



ACTIVIDADES STEM EN LIBROS DE TEXTO DE MATEMÁTICA DE 1° Y 2° AÑO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN CHILE

STEM ACTIVITIES IN MATHEMATICS TEXTBOOKS FOR 1ST AND 2ND YEAR OF SECONDARY EDUCATION IN CHILE

PAULA AGUIRRE-NAVARRETE  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

PALOMA GONZÁLEZ-ZÚÑIGA  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

FERNANDA ROJAS-JAQUE  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

DANILO DÍAZ-LEVICOY  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

RODOLFO MORALES  

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL MAULE, TALCA, CHILE

Fecha de recepción: 17 enero 2024

Fecha de aceptación: 01 abril 2024

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar las actividades STEM propuestas en libros de texto de matemática de 1° y 2° año de Educación Secundaria. Para ello, se realizó una investigación cualitativa, utilizando la técnica del análisis de contenido. Se analizaron un total de 4 libros de texto de Educación Secundaria, dos editados por el Ministerio de Educación y dos por una editorial privada. Las actividades de los libros de texto se analizaron según: eje de aprendizaje, disciplina STEM, enfoque del currículum integrado, rol de las imágenes y habilidades promovidas. Se analizaron un total de 63 actividades STEM, 45 pertenecientes a los textos públicos y 18 a los privados. Se observó el predominio de: el eje de números; la disciplina de ciencias; el enfoque curricular conectado; el rol contextual de las imágenes; y de las habilidades de procesar y analizar la evidencia (ciencias), crear (tecnología), optimizar recursos (ingeniería) y argumentar y comunicar (matemática). Se concluye la necesidad de aumentar las actividades STEM en ambos libros de texto, logrando un equilibrio entre las categorías.

PALABRAS CLAVE: Libros de texto; Actividades; Educación STEM; Educación Secundaria.

ABSTRACT

This research aims to analyze the STEM activities proposed in mathematics textbooks for the 1st and 2nd year of Secondary Education. To do this, a qualitative investigation is carried out, using the content analysis technique. A total of 4 Secondary Education textbooks were analyzed, two published by the Ministry of Education and two by a private publisher. The textbook activities were analyzed

according to learning axis, STEM discipline, integrated curriculum approach, role of images and skills promoted. A total of 63 STEM activities were analyzed, 45 belonging to public texts and 18 to private texts. Was observed a predominance of the number axis; the science discipline; the connected curricular approach; the contextual role of images; and the skills of processing and analyzing evidence (science), creating (technology), optimizing resources (engineering) and arguing and communicating (mathematics). The need to increase STEM activities in both textbooks is concluded, achieving a balance between the categories.

KEY WORDS: Textbooks; Activities; STEM education; Secondary Education.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el ser humano se enfrenta a diversos desafíos que surgen de los avances tecnológicos, la migración, desafíos económicos, políticos y medioambientales, entre otros. Por ello, es necesario que los estudiantes desarrollen habilidades que permitan comprender lo que sucede a su alrededor y así tomar decisiones adecuadas. Al respecto, en el año 2009 se realizó en Bruselas el Congreso Internacional sobre las Competencias del Siglo XXI, que abordó como tema central las “Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE” ([Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos] OCDE, 2010). Este tema se considera fundamental para que los jóvenes tengan una formación integral como ciudadanos efectivos en la sociedad del conocimiento del siglo XXI, por ende, debe ser trabajado a través del sistema educativo (Portillo-Torres, 2017).

En este sentido, son diversas las instituciones que han propuesto proyectos orientativos para afrontar los desafíos educativos que este siglo requiere. Todos ellos enfatizan en la incorporación de habilidades en los distintos programas de estudios en niveles de escolaridad diferentes (Luna, 2015). Por ejemplo, algunos de estos proyectos son los siguientes, de la Definición y Selección de Competencias (DeSeCo) de la OCDE, el cual se ha dado a conocer gracias al Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA), el proyecto Assessment & Teaching of 21st Century Skills (ATC21s), sobre las habilidades del siglo XXI, y Life Skill Based Education (Educación basada en habilidades para la vida), fomentado por las agencias de las Naciones Unidas (Portillo-Torres, 2017). De igual manera, en Chile, siguiendo tendencias internacionales, el Ministerio de Educación (MINEDUC), a través de las bases curriculares, incorpora las habilidades del siglo XXI, las que responden a la diversidad de requerimientos que están presentes en la actualidad, formando íntegramente a los jóvenes de manera transversal. Entre estas habilidades se encuentra la creatividad, que permite pensar y trabajar de manera novedosa, ejecutando soluciones nuevas, y el pensamiento crítico, el cual se define como el proceso de reflexionar la información disponible respecto a una situación. Dadas las herramientas para trabajar, engloban la alfabetización en tecnologías digitales de información, relacionándose con el acceso, manejo, uso, las tecnologías y la alfabetización en información que se refiere al entendimiento a su recolección y procesamiento (MINEDUC, 2019).

Para hacerlas efectivas, una forma de desarrollar las habilidades del Siglo XXI es por medio de la interdisciplinariedad, la cual es definida por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1995) como la colaboración

entre varias disciplinas que contribuyen un objetivo común otorgando una visualización de la realidad. Así, una manera de desarrollarlas es a través del trabajo con STEM (*Science, Technology, Engineering y Mathematics*), evoca la necesidad de la innovación de clases, centrándose en dar fin a las costumbres de enseñar contenidos separados, pasando a tratarlos como un conjunto no aislado (Bautista, 2021).

No obstante, es importante señalar que en los últimos años se ha agregado a STEM la A correspondiente a *arts*, esto ocurre cuando se incorporan las habilidades artísticas con la educación STEM (Sánchez, 2019). Al respecto, Santillán-Aguirre et al. (2020) señalan que esta incorporación “aborda la complejidad de un problema para su resolución a través de la integración de manera articulada de las diferentes áreas del conocimiento que componen STEAM para responder a los desafíos de los problemas reales de la vida cotidiana” (p. 473), también destacan que “la metodología STEAM, al estar basada en el enfoque constructivista del aprendizaje, promueve la construcción de conocimientos de manera significativa y colectiva entre los estudiantes y docentes” (p. 473).

Una forma efectiva, pero a la vez desafiante de llevar a cabo la educación STEM y el desarrollo de sus habilidades en las salas de clases, es a través del uso de los libros de texto, debido a que son utilizados por los profesores como un recurso didáctico apto para la enseñanza (Solarte, 2010). El libro de texto ayuda a la planificación de la enseñanza de los contenidos matemáticos, ya que, en él, están organizados de forma secuencial, además, permiten que las familias colaboren en la formación educativa de sus hijos, a través de la aclaración de dudas y el seguimiento de la asignatura (Díaz-Levicoy et al., 2017). Asimismo, el uso del libro de texto influye en el cumplimiento y puesta en práctica de lo estipulado en los distintos programas curriculares (Herbel, 2007). Por su parte, en el contexto nacional, las políticas públicas chilenas proporcionan la entrega sistemática y gratuita de libros de texto, asegurando la igualdad de oportunidades, sin importar la condición económica, social o territorial (Olivera, 2016).

Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo general: analizar las actividades STEM propuestas en libros de texto de matemática de 1° y 2° año de Educación Secundaria en Chile. Para su cumplimiento se establecen los siguientes objetivos específicos: 1) Categorizar las actividades STEM propuestas en libros de texto chilenos en la asignatura de matemáticas de 1° y 2° de Educación Secundaria (OE1); 2) Comparar las actividades STEM propuestas en la asignatura de matemáticas en los libros de textos públicos y privados (OE2).

1.1. Marco teórico

El término STEM se ha convertido en un objeto de atención para el currículo educacional. Se puede definir como una sigla de origen político que puede demandar una atención administrativa hacia las disciplinas que lo componen. Siguiendo con lo anterior, se puede definir como un slogan para comercializar una cantidad de productos, tales como libros o materiales didácticos (Toma, 2021). Por último, se define como una actividad pedagógica que promueva un plan de estudio integrado o interdisciplinar (Johnson, 2016).

Al hablar de STEM, se consideran las siglas en inglés para Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemática. Con base en estas áreas, se considera como el estudio de la ciencia

cuando abarcan las leyes de la naturaleza relacionadas con la física, la química, la biología, la geología y el tratamiento o aplicación de hechos, principios o conceptos asociados con dichas disciplinas (National Research Council [NRC], 2009). La tecnología hace referencia al uso de herramientas apropiadas para la recopilación, análisis y presentación de datos con la finalidad de comprender lo que es, su funcionamiento y la forma en la que modela la sociedad. La ingeniería es el enfoque para diseñar o crear objetos, procesos y sistemas que respondan a las necesidades y deseos de las personas teniendo en cuenta las leyes de la naturaleza o factores como el tiempo, dinero, materiales y ergonomía. Finalmente, la matemática se define como el estudio de patrones, relaciones, números y espacio (BOTSTEM, 2017) que, en el caso chileno, están ligados a los ejes de números, álgebra y funciones, geometría, estadística y probabilidad (MINEDUC, 2015), con el fin de entregar una explicación en situaciones determinadas.

Dado lo anterior, STEM se entiende como una actividad pedagógica, donde promueve el estudio interdisciplinar. Al centrarnos en la educación STEM, esta “se suele traducir como el uso pedagógico del diseño ingenieril para explorar tecnologías y, de este modo, aplicar conocimientos matemáticos y científicos” (Toma, 2021, p.2). Asimismo, la educación STEM se utiliza para implicar algo innovador, para aplicarlo en un enfoque curricular integrado, enfocados en resolver los desafíos globales modernos relacionados con temas relevantes como por ejemplo con la energía, la salud y el medio ambiente. Esto se puede vincular a la investigación científica, formulando preguntas a través de la información del estudiante antes del proceso de diseño de ingeniería para resolver problemas (Kelley y Knowles, 2016).

Washington STEM Study Group (2011) define alfabetización STEM como la capacidad de identificar y aplicar contenidos de áreas de conocimiento STEM para comprender y resolver aquellas situaciones problemáticas que no pueden concluirse desde un enfoque monodisciplinario. Dado el desarrollo de esta nueva alfabetización, es necesario que cada una de las disciplinas involucradas en STEM incluya una serie de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales esenciales, de tal manera que, si bien el dominio de cada una de estas disciplinas STEM es necesario, también es la capacidad de reconocer y apreciar las conexiones que existen entre ellos. También, Sanders (2009) señala 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 el contexto educativo, la noción de educación STEM incluye la promoción de habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas (Aravena et al., 2020). Con respecto a las habilidades matemáticas, se busca fomentar la habilidad de modelar con base en un prototipo que incluye la simplificación del problema, la matematización, la interpretación, la validación, el análisis y la proyección del modelo (Maaß, 2006). Por su parte, la habilidad de representar también está presente y se consideran los registros de representación semiótica (Duval, 1998); lo mismo para la habilidad de argumentar y comunicar que incluye la mención y justificación de ideas propias y los argumentos de los procesos elegidos que se consideran para expresar resultados (Toulmin, 2003).

En cuanto a las habilidades científicas, estas tienen relación con la exploración y la formulación de preguntas e hipótesis, mientras que las habilidades tecnológicas, se relacionan

con la selección, uso y comunicación mediante medios tecnológicos (Aravena et al., 2020). Asimismo, Bustamante-Meza et al. (2022) consideran las habilidades sociales que se desarrollan a través del trabajo en equipo; el pensamiento computacional y capacidades que engloban el proceso de diseños, la autogestión y la solución de problemas.

Finalmente, la actividad pedagógica STEM, va de la mano con un currículum globalizado e integrado, que busca promover un determinado modelo de desarrollo humano y social en las distintas actividades escolares, con foco en el progreso integral del estudiante. El currículum integrado es clave para la introducción de la educación STEM, dado que considera un enfoque interdisciplinario, permitiendo así que los estudiantes aborden problemas para alcanzar una mejor comprensión del mundo (Páez et al., 2021). En el currículum integrado, se debe considerar que, si la actividad no integra diversas temáticas para introducir un contenido, la secuencia didáctica utilizada puede ser válida sólo si se ocupan varias disciplinas en su desarrollo (Páez et al., 2021).

En este sentido, la Tabla 1, se muestran los niveles de integración del currículum de Medina et al. (2022), basado en Gresnigt et al. (2014).

Tabla 1. Enfoques del currículum integrado en STEM

Tipo de integración	Descripción
Aislado o fragmentado	Las disciplinas son enseñadas por separado, relacionando los temas abordados en una disciplina con otra. Se establece un tiempo para cumplir con el aprendizaje.
Conectado	La habilidad de una disciplina se enfoca dentro de otra para el aprendizaje. Se señala la conexión entre los temas que se abordan y los objetivos se logran alcanzar en un tiempo programado para las diferencias de disciplinas.
Anidado	Entre varias áreas temáticas se organizan en torno a un tema, pero a su vez las disciplinas preservan su identidad. Los objetivos para una disciplina están insertos dentro de la enseñanza dentro de otra. Cabe destacar que cada disciplina tiene sus propios objetivos, pero el contenido y el contexto de la enseñanza coinciden en ambas disciplinas.
Interdisciplinario	Puede no haber disciplinas individuales. Los objetivos de aprendizaje están definidos en términos de disciplinas. Las habilidades y los conceptos que están relacionados en los temas trascienden las habilidades y conocimientos específicos de cada disciplina.
Transdisciplinario	El plan de estudio trasciende las disciplinas, y el enfoque está en el conocimiento. Este tipo de integración se caracteriza por un contexto del mundo real centrado en el estudiante.

1.2. Antecedentes

Referente a la educación STEM, existe consenso respecto de la importancia de la capacitación y formación en disciplinas STEM, conduciendo a la reducción de las diferencias existentes en diversos contextos educativos. Se espera facilitar la creatividad e innovación y

el desarrollo de habilidades transversales y conocimientos en los estudiantes (Barker y Ansorge, 2007; Bybee, 2013).

Useche y Vargas (2019) realizaron una revisión sistemática sobre didáctica de las ciencias exactas y modelización, con el fin de construir un modelo, que ayude a la enseñanza de la educación STEM. Se centraron en los bajos desempeños de los estudiantes en las asignaturas de ciencias naturales y matemáticas en las pruebas estandarizadas internacionales (PISA Y TIMSS). Dentro de su trabajo, se destaca una propuesta didáctica de educación STEM basada en el desarrollo de habilidades desde la modelización.

Por su parte, Lupiáñez (2018) realizó un análisis sobre el uso práctico de la tecnología, resolución de problemas y la comprensión del entorno, factores relevantes para la Educación Matemática y que, a su vez, son clave para caracterizar la enseñanza STEM, dado que permiten a los estudiantes comprender el mundo real e interactuar con él de una manera más crítica, constructiva y eficiente. El autor contribuyó con dos actividades dirigidas a promover el desarrollo de la competencia STEM, centradas en el movimiento y la resolución de un sistema de ecuaciones lineales, con base en la simulación de la intersección de dos rectas que relaciona un espacio recorrido con un tiempo empleado.

En relación con los libros de texto, Ferrada et al. (2018) analizaron las actividades STEM en libros de texto chilenos y españoles en ciencias de los niveles 7° y 8° de Educación Primaria (12-13 años) y 1° y 2° de Educación Secundaria (14-15 años). En esta investigación, se afirmó que existe una necesidad de implementar actividades de este tipo tanto al principio de la unidad como al finalizar, para lograr un aprendizaje de calidad y transversal. En los resultados se logró evidenciar que existe una oportunidad de motivación sobre la interacción interdisciplinaria en una situación a través de las competencias y habilidades STEM.

Por su parte, Lasa et al. (2020) analizaron 164 actividades STEM propuestas en libros de texto españoles y actividades provenientes de sitio web, centrados en Educación Primaria y Educación Secundaria con base en sus características. Concluyeron que el contenido matemático es básico y utilitario. Además, destacaron que en la mayoría de las actividades no se observa la integración de las cuatro ciencias, sino que sólo una.

Ferrada et al. (2021) analizaron la integración de las actividades STEM en libros de texto de Ciencias Naturales de 1° a 6° año de Educación Primaria chilena y española. Los autores concluyeron que, de un total de 462 actividades, sólo 164 fueron consideradas como STEM, planteando como mejora a futuro aumentar el número de actividades STEM en los libros de texto. Además de ello, destaca la carencia en el fomento de este tipo de actividades en diversos textos.

Otro punto importante respecto a los libros de texto, son las imágenes, las cuales poseen un inmenso potencial didáctico, destacando a su vez que los niños reconocen imágenes de las cuales pueden aprender y las que sólo se ubican por mera decoración en actividades, es por esta razón que los editores de libros deben saber aprovechar tales elementos (Prendes, 1996).

Finalmente, Blanco et al. (2021) analizaron cómo se establece la conexión arte-matemática en los libros de texto de Educación Primaria (6-12 años) en España de las

asignaturas de Matemática y Educación Plástica. Analizaron un total de 48 libros, 24 por asignatura. Los resultados mostraron que en ambos textos predomina el uso de ilustraciones sin relación con los conceptos matemáticos. Por otro lado, indicaron sobre la inexistencia de imágenes que conecten al arte por medio de la matemática, concluyendo que la conexión arte-matemáticas en los libros de texto de ambas asignaturas se guía por una perspectiva simplista de las STEAM.

A pesar de la innegable importancia de las imágenes en relación al estudiante, se puede señalar que estas son un objeto secundario del texto que acompaña, donde su rol se desarrolla en ser una ayuda a la comprensión del escrito, siendo este último quien siempre transmite la información básica (Prendes, 1996). Esta postura es corroborada por Dib et al. (2003), quienes destacan que, aunque los estudiantes atribuyen distintos significados a una imagen por sí sola, en compañía de un texto la interpretación de esta pasa a tomar un mismo sentido para todos. Por otro lado, existen autores que señalan respecto al uso de imágenes en libros escolares que se “ignora las dificultades que implica su interpretación y proceden como si existiera una relación directa y lineal entre las imágenes y el conocimiento” (Otero et al., 2019, p. 14).

2. METODOLOGÍA

Esta investigación es del tipo cualitativa (Pérez-Serrano, 2016), sustentada en el paradigma interpretativo (Vain, 2012), mediante el diseño de estudio de casos múltiples (Priya, 2021) y utilizando la técnica de análisis de contenido (Zapico, 2007). Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se analizaron libros de texto entregados por el MINEDUC para de 1° y 2° de Educación Secundaria (14-15 años) (ver Tabla 2), los que actualmente están vigentes.

Tabla 2. Libros de texto analizados

Código	Título	Autores (año)	Editorial
T1	1° Medio de Matemática. Texto del estudiante.	Fresno et al. (2020)	Santillana
T2	2° Medio de Matemática. Texto del estudiante.	Díaz et al. (2020)	SM
T3	1° Medio de Matemática. Libro de estudio	Hidalgo et al. (2017a)	Santillana
T4	2° Medio de Matemática. Libro de estudio	Hidalgo et al. (2017b)	Santillana

Particularmente, en esta investigación se analizaron las actividades STEM presentes en los citados cuatro libros de texto de matemática para la Educación Secundaria. El análisis de contenido se realiza en aquellas actividades que involucran dos o más disciplinas para su resolución. Para este análisis se han considerado las siguientes categorías:

1. *Ejes de aprendizajes*. Corresponde a los descritos en el currículo nacional de matemática para 1° y 2° de Educación Secundaria (MINEDUC, 2015): 1) Números; 2) Álgebra y funciones; 3) Probabilidad y estadística; 4) Geometría.
2. *Disciplina STEM*. Corresponden a las áreas asociadas a las siglas de 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 currículum integrado*. Corresponden a los niveles de integración del currículo de Medina et al. (2022), basado en Gresnigt et al. (2014). los cuales son: 1) Aislado o Fragmentado; 2) Conectado; 3) Anidado; 4) Interdisciplinario; 5) Transdisciplinario.
5. *Imágenes*. Corresponde a las dimensiones que atienden a la función de las imágenes dentro de las actividades. Blanco et al. (2021) describen: 1) Dimensión ornamental: la imagen se caracteriza por tener una función decorativa; 2) Dimensión contextual: la imagen actúa como referencia para poder realizar la actividad propuesta; 3) Dimensión conceptual: la imagen se ocupa para demostrar conceptos matemáticos; 4) Dimensión creativa: la imagen se crea a partir del enunciado matemático.

Para el registro de los datos se utilizó una plantilla de Microsoft Excel con las columnas mencionadas en la Figura 1, donde se identifican las categorías de análisis de acuerdo con los textos analizados.

Libro de texto	Eje	Página	Actividad	Disciplina STEM	Habilidad	Enfoque curricular	Rol de las imágenes
----------------	-----	--------	-----------	-----------------	-----------	--------------------	---------------------

Figura 1: Plantilla para el ingreso de datos en Microsoft Excel

Finalmente, para asegurar la objetividad en la clasificación de las actividades o tareas, según cada unidad de análisis, cada integrante de la investigación realizó el análisis de manera individual, para luego ser comparadas en conjunto. Se consideró el criterio de coincidencia del 66,7%.

3. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados obtenidos tras el análisis de las actividades presentes en los libros de texto. Estos se muestran por medio de tablas de frecuencias, dada su posibilidad de síntesis. Además, se presentan ejemplos de cada categoría destacada junto con una breve descripción.

3.1. Ejes de aprendizaje

En la Figura 2 se presenta una actividad clasificada en el eje Números. En ella se aborda el cálculo de alturas de un balón al rebotar, junto a la especificación del cálculo de un coeficiente C , que corresponde al cociente entre la altura final e inicial del rebote. Las preguntas se enfocan en el trabajo sobre los mismos datos centrados en expresiones e interpretaciones de valores, habilidades propias del trabajo con los números racionales.

El Programa de Calidad de la FIFA para balones de fútbol consiste en estandarizarlos y mejorarlos. Para la prueba de rebote, se calcula un coeficiente (C) que corresponde al cociente entre la altura final y la inicial del rebote.

En la imagen se muestra diferentes fotos del rebote de un balón, tomada con una cámara de alta fidelidad, que alcanza inicialmente una altura de 1 000 cm y $C = \frac{2}{5}$.

- ¿Cómo interpretas el valor de C ?
- ¿Cuál es la altura alcanzada por la pelota luego del segundo rebote? Explica cómo la calculaste.
- ¿Con qué expresión puedes calcular la altura alcanzada por la pelota en el rebote número n ? Comenta con tus compañeros.

Figura 2. Ejemplo de actividad perteneciente al eje de números (T1, p. 32)

En la Tabla 3, se presenta la distribución de las actividades según el eje de aprendizaje. En ella destaca el eje de números es el que concentran mayor cantidad de actividades (36,5%). Le sigue el eje de álgebra y funciones con un 27%, presentando esta tendencia en los cuatro textos analizados. Por otro lado, el eje de estadística y probabilidad se presenta en un 15,9% de las actividades con el menor porcentaje. No se han identificado actividades STEM relacionadas con el eje de estadística en el libro de texto privado de 2° medio. Otro punto destacable es la diferencia entre el número total de actividades consideradas en los libros de texto del sector público (9) y el sector privado (1) en el eje de estadística.

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

Eje	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
Números	9(32,1)	5(29,4)	14(31,1)	6(54,5)	3(42,8)	9(50)	23(36,5)
Álgebra y funciones	8(28,6)	5(29,4)	13(28,9)	2(18,2)	2(28,6)	4(22,2)	17(27)
Geometría	6(21,4)	3(17,6)	9(20)	2(18,2)	2(28,6)	4(22,2)	13(20,6)
Estadística y probabilidad	5(17,9)	4(23,6)	9(20)	1(9,1)	0(0)	1(5,6)	10(15,9)

3.2. Disciplina STEM

Una actividad es considerada en el contexto STEM, cuando se aborda en ella al menos dos áreas de conocimiento disciplinar, que pueden ser: ciencias, tecnología, ingeniería y matemática, contabilizándose por separado. La Figura 3 es un ejemplo de actividad que aborda la matemática y la ciencia. El área de las naturales, además de mencionarse en el título, se relaciona con un objetivo de aprendizaje de un curso previo que atiende a “desarrollar modelos e investigaciones considerando: Mediciones de temperatura, usando

termómetro y variadas escalas, como Celsius, Kelvin y Fahrenheit, entre otras.” (MINEDUC, 2015). En relación con matemática, esta actividad corresponde al eje de Álgebra y funciones.

CIENCIAS NATURALES

10. ♦ Analiza la siguiente información y responde.

La temperatura es una magnitud que mide la cantidad de energía interna o calor que tiene un cuerpo. Cotidianamente se utilizan las escalas Celsius (°C) y Fahrenheit (°F), mientras que la escala Kelvin (K) es utilizada en disciplinas científicas.

La temperatura (teórica) mínima denominada “cero absoluto” corresponde al punto en que los átomos de un cuerpo se encuentran estáticos y es 0 K o $-273,15^{\circ}\text{C}$.

La conversión de escalas de temperatura Celsius y Kelvin está dada por la función $c(x) = x - 273,15$. En ella, x corresponde a la temperatura en K y $c(x)$ en °C.



a. ¿Cuál es el dominio y el recorrido de $c(x)$?

b. Determina la función inversa de $c(x)$.

c. Utiliza la función inversa para calcular la equivalencia en escala Kelvin de:

-200°C 20°C 35°C 200°C

d. Las escalas Celsius (°C) y Fahrenheit (°F) están relacionadas por la función $f(x) = \frac{9}{5}x + 32$. En ella, x corresponde a la temperatura en °C y $f(x)$ a la temperatura en °F. Determina la inversa de $f(x)$.

e. La novela *Fahrenheit 451*, de Ray Bradbury, tiene como subtítulo *La temperatura a la que el papel de los libros se inflama y arde*. ¿A qué temperatura en °C arde el papel?

f. ¿A qué temperatura en °C corresponden 100°F?

Figura 3. Ejemplo de actividad perteneciente a la disciplina STEM ciencias (T2, p. 86)

En la Tabla 4 se observa la distribución de las disciplinas STEM encontradas en las actividades en libros de texto analizados. Cabe destacar que la disciplina matemática se encuentra presente en la totalidad de actividades analizadas (100%) debido a la naturaleza de los libros de texto analizados. Por otro lado, se observa la disciplina de ciencias con un 60,3%, pasando a ser el área más trabajada seguida por la tecnología con un 31,7%, sin embargo, la disciplina de ingeniería se presenta en menor medida con un 25,4%. Uno de los puntos importantes a destacar es la diferencia entre el número total de actividades en el sector público y sector privado que presentan disciplinas STEM. En el primero se destacan 45 actividades analizadas, mientras que en el segundo se cuentan sólo 18 actividades. Finalmente, es importante destacar la tendencia a disminuir el número de actividades STEM de un curso a otro en ambos sectores, pasando de un total de 28 actividades a 17 en los libros de texto públicos y de 11 actividades a 7 en el sector privado.

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

Disciplina STEM	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
Ciencias	17(60,7)	14(82,2)	31(68,9)	5(45,5)	2(28,6)	7(38,9)	38(60,3)
Tecnología	13(46,4)	2(11,8)	15(33,3)	3(27,3)	2(28,6)	5(27,8)	20(31,7)
Ingeniería	7(25)	1(5,9)	8(17,8)	4(36,4)	4(57,1)	8(44,4)	16(25,4)

Disciplina STEM	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
Matemática	28(100)	17(100)	45(100)	11(100)	7(100)	18(100)	63(100)

3.3. Enfoque curricular

Al analizar los enfoques curriculares en cada actividad de los libros de texto, se encuentra el enfoque curricular conectado, donde se observa la relación de las habilidades que presentan las disciplinas STEM. En la Figura 4 se encuentra un ejemplo del enfoque curricular mencionado, dado que se observan las habilidades de ciencias y matemáticas, las cuales atienden a procesar y analizar información junto a la resolución de problemas.

ASTRONOMÍA

7. Analiza la situación y responde.

La tercera ley de Kepler relaciona el periodo de traslación de un planeta T , en años, con la distancia media d entre el planeta y el Sol, medida en unidades astronómicas (UA). La expresión que la resume es la siguiente:

$$T = \sqrt{d^3}$$

a. Escribe la tercera ley de Kepler utilizando solo potencias naturales.

b. Utilizando calculadora, determina el periodo de traslación de los planetas.

c. ♦ ¿Qué expresión algebraica describe la distancia al Sol de un planeta en función de su periodo de traslación?

d. ♦ ¿Cuál es la distancia al Sol de un planeta cuyo periodo de traslación es de 27 años?

Planeta	Distancia (UA)
Mercurio	0,39
Venus	0,95
Tierra	1,00
Marte	1,88
Júpiter	11,86
Saturno	29,46
Urano	84,01
Neptuno	164,79

Figura 4. Ejemplo de actividad perteneciente al enfoque curricular conectado (T2, p.23).

En la Tabla 5, se presenta la distribución de frecuencias respecto a los enfoques curriculares en las actividades STEM de los libros de texto analizados. Respecto a ello, existe un predominio del enfoque *conectado* con un 84,1%, el cual se encuentra presente tanto en los libros de texto públicos como en los privados, seguido por el enfoque *anidado* con un 14,3%. Por otro lado, los enfoques *interdisciplinarios* y *transdisciplinarios* no se encuentran presentes en ninguno de los libros analizados. Siguiendo la misma línea anterior, el enfoque *aislado* tiene una concurrencia de 1,6%, siendo este el enfoque que menos predomina en las actividades analizadas. Por último, se destaca que la frecuencia entre los enfoques dentro de los niveles de enseñanza aparenta no presentar una variación muy grande según sus porcentajes, sin embargo, la cantidad de actividades bajo estas categorías disminuye entre el paso de 1° y 2° de secundaria en ambos sectores, público y privado.

Tabla 5. Distribución de frecuencia (y porcentaje) en enfoques curriculares

Enfoques	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
Aislado	0(0)	0(0)	0(0)	1(9,1)	0(0)	1(5,6)	1(1,6)
Conectado	21(75)	16(94,1)	37(82,2)	9(81,8)	7(100)	16(88,8)	53(84,1)
Anidado	7(25)	1(5,9)	8(17,8)	1(9,1)	0(0)	1(5,6)	9(14,3)

Enfoques	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
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)

3.4. Rol de las imágenes

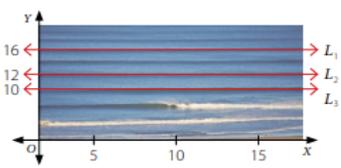
También se analizó el rol o dimensión de imágenes en las actividades STEM. Un ejemplo de ello se observa en la Figura 5, la que atiende a la dimensión contextual, porque las imágenes apoyan el texto escrito. En el caso de la imagen de abajo muestra la longitud dentro de un plano cartesiano, para determinar la ecuación de las rectas dentro de un contexto definido (alturas del oleaje tratadas).

3. CIENCIAS Analiza la siguiente información, y luego responde.

El mar de leva o mar de fondo consiste en el aumento anormal de la altura del oleaje. Cuando la mar de fondo llega a una playa, sus líneas de monte se relacionan con líneas rectas que son paralelas a la costa.



En el plano cartesiano se muestra la representación de algunas líneas de monte.



- Determina la ecuación de las rectas.
- ¿Cuál es el parámetro que varía en la ecuación de la forma $ax + by = c$? ¿Por qué ocurre esto? Explica.

Figura 4. Ejemplo de actividad perteneciente al rol contextual de las imágenes (T2, p.23).

En la Tabla 6, se presenta la distribución de las actividades sobre el rol de imágenes en los textos analizados. En ella se observa el dominio del rol contextual de la imagen (35,5%) presente en los libros de textos públicos, seguido de esto, existe una frecuencia de 36,5% que abarca el rol de imagen ornamental, además, podemos notar al comparar entre textos de los mismos niveles, pero de distinto sector, que tanto en el rol ornamental como en el contextual disminuyen en cantidad, siendo el sector público quien posee un mayor número. Por otro lado, no se encuentra presente el rol creativo de las imágenes en ninguno de los textos analizados y que existe un 17,5% de actividades STEM que no contienen imágenes.

Tabla 6. Distribución de frecuencia (y porcentaje) según rol de las imágenes

Rol de la imagen	Público			Privado			Total (n=63)
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)	
Ornamental	10(35,7)	11(64,7)	21(46,7)	1(9,1)	1(14,2)	2(11,1)	23(36,5)
Contextual	11(39,3)	5(29,4)	16(35,5)	6(54,5)	3(42,9)	9(50)	25(39,7)
Conceptual	3(10,7)	0(0)	3(6,7)	1(9,1)	0(0)	1(5,6)	4(6,3)
Creativa	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
No existe	4(14,3)	1(5,9)	5(11,1)	3(27,3)	3(42,9)	6(33,3)	11(17,5)

3.5. Habilidades del siglo XXI

En cuanto al estudio de las habilidades, nos encontramos con estas pertenecientes a cada disciplina. En la Figura 6 se trabaja la habilidad de procesar y analizar evidencia relativa al área de las ciencias. Esta actividad se pretende que los estudiantes observen y analicen la imagen sobre el farellón costero de Antofagasta (ciudad chilena) con el fin de establecer relaciones lineales. De esta manera se busca la interpretación de la información, habilidad necesaria para desarrollar la actividad.

Relaciones lineales de la forma $f(x, y) = ax + by$

En algunas partes del norte de Chile, la cordillera de la Costa cae en forma abrupta al mar, formando acantilados, lo que da origen al farellón costero.

En la imagen se muestra el farellón costero de Antofagasta, del que se ha considerado una parte y se ha representado en un plano cartesiano.

• Costa rocosa y arenisca en La Portada de Antofagasta. Región de Antofagasta, Chile

- Determina la pendiente de cada recta. Para ello, calcula las siguientes expresiones:

$$m_{\overleftrightarrow{AB}} = \frac{\Delta y_{\overleftrightarrow{AB}}}{\Delta x_{\overleftrightarrow{AB}}} \quad m_{\overleftrightarrow{CD}} = \frac{\Delta y_{\overleftrightarrow{CD}}}{\Delta x_{\overleftrightarrow{CD}}}$$
- ¿Cuál es la ecuación que representa a la recta \overleftrightarrow{AB} ?
- Determina la ecuación de la recta \overleftrightarrow{CD} , y luego explica cómo la estableciste.

La **pendiente** de una recta \overleftrightarrow{AB} corresponde a la razón entre la variación vertical ($\Delta y_{\overleftrightarrow{AB}}$) y la variación horizontal ($\Delta x_{\overleftrightarrow{AB}}$), es decir,

$$m_{\overleftrightarrow{AB}} = \frac{\Delta y_{\overleftrightarrow{AB}}}{\Delta x_{\overleftrightarrow{AB}}}$$

Figura 6. Ejemplo de actividad perteneciente a la habilidad de ciencias sobre procesar y analizar la evidencia (T1, p.81).

Referente a la disciplina de la tecnología (Figura 7), se puede observar una actividad STEM que involucra la habilidad de crear, ya que propone la construcción de un gráfico estadístico a través del programa de Microsoft Word. A partir del gráfico se busca que el estudiante visualice el ahorro mensual de Marcela, además invita a seguir indagando sobre el tema en cuestión con la finalidad de hacer cambios en dicha representación.

Crecimiento y decrecimiento exponencial

Marcela hace un plan de ahorro de modo que cada mes agrega un 20% del dinero que lleva ahorrado. Inicialmente tiene \$5 000. En la tabla se muestra el dinero mensual que logra ahorrar Marcela.

Mes	Dinero ahorrado (\$)
0	5 000
1	$5\,000 \cdot 1,2$
2	$(5\,000 \cdot 1,2) \cdot 1,2 = 5\,000 \cdot 1,2^2$
3	$(5\,000 \cdot 1,2^2) \cdot 1,2 = 5\,000 \cdot 1,2^3$

- ¿Por qué cada mes se debe multiplicar por 1,2? Explica.
- ¿Cuánto dinero tiene ahorrado Marcela el mes 5?
- ¿Qué expresión matemática permitiría determinar el dinero ahorrado el mes 10? ¿Y el mes n ?
- Grafica en un procesador de texto el ahorro mensual (por ejemplo, Word). Para ello, sigue estos pasos:
 - 1 Abre el programa y selecciona **Insertar**, luego **Gráfico**. Selecciona un gráfico de líneas en **Tipo de gráfico**.
 - 2 En la columna de categorías escribes los valores de «Mes» y en la serie 1, los valores de «Dinero ahorrado (\$)». Considera los montos correspondientes hasta el mes 10.
 - 3 Dependiendo del *software*, es posible cambiar algunas características del gráfico. Indaga en las opciones para hacer modificaciones.

Utiliza la **calculadora** para comprobar tus cálculos.

Figura 7. Ejemplo de actividad perteneciente a la habilidad de tecnología sobre crear (TI, p.36).

En relación con la disciplina de la ingeniería, la actividad de la Figura 8 promueve la habilidad de optimizar recursos a través de la búsqueda de las medidas de la caja para ocupar de buena manera los materiales y no haya una pérdida de esto.

Producto de binomios con un término en común

En Educación Tecnológica se planteó el desafío de crear alternativas a las cajas tradicionales para poder extraer objetos delicados de manera más simple.

Daniela pensó en una caja, como se muestra en la imagen, formada por dos partes idénticas, base y tapa. Cada parte con un fondo y dos paredes. Al unir las partes, a través de velcros, se forma la caja. Al quitar la tapa, el objeto en su interior se puede sacar fácilmente.

Aún no tiene claras las medidas de la caja, pero construirá cada parte con un trozo de cartón rectangular, como se muestra en la imagen.

- ¿Qué expresiones representan las medidas de los lados del cartón?
- ¿Qué expresiones representan el área del fondo, de las paredes y del cuadrado que se debe recortar?
- Según tus respuestas, ¿qué expresión representa el área del cartón?

Figura 8. Ejemplo de actividad perteneciente a la habilidad de ingeniería sobre optimizar recursos (TI, p.48).

Finalmente, acerca de la disciplina relacionada con matemática, la actividad mostrada en la Figura 9 engloba la habilidad de argumentar y comunicar, en la cual a través de la noticia “Poderosas razones para comer cereales integrales”, promueve el análisis de la información e invita a extraer conclusiones que se deben justificar y la discusión entre sus pares respecto a lo que quiere transmitir la noticia.

Poderosas razones para comer cereales integrales

La alimentación está estrechamente relacionada con la salud. Una dieta rica en grasas, azúcares y sodio eleva el riesgo de sufrir enfermedades no transmisibles, como diabetes, cáncer y cardiovasculares, entre otras. Pero también está la cara opuesta. Alimentos que ayudan a proteger el organismo. Los cereales integrales son uno de ellos, de acuerdo a un reciente trabajo que confirmó que su consumo contribuye a reducir el riesgo de padecer patologías crónicas.

Se trata de un metaanálisis realizado sobre 45 estudios que relacionan una dieta basada en cereales con una mejora en la salud y una reducción en el riesgo de muerte por ataque cerebrovascular (ACV), diabetes, cáncer y problemas respiratorios e infecciosos.

Los resultados arrojaron que consumir 90 gramos de cereales integrales al día reduce en 19 % las probabilidades de padecer enfermedades coronarias y en 22 % las cardiovasculares. A su vez, la mortalidad



relacionada con ACV se reduce en 14 %, con cáncer 15 %, con afecciones respiratorias un 22 %, infecciosas en 26 % y con diabetes 51 %.

Los investigadores concluyeron que hasta el momento "las recomendaciones para la ingesta de granos enteros habían sido a menudo poco claras o incoherentes en relación con la cantidad y tipos de alimentos de grano entero que se debían consumir". La evidencia científica recogida por esta exhaustiva revisión permite "apoyar firmemente las recomendaciones dietéticas para aumentar la ingesta de alimentos de grano entero en la población general para reducir el riesgo de enfermedades crónicas y mortalidad prematura", sostuvieron.

No obstante, los investigadores aclararon que el metaanálisis tiene algunas limitaciones relacionadas con la heterogeneidad de estudios revisados y con los diferentes estilos de vida, hábitos alimenticios y nivel social de las personas que participaron de ellos.

Fuente: https://www.clarin.com/buena-vida/salud/poderosas-razones-comer-cereales-integrales_0_SyfgOjJB.html (Adaptación)

a. ¿Cuáles son los datos que entrega la noticia? Anótalos en tu cuaderno.

b. ♦ ¿Qué quiere transmitir la noticia? Discutan en parejas.

c. ♦ ¿Se pueden considerar correctas las siguientes conclusiones? Analiza y justifica.

Figura 9. Ejemplo de actividad perteneciente a la habilidad de ingeniería sobre optimizar recursos (T2, p.148).

En la Tabla 7 se presenta la distribución de los libros de texto respecto a las habilidades de las disciplinas STEM. En cuanto a la disciplina de las ciencias, existe un dominio en la habilidad de procesar y analizar (39,7%), la que está presente tanto en los textos públicos como privados. Por otro lado, la habilidad de planificar no está presente en ningún texto. Al mismo tiempo, es en los textos del sector público en donde existen la mayoría de las habilidades de esta área, exceptuando la de planificar. En cambio, en los libros del sector privado, sólo están presentes dos habilidades, la de observar y plantear preguntas (11,1%) donde se encuentra en el texto privado de primero medio, sin embargo, la habilidad de procesar y analizar la evidencia (33,3%) se encuentran en ambos textos privados.

En la disciplina que tiene relación con la tecnología, prevalecen las habilidades de crear (14,3%) y buscar y analizar información (14,3%), en el cual crear es promovida en todos los libros de texto mientras que buscar y analizar información, se encuentran en todos los libros excepto en el texto privado de Segundo Medio. Por otro lado, no se observa la presencia de actividades que fomenten las habilidades sobre trabajar en equipo, emprendimiento, comunicación y adaptabilidad y flexibilidad en ningún libro de texto, ya

sea de sector público o privado. Al mismo tiempo, la habilidad de criticar está presente en los textos públicos de Primero y Segundo Medio, sin embargo, sólo se encuentra en el texto privado de Segundo Medio.

Con respecto a la ingeniería, están presentes las habilidades de resolver problemas (12,7%) y la optimización de recursos (12,7%) tanto en el sector público y privado. No obstante, la primera no se observa en el libro de texto del sector público en el curso de 2° Medio mientras que en el libro del mismo nivel del sector privado si existen actividades que promueven la habilidad de resolver problemas. Asimismo, podemos visualizar que, la distribución de las habilidades en el ámbito privado está de manera uniforme ya que en ambos existen 4 actividades de resolver problemas y otra 4 sobre la optimización de recursos.

Por último, sobre las habilidades que engloba la disciplina de matemática, se puede visualizar que se encuentran en mayor medida representar (34,9%) y argumentar y comunicar (34,9%), mientras que, las habilidades de resolver problemas (28,6%) y representar (17,5%) son las menos trabajadas en las actividades STEM. Al mismo tiempo, cabe mencionar que la habilidad de representar, no se encuentra alguna actividad relacionada con esto en el texto privado de 2° Medio.

Tabla 7. Distribución de frecuencia (y porcentaje) en los textos analizados y las habilidades de cada disciplina según sector público y privado.

Habilidad	Público			Privado			Total (n=63)	
	T1 (n=28)	T2 (n=17)	Total (n=45)	T3 (n=11)	T4 (n=7)	Total (n=18)		
Ciencias	1.1	4(14,3)	0(0)	4(8,9)	2(18,2)	0(0)	2(11,1)	6(9,5)
	1.2	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	1.3	10(35,7)	9(52,9)	19(42,2)	4(36,4)	2(28,6)	6(33,3)	25(39,7)
	1.4	5(17,9)	7(41,2)	12(26,7)	0(0)	0(0)	0(0)	12(19)
	1.5	5(17,9)	7(41,2)	12(26,7)	0(0)	0(0)	0(0)	12(19)
Tecnología	2.1	5(17,9)	1(5,9)	6(13,3)	1(9,1)	2(28,6)	3(16,7)	9(14,3)
	2.2	6(21,4)	1(5,9)	7(15,6)	2(18,2)	0(0)	2(11,1)	9(14,3)
	2.3	2(7,1)	1(5,9)	3(6,7)	0(0)	1(14,3)	1(5,6)	4(6,3)
	2.4	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	2.5	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	2.6	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	2.7	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Ingeniería	3.1	4(14,3)	0(0)	4(8,9)	2(18,2)	2(28,6)	4(22,2)	8(12,7)
	3.2	3(10,7)	1(5,9)	4(8,9)	2(18,2)	2(28,6)	4(22,2)	8(12,7)
Matemática	4.1	5(17,9)	5(29,4)	10(22,2)	3(27,3)	5(71,4)	8(44,4)	18(28,6)
	4.2	3(10,7)	2(11,8)	5(11,1)	3(27,3)	3(42,8)	6(33,3)	11(17,5)
	4.3	9(32,1)	8(47,1)	17(37,8)	5(45,5)	0(0)	5(27,8)	22(34,9)
	4.4	11(39,3)	5(29,4)	16(35,6)	3(27,3)	3(42,8)	6(33,3)	22(34,9)

4. DISCUSIÓN

En esta investigación se buscó analizar las actividades STEM en los libros de texto de matemática públicos y privados de 1° y 2° año de Educación Secundaria en Chile. En primer lugar, respecto a los ejes de aprendizajes en los textos analizados, el eje de *números* es el que ha predominado respecto a los otros ejes. En cambio, estadística y probabilidad predomina solo con un 15,9 %, siendo este el que presenta menor incidencia en las actividades STEM. Comparando estos resultados con el Programa de Estudio de Primero Medio (MINEDUC, 2016) se puede decir que no existe una concordancia, ya que en él se propone 72 horas pedagógicas para la primera unidad correspondiente al eje de *números*, en cambio, dentro de la unidad 4, respectivamente al eje de *estadística y probabilidad* se estiman 77 horas pedagógicas, por lo que se espera que existan más actividades STEM en este eje.

Ahora bien, comparando los resultados con el Programa de Estudio de Segundo Medio (MINEDUC, 2016) no se observa concordancia, ya que en este se proponen 54 horas pedagógicas para el eje de *números*, cabe destacar que, dentro de las horas pedagógicas se encuentra también el eje de *Geometría*, por otro lado, se proponen 72 horas pedagógicas en el eje de *Álgebra y Funciones*, por lo que, dentro de este eje se esperan más actividades STEM. Es por esto, que recomendamos que el número de actividades STEM sean acordes a las horas pedagógicas que se proponen en los programas de estudio, para así obtener una concordancia en lo que se estipula en el Ministerio de Educación con las actividades analizadas en los libros de texto.

Haciendo referencia a las *disciplinas STEM* en las actividades analizadas, predomina matemática, seguida por ciencias. Situación que es natural por el tipo de libros analizados. Pero, plantea el desafío de vincular un mayor número de disciplinas STEM en las actividades de los libros de texto, dado que, por lo general, se vincula con solo otra disciplina STEM, desaprovechando las potencialidades de la matemática para conectar los contenidos de ciencias, tecnología e ingeniería. Esto último, coincide con lo indicado por Lasa et al. (2020).

Según el total de actividades STEM analizadas, en la categoría de *enfoques curriculares* existe un predominio del enfoque conectado, a comparación con el enfoque interdisciplinar que no se encuentra presente en ninguna de las actividades STEM seleccionadas. De acuerdo con lo anterior, en el contexto STEM también es válido que exista una temática o contenido cuyas habilidades se conecten entre sí (Páez et al., 2021). Sin embargo, lo fuerte es que las actividades STEM tengan un enfoque interdisciplinario, con el fin de brindar oportunidades de que las habilidades y objetivos de cada disciplina trasciendan, obteniendo así un mejor logro de aprendizaje en el estudiante.

Ahora bien, siguiendo con los resultados relativos a las imágenes de las actividades STEM de los libros de texto analizados, el rol contextual es el más presente. Se destaca que en estas se muestra la contextualización de la actividad, conectándose con los conceptos matemáticos y con la vida cotidiana. Este resultado difiere con los hallados por Blanco et al. (2021), dado que ellos mencionan que las ilustraciones no tienen relación con el concepto matemático y que pocas de ellas conectan con la matemática. Recomendamos variar el uso de las imágenes en actividades en cuanto a su rol, de este modo, el uso de ellas pasaría a

tomar un mayor protagonismo en las aulas. al mismo tiempo que podría aprovecharse de mejor manera, terminando así con la idea de las imágenes sólo como una decoración de las actividades sin más.

En la unidad de análisis *habilidades* de cada disciplina, la categoría predominante es *procesar y analizar información* de la disciplina de ciencia, junto con las habilidades matemáticas *representar*, así como también *argumentar y comunicar*. Comparando estos resultados con la investigación de Aravena et al (2020), coincidimos que argumentar y comunicar junto con las habilidades de las ciencias, se relacionan con la exploración de información y formulación de preguntas e hipótesis. De esta manera, se obtiene la justificación y la expresión de resultados. Se aconseja que cada actividad STEM, tenga un mínimo de entre dos a tres disciplinas, donde cada actividad debe promover una habilidad por cada una de las disciplinas y que no sea de forma repetitiva. Es decir, que exista un equilibrio entre ellas, ya que, como se observó, en el análisis de las actividades existieron habilidades que no se evidenciaron.

5. CONCLUSIONES

Tomando en consideración el objetivo general, *analizar las actividades STEM propuestas en libros de texto de matemática de 1° y 2° año de Educación Secundaria en Chile*, se puede destacar una diferencia en la cantidad de actividades STEM presentes entre libros de texto públicos y privados estudiados, inclusive, la cantidad de estas pasa a ser incluso menos de la mitad de la otra, encontrando, de este modo, mayor frecuencia de actividades STEM en el sector público antes que en el privado.

Ahora, referido al primer objetivo específico (OE1), al categorizar las actividades STEM propuestas en libros de texto se denota la concurrencia de sólo incluir una de las áreas implicadas junto a la matemática y trabajar sobre ello, tratando las actividades de manera similar a problemas con contexto, usualmente ubicando está en un área específica para relacionarla con la matemática. Por lo anterior, creemos que el presentar actividades que enfrenten a los estudiantes a mayores desafíos que interconectan con otras áreas más que la sola matemática daría paso a un aprendizaje más significativo en las escuelas, logrando alcanzar esto mediante problemas más elaborados en colaboración durante la realización de los libros de texto escolares, buscando concordancia entre contenidos y buscando puntos en común en áreas que favorezcan la aplicación de actividades STEM no sólo al realizar el libro de matemáticas, sino que se consideran todos los textos a usar por nivel escolar para relacionar el contenido correspondiente.

Con relación al objetivo específico (OE2), al comparar las actividades STEM propuestas en los libros de textos públicos y privados, se puede notar la prevalencia de las actividades en el ámbito público, con un total de 45 actividades mientras que en el sector privado sólo existen 18 actividades de esta índole, asimismo, la distribución no uniforme de las actividades, en los textos de ambas áreas, que existe en el ámbito de la disciplina, enfoques curriculares, rol de las imágenes y las habilidades.

Finalmente, se consideran las limitaciones que existieron, siendo una de las principales la cantidad de textos analizados, ya que se podrían haber observado libros de otras

editoriales u otros niveles con el fin de que la investigación de pie a realizar comparaciones con textos pertenecientes a otros países o libros de otras disciplinas, como en ciencias, siguiendo el énfasis del análisis de actividades STEM.

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 BIBLIOGRÁFICAS

- Aravena, M., Rodríguez, M. y Barría, L. (2020). Caracterización de las habilidades STEM en procesos de etnomodelado con alumnos/as trabajadores/as migrantes haitianos/as de la ciudad de Talca. *Estudios Pedagógicos*, 46(2), 397-419.
- Barker, B.S. y Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in aninformal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229-243.
- 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>
- BOTSTEM (2017). *Educación en robótica y STEM para niños/as y escuelas primarias*. Erasmus+.
- Blanco, T., González-Roel, V., Diego-Mantecón, J. y Ortiz-Laso, Z. (2021). Análisis de la conexión arte-matemáticas en los libros de texto de Educación Primaria. *Educación Matemática*, 33(3), 67-93.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education challenges and opportunities*. National STEM Teachers Association.
- 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.
- Dib, S.M.F., Mendes, J.R.D.S. y Carneiro, M.H.D.S. (2003). Texto e imagens no ensino de ciências. En M.A. Moreira (Ed.), *Atas IV ENPEC. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-8). ABRAPEC.
- Duval, R. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana & V.Villani (Eds.), *Perspective on the Teaching of the Geometry for the 21st Century* (pp. 37-52). Kluwer Academic Publishers.
- 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>

- 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.
- 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>
- Herbel, B.A. (2007). From intended curriculum to written curriculum: examining the "voice" of a mathematics textbook. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(4), 344-369.
- Hidalgo R., Cárdenas M., Gúmera C. y Vargas R. (2017a). *Libro de estudio Matemática 1° Medio*. Santillana.
- Hidalgo R., Cárdenas M., Gúmera C. y Vargas R. (2017b). *Libro de estudio Matemática 2° Medio*. Santillana.
- Johnson, C.C., Peters-Burton, E.E. y Moore, T.J. (2016). STEM road map: a framework for integrated STEM education. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 317. <https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1253949>
- Kelley, T.R. y Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- 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>
- Luna, C. (2015). *El futuro del aprendizaje 2 ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo XXI?* UNESCO.
- Lupiáñez, J. L. (2018). Resolución de problemas y tecnología en el desarrollo de la competencia STEM. En P. Flores, J.L. Lupiáñez y I. Segovia (Eds.), *Enseñar matemáticas. Homenaje a los profesores Francisco Fernández y Francisco Ruiz* (pp. 203-214). Atrio.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38, 113-142.
- 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. (2015). *Bases Curriculares 7° básico a 2° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación.
- MINEDUC. (2016). Programa de estudio Primero Medio. Unidad de Currículum y Evaluación.
- MINEDUC. (2016). Programa de estudio Segundo Medio. Unidad de Currículum y Evaluación.
- MINEDUC. (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° medio*. Unidad de Currículum y Evaluación.

- NRC (2009). *Learning science in informal environments: people, places, and pursuits*. National Academies Press.
- Olivera, M. P. (2017). *Estudio de uso y valoración de textos escolares: informe final*. MINEDUC y Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (UNESCO).
- Otero, M. y Llanos, V. (2019). Los libros escolares de matemática y física en Argentina entre 1961 y 2009: el papel de las imágenes. *IARTEM E-Journal*, 11(1), 1-21. <https://doi.org/10.21344/iartem.v11i1.586>
- 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 interdisciplinar* [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Oriente]. <https://repositorio.uco.edu.co/jspui/bitstream/20.500.13064/1352/5/Tesis.pdf>
- Pérez-Serrano, G. (2016). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I. Métodos*. La Muralla.
- Prendes, M. (1996). Análisis de imágenes en textos escolares. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 6, 15-39.
- Portillo-Torres, M. (2017). Educación por habilidades: Perspectivas y retos para el sistema educativo. *Revista Educación*, 41(2), 1-22.
- 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>.
- Santillán-Aguirre, J., Jaramillo-Moyano, E., Santos-Poveda, R. y Cadena-Vaca, V. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(8), 467-492. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Solarte, M. (2010). Análisis de contenidos en los textos escolares de Ciencias Naturales, aplicando la Teoría de la Transposición Didáctica. *EDUCyT*, 1, 175-188
- 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.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- UNESCO (1985). *Coloquio Internacional sobre la Interdisciplinariedad en la Enseñanza General*. UNESCO.
- Useche, G. y Vargas, J. (2019). Una revisión desde la epistemología de las ciencias, la educación STEM y el bajo desempeño de las ciencias naturales en la Educación Básica y Media. *Revista Temas*, III(13), 109-121.
- Vain, P. (2012). El enfoque interpretativo en investigación educativa: algunas consideraciones teórico-metodológicas. *Revista de Educación*, 4(4), 37-45.
- Washington STEM Study Group. (2011). *STEM literacy definition*. Washington STEM.

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

Paula Aguirre-Navarrete. Licenciada en Educación (Universidad Católica del Maule, Chile). Estudiante del último año de Pedagogía en Matemática y Computación (Universidad Católica del Maule, Chile).

Paloma González-Zúñiga. Licenciada en Educación (Universidad Católica del Maule, Chile). Estudiante del último año de Pedagogía en Matemática y Computación (Universidad Católica del Maule, Chile).

Fernanda Rojas-Jaque. Licenciada 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 de la Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule. Línea de Investigación: Didáctica de la Matemática y de la Estadística.

Rodolfo Morales. Profesor de Educación General Básica con Especialización en Educación Matemática (Universidad Católica del Temuco, Chile). Máster en Didáctica de la Matemática (Universidad de Granada, España). Doctor en Ciencias de la Educación (Universidad de Granada, España). Académico de la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Maule. Línea de Investigación: Didáctica de la Matemática.



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.