 104 actividades en función de su eje de contenido, disciplina STEM, enfoque del currículum integrado y habilidades promovidas. Los resultados muestran un predominio de actividades centradas en el eje de álgebra y funciones, con énfasis en las disciplinas de ciencia y tecnología, a parte de la matemática, además de un enfoque curricular conectado. Las habilidades más destacadas incluyen procesar y analizar evidencia, buscar y analizar la información, optimizar recursos y resolver problemas. En conclusión, se observa una carencia de enfoques interdisciplinarios profundos, como también, una notable disparidad entre los textos públicos y privados en la cantidad y diversidad de actividades STEM.

PALABRAS CLAVE: libros de texto, actividades, educación STEM, Educación Secundaria.



ABSTRACT

This research addresses the analysis of STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) activities in mathematics textbooks for 3rd and 4th years of Secondary Education in Chile. The objective is to examine how these activities promote interdisciplinary competencies in science, technology, engineering, and mathematics topics. The methodology is qualitative, based on content analysis applied to three textbooks—one public and two privates. A total of 104 activities were evaluated according to their content axis, STEM discipline, integrated curriculum approach, and promoted skills. The results show a predominance of activities focused on algebra and functions, with an emphasis on science and technology disciplines, in addition to mathematics, along with a connected curricular approach. The most prominent skills include processing and analyzing evidence, seeking and analyzing information, optimizing resources, and problem-solving. In conclusion, there is a lack of deep interdisciplinary approaches, as well as a notable disparity between public and private textbooks in the quantity and diversity of STEM activities.

KEYWORDS: textbooks, activities, STEM education, Secondary Education.

1. INTRODUCCIÓN

Ante los cambios vertiginosos de la sociedad actual, producto de los avances tecnológicos, resulta imprescindible que los futuros ciudadanos desarrollen destrezas y habilidades que aporten a su bienestar individual y el éxito económico de una sociedad (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2012). Al respecto, en el año 2009, en Bruselas, se llevó a cabo el Congreso Internacional sobre las Competencias del Siglo XXI (OCDE, 2010), donde se planteó la necesidad de que los sistemas educativos ofrezcan nuevas habilidades afines de formar ciudadanos prácticos que contribuyan al desarrollo de la sociedad del conocimiento (Portillo-Torres, 2017).

En este sentido, distintas organizaciones, comités, gobiernos e instituciones privadas han propuesto diversas estrategias para enfrentar los retos del siglo presente y fomentar la incorporación de estas habilidades en los planes educativos de todos los niveles de enseñanza (Luna, 2015). En el año 2016, durante el desarrollo del Foro Económico Mundial, se destacó que estamos viviendo la cuarta revolución industrial, la cual se caracteriza por una gran gama de nuevas tecnologías desarrolladas a una velocidad exponencial, que fusionan el mundo físico, digital y biológico; realizando cambios en la economía, empleo, sociedad y gobernabilidad (Schwab, 2016). Estos nuevos conocimientos y habilidades exigirán en los jóvenes las capacidades necesarias para desenvolverse de manera efectiva en la sociedad actual, esperando que las cualidades más demandadas sean el pensamiento crítico, habilidades sociales, y la capacidad para resolver problemas complejos (World Economic Forum [WEF], 2016).

Frente a esta situación, Aravena-Díaz (2021) y Aravena-Díaz et al. (2022) mencionan que el progreso de la sociedad está ligado al avance científico, tecnológico e ingenieril, con el apoyo de las herramientas analíticas de la matemática. Esta situación genera importantes desafíos en el ámbito educativo, dado que es crucial dotar tanto a los ciudadanos actuales



como a las nuevas generaciones de las habilidades necesarias para adaptarse a los cambios presentes y futuros (Aravena-Díaz et al., 2024). Sin embargo, a pesar de su importancia, en el contexto latinoamericano, las instituciones educativas no fomentan suficientemente la creatividad, la resolución de problemas y otras habilidades que se requieren en el entorno laboral actual (Dirksen, 2019).

Para hacer frente a las demandas de la sociedad, la OCDE elabora dos importantes iniciativas: la Definición y Selección de Competencias (DeSeCo), que tiene por finalidad proporcionar un marco que oriente a largo plazo el desarrollo de evaluaciones sobre las nuevas competencias, y el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), que busca monitorear a los estudiantes que se encuentran al término de la Educación Secundaria a fin de validar su conocimiento y habilidades necesarias para desenvolverse de manera eficiente en la sociedad (Ananiadou et al., 2009). De acuerdo con los datos de PISA 2022, en Chile, los resultados de la evaluación de Matemática mostraron un promedio de 412 puntos, descendiendo 5 puntos en comparación con el último resultado (Agencia de calidad de la educación [ACE], 2023). Por su parte, en la prueba de Ciencias Naturales, el promedio se mantuvo en 444 puntos, similar al resultado de 2018. Estos datos son preocupantes dado que, desde 2006, aproximadamente la mitad de los estudiantes en Chile no alcanzan el nivel mínimo de competencia en Matemática (ACE, 2023). Consciente de esto, el Ministerio de Educación (MINEDUC) ha adoptado las habilidades del siglo XXI como un enfoque fundamental en las bases curriculares para la formación integral de los estudiantes, esto ha dado lugar a un marco de conocimientos, habilidades y actitudes transversales aplicables a todas las asignaturas, adaptándose a los objetivos de aprendizaje de cada una de ellas, promoviendo un aprendizaje significativo y aplicable a la vida cotidiana (MINEDUC, 2019).

Para llevar a cabo esto de manera efectiva, una forma de desarrollar habilidades que atiendan a las necesidades del Siglo XXI es por medio de la interdisciplinariedad, la cual es definida como la colaboración entre varias disciplinas que contribuyen a un objetivo común, además se ha vuelto una necesidad para fortalecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Llano-Arana et al., 2016; Vaideanu, 1987). Bajo esta perspectiva, una manera de desarrollar estas habilidades es por medio de la educación STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), haciendo un llamado a la innovación en las clases, centrándose en dar fin a las costumbres de enseñar contenidos separados, pasando a tratarlos como un conjunto no aislado y orientado a mejorar los aprendizajes de los estudiantes (Bautista, 2021; Corporación de Fomento de la Producción [CORFO], 2017). De esta manera, la educación STEM no solo está inmersa en esta revolución digital, sino que se ha convertido en su eje central. En el último tiempo, a STEM se le ha agregado un componente creativo, abierto e innovador, aportado por las artes (*Arts*). Además, se ha incorporado habilidades como la lectura y la escritura (*Reading/wRiting*), agregando a esto, temáticas relacionadas al medio ambiente y sostenibilidad (*Sustainability*). Por ello, es común observar, desde la literatura, STEAM, STREAM, STREAMS, respectivamente.



Una estrategia efectiva, aunque a la vez desafiante, es impulsar la educación STEM y mejorar las habilidades en el aula mediante la incorporación de los libros de texto, los cuales son una herramienta pedagógica y curricular apropiada para desarrollar las habilidades STEM, dado que apoya a los profesores y a los estudiantes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, respectivamente (Mora, 2012). Entre algunas de las funciones de los libros de texto, se destacan, el apoyo al profesor al organizar los temas curriculares, sugiriendo ejemplos, ejercicios y evaluaciones, etc.; a los estudiantes como material de consulta al que pueden acceder en cualquier momento; y, para las familias, para seguir y reforzar el proceso de aprendizaje de sus hijos o pupilos (Díaz-Levicoy et al., 2017). Concretamente, las actividades reflejan el qué y cómo deben aprender los estudiantes determinado contenido (García y Llinares, 1995), y que son presentadas luego de una explicación del tema a tratar (Fernández-Palop y Caballero-García, 2017).

En el caso chileno, los libros de texto deben someterse a las políticas públicas del Estado, que establece la entrega sistemática y gratuita de este recurso, tanto para estudiantes como para profesores de establecimientos educacionales municipales y subvencionados, para así asegurar la igualdad de oportunidades con relación al aprendizaje de niños, niñas y adolescentes, independiente de su condición socioeconómica (Olivera, 2016).

En relación con lo anterior, la presente investigación tiene por objetivo analizar las actividades STEM propuestas en los libros de 3° y 4° año de Educación Secundaria en Chile. Para su logro, se consideran los siguientes objetivos específicos: 1) Categorizar las actividades en las que se promueve el desarrollo de habilidades enfocadas a STEM, propuesto en libros de texto chilenos de la asignatura de matemática de 3° y 4° de Educación Secundaria de Formación General (OE1); 2) Comparar las actividades STEM propuestos en la asignatura de matemática, considerando los libros de texto públicos y privados para de 3° y 4° de Educación Secundaria de Formación General (OE2).

1.1. Marco teórico

La educación STEM ha sido un tema relevante a nivel internacional en las reformas curriculares de las disciplinas involucradas (Toma y García-Carmona, 2021). Esta tendencia, que se define de origen político, requiere atención administrativa para las disciplinas que la componen (Toma y Retana-Alvarado, 2021). Además, STEM se clasifica como una de las habilidades clave del siglo XXI, para el aprendizaje y formación continua de los ciudadanos (Arabit-García et al., 2021). Las propuestas pedagógicas que hagan un uso de esta denominación buscan aspectos compartidos de estas cuatro materias con el propósito de crear un enfoque interdisciplinario. Siguiendo esta misma idea, Sanders (2009) sostiene que “nuestra noción de educación STEM integradora incluye enfoques que exploran la enseñanza y el aprendizaje entre dos o más áreas temáticas STEM, y/o entre una materia STEM y una o más materias escolares” (p. 21).

En este enfoque, Sánchez-Ludeña (2019) menciona que, cada parte de STEM aporta diferentes cosas. La ciencia proporciona la forma en que observamos e interpretamos el



medio natural, la tecnología y la ingeniería entregan herramientas y técnicas para poder construir objetos que resuelvan problemas y, por último, la matemática ayuda a expresar y representar las nociones y destrezas con las que se interpreta el entorno, ofreciendo diferentes estrategias para resolver problemas, logrando desarrollar el pensamiento crítico y lógico en los estudiantes.

El uso de esta metodología evidencia en los estudiantes el desarrollo de la capacidad de resolver problemáticas del mundo real con soluciones múltiples, mediante la definición de problemas y situaciones que desean cambiar, especificando criterios, generar y evaluar las diferentes soluciones, generando y probando prototipos para poder optimizar una solución (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM], 2020; Zhu et al., 2018).

Finalmente, podemos relacionar las actividades STEM con la idea de llevar a cabo el desarrollo de un currículum integrado. Sin embargo, es importante considerar lo mencionado por Páez-Rodas et al. (2021) donde exponen que, si la actividad no conecta las diferentes áreas del conocimiento para introducir un contenido, y en el desarrollo de la secuencia didáctica no se evidencia el uso de las diversas disciplinas, entonces no será válida para promover la interdisciplinariedad.

En este sentido, en la Tabla 1, se presenta la propuesta de Medina et al. (2022), basado en Gresnigt et al. (2014), sobre los principales enfoques de integración STEM descritos en la literatura. Esta propuesta va desde un enfoque aislado, donde los contenidos se enseñan por separado, hasta un enfoque transdisciplinario, donde los temas trascienden las disciplinas y se contextualizan en el mundo real.

Tabla 1. Enfoques del currículo integrado STEM

Tipo de integración	Descripción
Aislado o fragmentado	Los contenidos son enseñados de forma separada, vinculando de manera precisa los temas desarrollados en una disciplina con otra. Se asigna un tiempo para cumplir con el aprendizaje en cada una de ellas.
Conectado	La habilidad de una disciplina se integra en otra para potenciar el aprendizaje. Se destaca la relación entre los temas tratados y los objetivos logrados dentro del tiempo planificado para los distintos contenidos de la disciplina.
Anidado	Las áreas temáticas se organizan en torno a un tema, conservando su identidad. Los objetivos de una disciplina están insertos en la enseñanza de otra, destacando que, el contenido y contexto de la enseñanza se ajustan en ambas disciplinas.
Interdisciplinario	Los objetivos de aprendizaje se establecen en función de las disciplinas integradas, sin necesidad de requerir la existencia de disciplinas individuales. Las habilidades y contenidos involucrados superan el marco del conocimiento en cada disciplina.
Transdisciplinario	Los contenidos definidos en los planes de estudio trascienden las disciplinas. Su enfoque está en el conocimiento, siendo contextualizado en el mundo real para centrar el aprendizaje en el estudiante.



1.2. Antecedentes

La revisión de la literatura destaca la importancia de fomentar las habilidades STEM desde la Educación Infantil hasta la Educación Secundaria, e incluso la Universitaria, ampliando la visión y práctica de la enseñanza para adaptarse a las necesidades de las sociedades tecnológicas avanzadas. Por ello, es esencial revisar los libros de texto para asegurar que integren los principios de STEM desde las primeras y últimas etapas educativas, preparando a los estudiantes para un mundo cada vez más tecnológico (Toma y Greca, 2017).

En lo que respecta a los libros de texto, el estudio realizado por Lasa et al. (2020) analizan 164 actividades STEM, desde la perspectiva de la Educación Matemática en España, dividiéndose en 82 actividades pertenecientes a la Educación Primaria, de las cuales 58 fueron tomadas de libros impresos y 24 de sitios web, 82 actividades pertenecientes a la Educación Secundaria, de las cuales 46 fueron tomadas de libros impresos y 36 de sitios web, llegando a la conclusión de que las actividades STEM tienden a ser básicas y utilitarias, centradas en medición, estadística y geometría, y pueden servir como contextos didácticos para que los estudiantes resuelvan problemas antes de la formalización del contenido, donde muchas de las actividades sólo abordan una de las disciplinas STEM en lugar de integrar todas.

Por su parte, Ferrada et al. (2018) enfocan su investigación en evaluar los libros de texto de Ciencias utilizados en Chile y España, dando a conocer los resultados de los análisis de actividades STEM. Para ello, se examinaron cuatro libros de texto destinados a estudiantes de edades similares (12-13): dos de Educación Primaria en Chile (séptimo y octavo grado) y dos de Educación Secundaria en España (primero y segundo grado). La investigación reveló una baja presencia de actividades en las fases de resolución de problemas y evaluación final, siendo menos frecuentes las relacionadas con la existencia de un momento para proponer nuevas preguntas sobre la resolución del problema (55,6% y 61,9% en textos chilenos y españoles, respectivamente), la generación de solución al problema (33,3% y 47,6%) y la aplicación tecnológica del descubrimiento al problema (11% y 0%). Estos hallazgos evidencian la necesidad de aumentar las actividades STEM en los libros de texto, a fin de fomentar competencias interdisciplinarias requeridas para la transición entre la Educación Primaria y Educación Secundaria, notando así la importancia de promover competencias científicas desde edades tempranas en la educación, mediante los libros de texto, como herramientas esenciales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Ferrada et al. (2021), ampliando el estudio anterior, analizan 462 actividades de libros de textos de España y Chile enfocadas en Ciencias Naturales de 1° a 6° año de Educación Primaria, identificando 164 actividades STEM, revelando una prevalencia de un enfoque conectado según la taxonomía de Gresnigt et al. (2014). Sin embargo, la inclusión de actividades que promueven habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática es limitada, ya que más del 50% de estas no están diseñadas con este propósito, sino que predomina el enfoque experiencial y el práctico.



El estudio realizado por Montoro et al. (2021) contempla el análisis de los libros de texto de Matemáticas y Ciencias de los cursos de 1° a 6° de Educación Primaria de las editoriales españolas SM y Anaya. La investigación examina cómo se abordan los conceptos de masa y volumen mediante la percepción, medición, comparación de magnitudes y estimación de parámetros. Los principales hallazgos de esta investigación recalcan que los textos de Ciencia dedican el 13% para abordar los conceptos de masa, mientras que en los textos de Matemática representa entre un 11% a 17%. Por otro lado, la definición del volumen se introduce a partir de 6° de Educación Primaria, representando un 18 % del corpus en los textos de Ciencias, mientras que en los textos de Matemática representa el 85%. Por lo tanto, los autores sugieren revisar y actualizar los libros de texto para una mayor coherencia a fin de asegurar un enfoque más integrado de los materiales didácticos.

Otra investigación clave fue la realizada por Rahmayani et al. (2024), quienes desarrollaron un libro electrónico de realidad virtual para la enseñanza de la Física (E-book RA), utilizando el enfoque STEM para desarrollar el pensamiento crítico y habilidades de representación. Para ello, se utilizó el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), el cual es una metodología de diseño instruccional que sirve para el desarrollo del material de aprendizaje, llevando a cabo un diseño de investigación pre-test y post-test para medir la efectividad del uso del libro E-book RA; se evaluó a 93 estudiantes de décimo grado de Educación Secundaria en Indonesia, los cuales fueron divididos en tres grupos: uno que utilizó un libro electrónico con realidad aumentada (E-book RA), otro que usó un libro electrónico en formato PDF y un tercero que empleó libros de texto tradicionales, los resultados evidenciaron que el uso del E-book RA fue significativamente más efectivo en comparación con los otros materiales de aprendizaje, mejorando el rendimiento de los alumnos con respecto a la habilidad de representación múltiple y el desarrollo del pensamiento crítico.

Finalmente, Aguirre-Navarrete et al. (2024) analizaron las actividades STEM en los libros de texto de Matemática de 1° y 2° año de Educación Secundaria en Chile, centrándose en la evaluación y comparación de estas actividades en textos públicos y privados. Los resultados muestran que se examinaron un total de 63 actividades STEM, distribuidas entre 45 en textos públicos y 18 en textos privados. La mayoría de las actividades se concentran en el área de números, destacando una marcada orientación hacia las ciencias con un enfoque curricular integrado. El estudio concluye que es crucial incrementar y equilibrar las actividades STEM en los libros de texto para fortalecer las habilidades de los estudiantes en múltiples áreas.

En resumen, estos antecedentes evidencian una baja integración de las disciplinas STEM en los libros de texto, con predominio de enfoques conectados y escasa presencia de propuestas interdisciplinarias o transdisciplinarias. Se identifican coincidencias en la concentración de actividades en ciertos ejes temáticos y en la limitada variedad de habilidades del siglo XXI abordadas.



2. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo cualitativa (Pérez-Serrano, 2016), sustentada en el paradigma interpretativo (Vain, 2012). Para llevar a cabo este estudio, se utiliza un diseño de estudio de casos múltiples (Priya, 2021) y se emplea la técnica de análisis de contenido (Zapico, 2007), dado que se recomienda para el análisis de textos.

La muestra está compuesta por tres libros de texto, uno distribuido por el MINEDUC (T1), que integra los cursos 3° y 4° de Educación Secundaria en un solo documento, y dos pertenecientes a la editorial privada Savia (T2 y T3). La elección de estos libros se debe a su amplia presencia y distribución en los establecimientos educacionales del país, tanto públicos como privados, así como su vigencia. En la Tabla 2 se muestran los detalles más relevantes de los textos analizados en esta investigación, como los autores, título y la editorial, así como el código que se utilizará para citarlos a lo largo del escrito.

Tabla 2. Libros de texto analizados

Código	Título	Autores (año)	Editorial
T1	3° y 4° Medio Matemática. Texto del estudiante.	Villalobos et al. (2023)	Santillana
T2	3° Medio de Matemática. Libro de estudio	Barrera et al. (2019)	SM
T3	4° Medio de Matemática. Libro de estudio	Díaz et al. (2020)	SM

Para analizar las actividades STEM presente en los tres libros de texto de matemática de Educación Secundaria, se considerarán aquellas que involucran dos o más de estas disciplinas para la solución. Las actividades serán analizadas según las siguientes categorías:

1. *Eje de contenido.* Basándonos en los ejes descritos en el currículo nacional de matemática para 1° y 2° de Educación Secundaria, ya que para 3° y 4° no se especifican ejes de aprendizaje (MINEDUC, 2019): 1) Números; 2) Álgebra y funciones; 3) Geometría; 4) Probabilidad y Estadística.
2. *Disciplina STEM.* Corresponde a las áreas asociadas a la sigla STEM: 1) Ciencias; 2) Tecnología; 3) Ingeniería; 4) Matemática.
3. *Habilidades del Siglo XXI.* Corresponden a las habilidades de cada disciplina que aborda la educación (MINEDUC, 2019): 1) Ciencias: 1.1. Observar y plantear preguntas, 1.2. Planificar, 1.3. Procesar y analizar la evidencia, 1.4. Evaluar y 1.5. Comunicar; 2) Tecnología: 2.1., Crear, 2.2. Buscar y analizar información, 2.3. Criticar, 2.4. Trabajar en equipo, 2.5. Emprendimiento, 2.6. Comunicación y 2.7. Adaptabilidad y flexibilidad; 3) Ingeniería: 3.1. Resolver problemas y 3.2. Optimizar recursos; 4) Matemática: 4.1. Resolver problemas, 4.2. Modelar, 4.3. Representar, 4.4. Argumentar y comunicar.
4. *Enfoques del currículo.* Corresponden a los niveles de integración del currículo de Medina et al. (2022), basado en Gresnigt et al. (2014). Estos son: 1) Aislado o fragmentado; 2) Conectado; 3) Anidado; 4) Interdisciplinario; 5) Transdisciplinario.

Para el análisis de las actividades de los libros de texto, estas serán categorizadas según su nivel escolar, diferenciando los resultados de 3° y 4° de Educación Secundaria. Para registrar los datos, se utilizó una planilla de Microsoft Excel con las columnas mencionadas



en la Figura 1, en la que se identifican las categorías de análisis en relación con los libros de texto utilizados.

Libro de texto	Página	Actividad	Eje	Disciplina STEM	Habilidades del siglo XXI	Enfoque Curricular
----------------	--------	-----------	-----	-----------------	---------------------------	--------------------

Figura 1. Categorías de registro para análisis

Con la finalidad de asegurar la objetividad de la clasificación de las actividades, para cada unidad de análisis, los integrantes de la investigación realizan individualmente el análisis, para posteriormente, comparar en conjunto. Se consideró un criterio de concordancia del 66,7%.

3. RESULTADOS

Los resultados del análisis de las actividades incluidas en los libros de texto se presentan a continuación. Para ello, se han utilizado tablas de frecuencias por su facilidad para sintetizar la información. Además, se muestran ejemplos de cada categoría destacada, junto con una breve descripción.

3.1. Eje de contenido

En la Figura 2 se muestra una actividad perteneciente al eje de álgebra y funciones, dado que hace uso de la función logarítmica para modelar la relación entre la intensidad del sonido en decibeles y los vatios por metro cuadrado. Reforzando esta misma idea, mediante las preguntas de la actividad, el estudiante deberá deducir una expresión algebraica que relacione los decibeles con la intensidad del sonido mediante el uso de propiedades de logaritmos, también deberá calcular los decibeles utilizando la expresión logarítmica deducida anteriormente, lo que implica trabajar con funciones.



5. Analiza la siguiente información. Luego, realiza las actividades.



- Determina la expresión algebraica de la forma $f(x) = a \cdot \log(x) + k$ que modela los decibéis en función de los vatios por metro cuadrado para el oído humano. *Recuerda que: $\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$*
- Calcula el nivel de intensidad sonora (en decibéis) del umbral de audición y del umbral del dolor.
- Escoge 3 situaciones de las que aparezcan en la imagen y calcula la intensidad de sonido (W/m^2) de cada una.
- Las recomendaciones de seguridad al utilizar audífonos es que la intensidad del sonido no superen los 80 dB. Sin embargo, comúnmente se los utiliza cerca de los 100 dB. ¿Cuál es la intensidad del sonido de estas magnitudes? ¿Cuántas veces mayor es la intensidad de los 100 dB que la recomendada?
- Los gatos y perros perciben alrededor de 3 veces más fuerte los sonidos que los humanos. ¿Qué parámetro de la función es necesario modificar para modelar la percepción sonora de ellos?

Figura 2. Ejemplo de actividad perteneciente al eje de álgebra y funciones (T2, p. 71).

La Tabla 3 presenta la distribución de las actividades analizadas según el eje de contenido al que pertenecen. Se destaca que el eje de álgebra y funciones es el que concentra mayor cantidad de actividades (48,1%), seguido por el eje de números (30,8%). Por otro lado, solo el 3,8% de las actividades pertenecen al eje de geometría. No se identificaron actividades STEM en el eje de números en el libro de texto público de 3º de Educación Secundaria, ni en el eje de geometría en el texto público de 4º de Educación Secundaria. Otro punto importante, es la diferencia en el total de actividades observadas entre el libro de texto público (T1) y los privados (T2 y T3), con 16 y 88, respectivamente.

Tabla 3. Distribución de frecuencia (y porcentaje) según eje de contenido

Eje	Público			Privado			Total (n=104)
	T1 3ºM (n=5)	T1 4ºM (n=11)	Total (n=16)	T2 (n=38)	T3 (n=50)	Total (n=88)	
Números	0(0)	4(36,4)	4(25)	7(18,4)	21(42)	28(31,8)	32(30,8)
Álgebra y Funciones	3(60)	5(45,5)	8(50)	22(57,9)	20(40)	42(47,7)	50(48,1)
Geometría	1(20)	0(0)	1(6,25)	2(5,3)	1(2)	3(3,4)	4(3,8)
Probabilidad y Estadística	1(20)	2(18,2)	3(18,75)	7(18,4)	8(16)	15(17)	18(17,3)



3.2. Disciplina STEM

En el análisis de las disciplinas STEM, por ejemplo, en la Figura 3 se observa una actividad en que interviene la ciencia y la matemática. Esta relación se menciona antes del título (Funciones y astronomía) y aborda la Tercera ley de Kepler, perteneciente al área de Física, donde el estudiante explora la función potencia y su relación con el cuadrado del periodo orbital en función de la distancia, trabajando así con el objetivo de aprendizaje de la asignatura de ciencias de la ciudadanía OA2 correspondiente al plan común de formación general de tercer y cuarto medio en el módulo semestral de tecnología y sociedad, el cual consiste en

(...) explicar, basados en investigaciones y modelos, cómo los avances tecnológicos (en robótica, telecomunicaciones, astronomía, física cuántica, entre otros) han permitido al ser humano ampliar sus capacidades sensoriales y su comprensión de fenómenos relacionados con la materia, los seres vivos y el entorno (MINEDUC, 2023, p. 29).

10. Analiza el siguiente contexto y responde las preguntas.



- Plantea la igualdad que modela la tercera ley de Kepler.
- Determina la función que modela el periodo orbital en función de la distancia al Sol. ¿Cómo se asemeja a la función potencia?
- ¿Es correcto afirmar que el cuadrado del periodo orbital en función de la distancia al Sol es una función potencia? Describe el crecimiento y paridad de dicha función.

Figura 3. Ejemplo de actividad perteneciente a las disciplinas de matemática y ciencias (T3, p. 60)

A modo de resumen, la Tabla 4 presenta la distribución de las disciplinas STEM observadas en las actividades de los libros de texto analizados. Destacar que la disciplina



Matemática se encuentra en la totalidad de actividades (100%), debido a la naturaleza de los libros de texto analizados. En segundo lugar, predomina la disciplina de ciencias (48,1%), seguido de la tecnológica (37,5%) y, en menor medida, se encuentra la de ingeniería (24%). Importante destacar que en el libro de texto público predomina, a parte de la disciplina de matemática, la de tecnología (62,5%), seguido de ciencia (37,5%). Finalmente, se destaca la tendencia a aumentar el número de actividades STEM de un curso a otro, tanto en el libro de texto público como en los privados, pasando de un total de 5 actividades a 11 y de 38 a 50, respectivamente.

Tabla 4. Distribución de frecuencia (y porcentaje) de las disciplinas STEM

Disciplina STEM	Público			Privado		Total (n=104)	
	T1 3ºM (n=5)	T1 4ºM (n=11)	Total (n=16)	T2 (n=38)	T3 (n=50)		
Ciencias	5(100)	1(9,1)	6(37,5)	24(63,2)	19(38)	44(50)	50(48,1)
Tecnología	1(20)	9(81,8)	10(62,5)	13(34,2)	16(32)	29(33)	39(37,5)
Ingeniería	0(0)	3(27,3)	3(18,8)	2(5,3)	20(40)	22(25)	25(24)
Matemática	5(100)	11(100)	16(100)	38(100)	50(100)	88(100)	104(100)

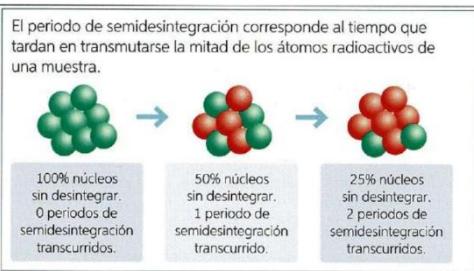
3.3. Habilidades del Siglo XXI

Respecto de las habilidades del Siglo XXI presentes en las actividades STEM, en la Figura 4 se observa un ejemplo donde se trabaja las habilidades de procesar y analizar la evidencia, y evaluar, enfocado en el área de ciencias. Esta actividad pretende que los estudiantes observen y analicen el proceso de semidesintegración de átomos radiactivos a lo largo del tiempo, utilizando la evidencia numérica de cada periodo para establecer relaciones algebraicas entre las variables dependiente e independiente. Además, los estudiantes deben interpretar los datos, evaluar la tasa de desintegración y comunicar sus conclusiones, lo que les permite desarrollar habilidades científicas esenciales en torno a la comprensión de fenómenos radiactivos.



Funciones y química

2. Analiza la siguiente situación. Luego, resuelve las actividades.



Maria Salomea Skłodowska
(1867-1934)

Conocida como Marie Curie, fue una científica polaca, nacionalizada francesa, y la primera persona en recibir dos premios Nobel de especialidades distintas (Química y Física) por descubrir el fenómeno de la radioactividad. Al ser la primera en su área, los efectos de la exposición prolongada a la radiación eran desconocidos y causaron en ella una anemia que la llevó a la muerte.

- a. ¿Cuál es el índice de variación de la cantidad de átomos radioactivos restantes entre cada periodo de semidesintegración?
- b. ¿Cuáles son las variables dependiente e independiente?
- c. ¿Qué relación algebraica existe entre las variables?
- d. ¿Qué porcentaje de los átomos originales quedan luego de 10 períodos de semidesintegración?
- e. Si se quisiera estudiar la cantidad de átomos trasmutados, ¿cómo se relaciona el índice de variación de este caso con el índice de variación de los átomos radioactivos restantes?

❖ ¿Qué ocurre a medida que pasan los períodos de tiempo cuando el índice de variación se encuentra entre 1 y 0?

Figura 4. Ejemplo de las habilidades de ciencia de procesar y analizar la evidencia y comunicar las conclusiones (T2, p. 64).

En relación con la disciplina de tecnología, en la Figura 5 se observa una actividad que involucra la habilidad de buscar y analizar la información. Esta actividad se enfoca en el análisis de una tabla de amortización de un crédito. A través de un ejemplo, los estudiantes aprenden a calcular valores importantes como el saldo de la deuda, los intereses, y la amortización de un préstamo, mediante pasos detallados. Además, se les pide que utilicen una calculadora en línea para simular una tabla de amortización, con base en datos como el plazo del crédito, el monto del préstamo y la tasa de interés.

Referente a la disciplina de ingeniería, la actividad de la Figura 6 promueve la habilidad de optimizar recursos por medio de la comparación de las opciones de financiamiento para un crédito automotriz. En ese contexto, desde la disciplina de matemática, se desarrollan habilidades como la resolución de problemas, lo cual permite a los estudiantes analizar y calcular el costo total de cada opción con el fin de decidir cuál es más conveniente. Además, se promueven las habilidades de argumentar y comunicar para justificar su elección y expresar claramente sus razonamientos, explicando por qué una opción es mejor que la otra. Estas habilidades permiten no solo llegar a una solución informada, sino también comunicar de manera clara y lógica, lo cual es crucial en la toma de decisiones en el campo de la ingeniería.



EJEMPLO 5 » Análisis de la tabla de amortización.

¿Cómo se calcularon los valores destacados en la tabla de amortización del crédito de Amparo?



Paso a Paso

1. Analiza el monto destacado con rojo.

Este valor corresponde al saldo de la deuda correspondiente a la segunda cuota y se calcula como la diferencia en pesos entre el saldo del período anterior y la amortización del período en curso:
 $506\,070 - 96\,278 = 409\,792$

2. Analiza el monto destacado con azul.

Este valor corresponde al interés correspondiente a la tercera cuota y se calcula en pesos como el 2,5 % del saldo de la deuda del período anterior, es decir: $0,025 \cdot 409\,792 = 10\,244,8 \approx 10\,245$

3. Analiza el monto destacado con verde.

Este valor corresponde a la amortización correspondiente a la sexta cuota y se calcula como la diferencia en pesos entre el valor de la cuota y el interés del período en curso: $108\,930 - 2\,657 = 106\,273$

②

¿Cómo puede obtenerse una tabla de amortización usando una calculadora en línea? Ingresen a <https://bit.ly/3IrmeGg> para simular el crédito de Amparo a partir del plazo del crédito en meses, del monto del crédito y de la tasa de interés mensual y respondan.



Figura 5. Ejemplo de la habilidad de tecnología sobre buscar y analizar información (T1 4ºM, p.9).

23. En parejas, analicen las siguientes opciones de financiamiento y realicen las actividades. Utiliza el simulador en el recurso QR para analizar las ofertas.

Auto 0 km \$7 400 000 	Crédito personal bancario Financiamos la totalidad de su vehículo 24 cuotas. Interés mensual del 1 %. Gastos adicionales: \$180 000.	Crédito AUTOMOTORA Máximo \$7 000 000. 24 cuotas con un interés mensual del 1,5 %. Gastos adicionales: \$120 000.
----------------------------------	--	---

Recurso tecnológico



TSAM4MP042A

- ¿Bajo qué criterio es mejor cada opción?
 - ¿Cuál de las dos opciones de financiamiento considerarían ustedes como la más conveniente? ¿Consideran el valor del pie como un impedimento en este caso?
 - ¿Cómo explicarían la relación de la CAE con los valores obtenidos en la simulación?
- ❖ Si el tiempo de las cuotas hubiera sido distinto, ¿sería este criterio válido para determinar la mejor oferta?

Solucionario



TSAM4MP042B

Figura 6. Ejemplo de la habilidad de ingeniería sobre optimizar recursos (T3, p.42).

La distribución de las habilidades de las disciplinas STEM presentes en los libros de texto se detallan en la Tabla 5. En la disciplina de ciencias, predominan las habilidades de procesar y analizar la evidencia (45,2%) y evaluar (32,7%), observada tanto en el texto público como en los privados. Por el contrario, las habilidades de planificar y comunicar están ausentes en todos los textos analizados. En los textos del sector público, procesar y analizar la evidencia representan el 37,5% y evaluar el 18,8%, mientras que, en los privados, estos equivalen a un 46,6% y 35,2%, respectivamente.



Tabla 5. Frecuencia (y porcentaje) de las habilidades STEM en los libros de texto

Disciplina	Habilidad	Público			Privado			Total (n=104)
		T1 3ºM (n=5)	T1 4ºM (n=11)	Total (n=16)	T2 (n=38)	T3 (n=50)	Total (n=88)	
Ciencia	Observar y plantear preguntas	0(0)	0(0)	0(0)	3(7,9)	0(0)	3(3,4)	3(2,9)
	Planificar	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Procesar y analizar la evidencia	5(100)	1(9,1)	6(37,5)	22(57,9)	19(38)	41(46,6)	47(45,2)
	Evaluuar	2(40)	1(9,1)	3(18,8)	21(55,3)	10(20)	31(35,2)	34(32,7)
	Comunicar	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Tecnología	Crear	0(0)	0(0)	0(0)	2(5,3)	8(16)	10(11,4)	10(9,6)
	Buscar y analizar información	1(20)	9(81,8)	10(62,5)	12(31,6)	16(32)	28(31,8)	38(36,5)
	Criticar	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Trabajar en equipo	0(0)	3(27,3)	3(18,8)	0(0)	1(2)	1(1,1)	4(3,8)
	Emprendimiento	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(2)	1(1,1)	1(1,0)
	Comunicación	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0,0)
	Adaptabilidad y flexibilidad	0(0)	0(0)	0(0)	8(21,1)	2(4)	10(11,4)	10(9,6)
Ingeniería	Resolver Problemas	0(0)	1(9,1)	1(6,3)	0(0)	1(2)	1(1,1)	2(1,9)
	Optimizar recursos	0(0)	2(18,2)	2(12,5)	2(5,3)	20(40)	22(25)	24(23,1)
Matemática	Resolver problemas	3(60)	8(72,7)	11(68,8)	37(97,4)	47(94)	84(95,5)	95(91,3)
	Modelar	1(20)	0(0)	1(6,3)	3(7,9)	5(10)	8(9,1)	9(8,7)
	Representar	1(20)	2(18,2)	3(18,8)	13(34,2)	14(28)	27(30,7)	30(28,8)
	Argumentar y Comunicar	5(100)	8(72,7)	13(81,3)	19(50)	42(84)	61(69,3)	74(71,2)

En la disciplina relacionada con la tecnología, la habilidad de buscar y analizar la información representa el 36,5%, siendo promovida en todos los libros de texto. Sin embargo, no se observan actividades que potencien las habilidades de criticar o de comunicar los textos analizados. Aunque en los textos del sector público fomentan las habilidades de búsqueda y análisis, en los privados también se promueve la habilidad de crear (11,4%), siendo recibir el mismo énfasis en los primeros.

Con respecto a la disciplina de ingeniería, se identificaron las habilidades de resolver problemas (1,9%) y optimizar recursos (23,1%). No obstante, la habilidad de resolución de problemas está ausente en el 3º de Educación Secundaria, así como que la de optimizar recursos no se observa en el texto público de este nivel. La distribución de habilidades en los textos público y privado no es uniforme, dado que ambos presentan diferencias en cuanto a la cantidad. Por ejemplo, en el texto del sector público existe una actividad relacionada con la resolución de problemas y dos enfocadas en la optimización de recursos, mientras que en el texto del sector privado existe una de resolución de problemas y 22 de optimización de recursos.

Finalmente, en lo que respecta a las habilidades de matemática, se aprecia que las habilidades con mayor presencia son resolver problemas (91,3%), argumentar y comunicar (71,2%), mientras que las menos frecuentes son modelar (8,7%) y representar (28,8%). Cabe señalar que en el texto del sector público para el curso de 4º de Educación Secundaria, la habilidad de modelar no está presente, a diferencia del texto del sector privado del mismo



nivel, siendo en ambos casos bajo en relación con las otras habilidades desarrolladas en la disciplina.

3.4. Enfoques del currículo

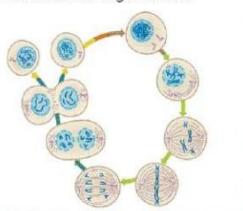
En cuanto al enfoque del currículo, en la Figura 8 se muestra un ejemplo del enfoque conectado, dado que integra conceptos matemáticos, como las funciones y variación con un contexto biológico, con el propósito de desarrollar habilidades pertenecientes al área de ciencias como evidenciar y analizar evidencia y evaluar, y las matemáticas de resolución de problemas y argumentación y comunicación.

Funciones y biología

1. Analiza la siguiente situación. Luego, resuelve las actividades.

Cierto organismo celular, en condiciones ideales, demora una hora en realizar el proceso de mitosis, lo que implica que se duplica la cantidad de organismos.

Tiempo (horas)	Cantidad
0 h	1
1 h	2
2 h	4
3 h	8
4 h	16



- a. ¿Cuál es el índice de variación entre cada periodo (t) de una hora?
- b. ¿Cuáles son las variables dependiente e independiente?
- c. ¿Qué relación algebraica existe entre las variables?
- d. ¿Cuántos organismos habrá luego de 10 horas?

Recuerda que $\frac{f(a+1)}{f(a)}$ es el índice de variación y representa el aumento o la disminución de una variable.

Figura 7. Ejemplo de actividad perteneciente al enfoque curricular conectado (T2, p.64).

En la Tabla 6 se presenta la distribución de las actividades STEM según enfoque curricular. En este sentido, el enfoque conectado sobresale con un 87,5% del total de actividades, teniendo incluso el 100% en el libro de texto privado de 4º de Educación Secundaria. El enfoque aislado se presenta en un 9,6% del total de actividades analizadas (una actividad en el texto público y nueve en el privado), mientras que el enfoque anidado es el menos frecuente en los textos analizados (2,9%). Por último, los enfoques interdisciplinarios y transdisciplinarios no se encontraron en las actividades de los libros analizados.

Tabla 6. Distribución de frecuencia (y porcentaje) en enfoques curriculares

Enfoque curricular	Público			Privado			Total (n=104)
	T1 3ºM (n=5)	T1 4ºM (n=11)	Total (n=16)	T2 (n=38)	T3 (n=50)	Total (n=88)	
Aislado	0(0)	1(9,1)	1(6,3)	9(23,7)	0(0)	9(10,2)	10(9,6)
Conectado	4(80)	10(90,9)	14(87,5)	27(71,1)	50(100)	77(87,5)	91(87,5)
Anidado	1(20)	0(0)	1(6,3)	2(5,3)	0(0)	2(2,3)	3(2,9)
Interdisciplinario	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Transdisciplinario	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)



4. DISCUSIÓN

En la investigación se analizaron las actividades STEM presentes en los libros de texto de matemática públicos y privados de 3º y 4º año de Educación Secundaria en Chile, comparando los resultados obtenidos con estudios previos.

En primer lugar, respecto de los ejes de contenido a los que pertenecen las actividades analizadas, se observa el predominio del eje de álgebra y funciones. Por el contrario, los ejes de probabilidad y estadística, y geometría son los menos presentes. Estos resultados mantienen una correspondencia parcial con los hallazgos de Aguirre-Navarrete et al. (2024), quienes, en su análisis de las actividades STEM de los libros de texto de 1º y 2º año de Educación Secundaria, identificaron una mayor presencia del eje de Números y una representación menor del eje de Estadística y Probabilidad. Esta comparación revela que, si bien, ambos estudios evidencian una baja inclusión de actividades STEM en estadística y geometría. Asimismo, difieren de los resultados reportados por Lasa et al. (2020), donde se evidenció un uso más frecuente de contenidos sobre medición, estadística y geometría en contexto STEM. Esta diferencia sugiere que la integración de STEM en los libros de texto no es uniforme, requiriendo un equilibrio en la distribución de las actividades STEM de acuerdo con los ejes de contenido.

Con respecto a las disciplinas STEM identificadas en las actividades analizadas, se constata una predominancia de la matemática, seguida por ciencias y tecnología. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Aguirre-Navarrete et al. (2024). Estos resultados coinciden además con lo mencionado por Lasa et al. (2020), quienes observaron una baja integración de las disciplinas STEM en los libros de texto, donde predomina una o dos disciplinas en la mayoría de las actividades, sin considerar matemática. En línea con lo anterior, Ferrada et al. (2021) y Montoro et al. (2021) destacan la fragmentación entre ciencias y matemática, y la baja articulación entre disciplinas en la mayoría de los textos revisados en sus investigaciones. Si bien el presente estudio mostró una leve presencia de la disciplina de ingeniería, aún persiste una marcada desproporción en la representación de las cuatro áreas STEM.

El análisis de las actividades STEM muestra una tendencia hacia el enfoque curricular conectado, alineándose con los resultados de Aguirre-Navarrete et al. (2024) en su análisis de las actividades STEM en libros de texto de 1º y 2º año de Educación Secundaria. En ambos estudios, el enfoque interdisciplinario no aparece en las actividades revisadas, lo que sugiere una falta de integración profunda entre disciplinas en el contexto STEM. Esta situación refuerza lo planteado por Páez-Rodas et al. (2021), quienes sostienen que las actividades escolares consideradas como STEM presentan apenas una integración somera de las disciplinas. La predominancia del enfoque conectado y la ausencia de propuestas interdisciplinarias o transdisciplinarias respaldan lo señalado por Toma y García-Carmona (2021), quienes critican que muchas iniciativas STEM se limitan a contextualizaciones superficiales que no transforman las prácticas docentes subyacentes.



En cuanto a las habilidades del siglo XXI, las más promovidas son procesar y analizar la evidencia en ciencias, resolver problemas, argumentar y comunicar en matemática. Estos resultados coinciden con los expuestos por Aguirre-Navarrete et al. (2024), quienes subrayan que estas habilidades son esenciales para fomentar la resolución de problemas y la comunicación eficaz en actividades STEM. Sin embargo, el estudio muestra una falta de diversidad en otras habilidades importantes, trabajar en equipo, crear, criticar o adaptabilidad. Esta limitación de habilidades también fue advertida por Rahmayani et al. (2024), cuyo estudio demuestra que, mediante un diseño instruccional más robusto, como el uso de recursos digitales con realidad aumentada, es posible desarrollar habilidades complejas como la representación múltiple y el pensamiento crítico. Esto sugiere que la escasez de metodologías activas en los libros de texto sigue siendo un obstáculo para el desarrollo de competencias del Siglo XXI.

5. CONCLUSIONES

Considerando el objetivo general de analizar las actividades STEM presentes en los libros de texto de Matemática de 3° y 4° año de Educación Secundaria en Chile, resulta pertinente destacar el desbalance en la disponibilidad de actividades propuesta en los libros de texto del sector público y los del sector privado. Esta diferencia evidencia una brecha en el acceso a actividades que promuevan el desarrollo de habilidades STEM, lo que podría repercutir en la formación de los estudiantes de distintos tipos de instituciones y atenta contra la equidad en educación que busca del sistema educativo chileno.

Ahora bien, en cuanto al primer objetivo específico (OE1), el análisis de las actividades STEM en los libros de texto de matemática de 3° y 4° año de Educación Secundaria en Chile revela una preferencia en fomentar habilidades específicas dentro de cada área STEM, lo cual restringe el potencial para desarrollar un aprendizaje interdisciplinario. Por lo general las actividades integran solo una disciplina junto a la matemática, limitando la posibilidad de conectar varias áreas del conocimiento y ofrecer experiencias educativas más completas. Aunque los textos promueven algunas competencias clave, el rango de habilidades desarrolladas es limitado, lo cual reduce la oportunidad de formar estudiantes con un perfil más integral en términos de competencias STEM. Predomina un enfoque de currículo conectado en el que las disciplinas se relacionan en contextos específicos, pero no se hallaron enfoques interdisciplinarios o transdisciplinarios que permitan a los estudiantes abordar los problemas desde una perspectiva más holística. Esta realidad evidencia una debilidad en el diseño de los libros de texto, los que no logran articular las disciplinas STEM. Esto sugiere una oportunidad de mejora en la integración curricular, permitiendo así un aprendizaje más profundo y alineado con la naturaleza integrada de los conocimientos STEM.

En relación con el segundo objetivo específico (OE2), el análisis comparativo de las actividades STEM presentes en los libros de texto de Educación Secundaria para la formación general, revela un predominio de actividades en los textos del sector privado, con un total de



88 actividades, frente a las 16 actividades que se encuentran en el texto del sector público. Esta desigualdad no solo refuerza las brechas existentes en el sistema educativo chileno, sino que también condiciona la labor pedagógica en contextos de menor acceso, limitando las posibilidades de implementar metodologías basadas en STEM de manera efectiva. Además, la escasa presencia de enfoques integrados más complejos (interdisciplinarios o transdisciplinarios) sugiere que, aunque existe un discurso favorable hacia la educación STEM, este no se ha plasmado en los libros de texto analizados. Por esta razón, es necesario avanzar hacia la implementación de propuestas que integren de manera efectiva las disciplinas STEM. De lo contrario, el potencial transformador de la educación STEM quedará limitado a experiencias aisladas y desiguales.

Finalmente, es importante señalar las limitaciones de esta investigación. Entre ellas, está la muestra de textos analizados, dado que es reducida, así como las categorías de análisis consideradas. Además, se sugiere, para futuras investigaciones, incluir textos de otras editoriales y de otras disciplinas. También sería relevante explorar cómo las prácticas docentes se ven condicionadas por las características de los textos y qué estrategias pueden implementarse para superar las limitaciones en los recursos disponibles. De esta manera, se espera que esta investigación no solo aporte una visión más holística del estado actual, sino que también oriente proyecciones hacia un currículo más equitativo y prácticas pedagógicas que fortalezcan la integración y el desarrollo de competencias STEM en los niveles educativos analizados.

AGRADECIMIENTOS

Investigación desarrollada en el marco del Proyecto FONDECYT regular 1230865: Modelado matemático y método de caso para integrar STEM. Propuesta para atender a la diversidad en el aula de secundaria.

REFERENCIAS

- ACE. (2023). *PISA 2022 Entrega de Resultados final*. Agencia de Educación de Chile.
- Aguirre-Navarrete, P., González-Zúñiga, P., Rojas-Jaque, F., Díaz-Levicoy, D. y Morales, R. (2024). Actividades STEM en libros de texto de matemática de 1° y 2° año de educación secundaria en Chile. *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, 10(20), 119-140. <https://doi.org/10.55560/arete.2024.20.10.7>
- Ananiadou, K. y laro, M. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries*, *OECD Education Working Papers*, No. 41. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Arabit-García, J., García-Tudela, P.A. y Prendes-Espinosa, M.P. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 173-194. <https://doi.org/10.35362/rie8714591>



- Aravena-Díaz, M.D. (2021). Modelización y STEM. Una propuesta de intervención en la formación inicial de profesores de matemática y su validación en el sistema escolar de secundaria. En R. Borromeo-Ferri, J. Mena-Lorca, A. Mena-Lorca (Eds.), *Fomento de la Educación-STEM y la Modelización Matemática para profesores: Fundamentos, ejemplos y experiencias* (pp. 43-81). Kassel University Press.
- Aravena-Díaz, M.D., Díaz-Levicoy, D., Rodríguez-Alveal, F. y Cárcamo-Mansilla, N. (2022). Estudio de caso y modelado matemático en la formación de ingenieros. Caracterización de habilidades STEM. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 30(1), 37-5. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000100037>
- Aravena-Díaz, M.D., Cárcamo-Mansilla, N., Díaz-Levicoy, D., Vergara-Gómez, A. y Rodríguez, M. (2024). Desarrollo de habilidades STEM mediante el uso de prototipos tecnológicos de educación secundaria: una revisión sistemática. *Interciencia*, 49(8), 481-489.
- Bautista, A. (2021). STEAM education: contributing evidence of validity and effectiveness. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4), 755-768. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1926678>
- CORFO (2017). *Tendencias Internacionales en la Renovación de Facultades de Ingeniería Informe N1: Factores y tendencias Claves de la Ingeniería a Nivel Internacional Ingeniería 2030*. SYN Iniciativa Ingeniería 2030.
- Díaz-Levicoy, D., Giacomone, B., y Arteaga, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(3), 299-326.
- Dirksen, U. (2019). Trabajo del futuro y futuro del trabajo. *Nueva Sociedad*, 279, 62-72.
- Fernández-Palop, M.P., y Caballero-García, P.Á. (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>
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Salgado-Orellana, N. (2018). Análisis de actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles de ciencias. *Revista de Pedagogía*, 39(105), 111-130.
- Ferrada, C., Díaz-Levicoy, D. y Carrillo-Rosúa, J. (2021). Integración de las actividades STEM en libros de texto. *Revista Fuentes*, 23(1), 91-107. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.8878>
- García, M., y Llinares, S. (1995). El concepto de función a través de los textos escolares: reflexión sobre una evolución. *Quriculum*, 10/11, 103-11
- Gresnigt, R., Taconis, R., van Keulen, H., Gravemeijer, K. y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>



- Lasa, A., Abaurrea, J. e Iribas, H. (2020). Mathematical content on STEM activities. *Journal on Mathematics Education*, 11(3), 333-346. <https://doi.org/10.22342/jme.11.3.11327.333-346>
- López-Simó, V., Couso-Lagarón, D. y Simarro-Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia*, 20(62), 1-29. <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Llano Arana, L., Gutiérrez Escobar, M., Stable Rodríguez, A., Núñez Martínez, M., Masó Rivero, R., & Rojas Rivero, B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur*, 14(3), 320-327.
- Luna, C. (2015). *El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo XXI?* UNESCO.
- Medina, J., Castro, A. y Castillo, C. (2022). Enfoques de integración entre matemáticas y física. Análisis de un programa de estudio chileno. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(24), 919-932. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i24.386>
- MINEDUC (2019). *Bases Curriculares 3ro y 4to medio*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- MINEDUC (2023). *Para la reactivación integral de aprendizajes: Actualización de la priorización curricular*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- Mora, D. (2012). Concepción y características de los libros de texto y otros materiales para el aprendizaje y la enseñanza Primera parte. *Revista Integra Educativa*, 5(1), 13-57.
- Montoro, A.B., Aguayo-Arriagada, C G. y Flores, P. (2021). Measurement in Primary School mathematics and science textbooks. *Mathematics*, 9(17), 2127. <https://doi.org/10.3390/math9172127>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2020). *Building capacity for teaching engineering in K-12 education*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25612>
- OCDE (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. Instituto de Tecnologías Educativas.
- OCDE (2012). *Better skills, better jobs, better lives: a strategic approach to skills policies*. OCDE Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264177338-en>
- Olivera, M.P. (2016). *Estudio de uso y valoración de textos escolares: informe final*. MINEDUC y UNESCO.
- Páez-Rodas, N.J., Agudelo-Suárez, Á.H. y Caicedo-Moreno, M. (2021). *Saber docente y diálogos disciplinares: construcción de un currículo integrado con enfoque interdisciplinario*. [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Oriente].



Pérez-Serrano, G. (2016). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos*. La Muralla.

Priya, A. (2021). Case study methodology of qualitative research: key attributes and navigating the conundrums in its application. *Sociological Bulletin*, 70(1), 94-110. <https://doi.org/10.1177/0038022920970318>

Portillo-Torres, M.C. (2017). Educación por habilidades: perspectivas y retos para el sistema educativo. *Revista Educación*, 41(2), 118-130. <https://doi.org/10.15517/revedu.v41i2.21719>

Rahmayani, F., Kuswanto, H. y Datiatur, A. (2024). Development of e-book integrated augmented reality based on STEM approaches to improve critical thinking and multiple representation skills in learning physics. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(4), 632-641.

Sánchez-Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros*, 379, 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.

Toma, R.B. y García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM. Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>

Toma, R.B. y Retana-Alvarado, D.A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33.

Toma, R. B y Greca, I. M. (2017). Modelo interdisciplinario de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (pp. 391-395). Educación Editorial.

Vaideanu, G. (1987). La Interdisciplinariedad en la enseñanza: ensayo de síntesis. *Perspectivas*, 17(4), 489-501.

Vain, P. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de Educación*, 4(4), 37-45.

WEF (2016). *The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.

Zapico, M. (2007). Interrogantes acerca del análisis de contenido y del discurso en los textos escolares. En MINEDUC (Eds.), *Primer Seminario Internacional de textos Escolares (SITE 2006)* (pp. 149-155). MINEDUC.

Zhu, W., Fan, X., Brake, N., Liu, X., Li, X., Zhou, J., Sisk, D. y Yoo, J. (2018). Engineering design and manufacturing education through research experience for high school



teachers. *Procedia Manufacturing*, 26, 1340-1348.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.127>

Franco Jélvez-Retamal. Licenciado en Educación (Universidad Católica del Maule, Chile). Estudiante del último año de Pedagogía en Matemática y Computación (Universidad Católica del Maule, Chile).

Verónica Soto-Arancibia. Licenciada en Educación (Universidad Católica del Maule, Chile). Estudiante del último año de Pedagogía en Matemática y Computación (Universidad Católica del Maule, Chile).

Ernesto Yáñez-Pérez. Licenciado en Educación (Universidad Católica del Maule, Chile). Estudiante del último año de Pedagogía en Matemática y Computación (Universidad Católica del Maule, Chile).

Danilo Díaz-Levicoy. Profesor de Matemática y Computación (Universidad de Los Lagos, Chile). Máster en Didáctica de la Matemática (Universidad de Granada, España). Doctor en Ciencias de la Educación (Universidad de Granada, España). Académico del Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Chile.

María D. Aravena-Díaz. Profesora de Matemática (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile). Licenciada en Matemática (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile). Magíster en Educación (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile). Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación (Universidad de Barcelona, España). Profesora Titular y Directora del Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Chile.



Todos los contenidos de esta revista se distribuyen bajo una licencia de uso y distribución “**Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**”. Puede consultar desde aquí la [versión informativa](#) y el [texto legal](#) de la licencia. Esta circunstancia ha de hacerse constar expresamente de esta forma cuando sea necesario.