



# SENDEROS MATEMÁTICOS Y ACTITUDES HACIA LA MATEMÁTICA, EFECTOS DE UNA INTERVENCIÓN EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN PRIMARIA DE LA REGIÓN DE ÑUBLE

## MATH TRAILS AND ATTITUDES TOWARDS MATHEMATICS, EFFECTS OF AN INTERVENTION IN PRIMARY EDUCATION STUDENTS IN THE ÑUBLE REGION

**Jonathan Parra-Muñoz**

jonathanparra@unach.cl

<https://orcid.org/0009-0000-8129-4693>

*Magister en Didáctica de la Matemática, Universidad Católica del Maule. Pedagogía en Matemática y Computación, Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.*

**Eduardo Gutiérrez-Turner**

eduardogutierrez@unach.cl

<https://orcid.org/0000-0002-2983-0513>

*Doctor (c) en estadística, Universidad de Valparaíso. Facultad de Educación, Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.*

### RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo comparar las actitudes hacia la matemática de estudiantes de octavo año básico antes y después de la implementación de senderos matemáticos utilizando la aplicación MathCityMap, así como las diferencias entre hombres y mujeres. Se utilizó el instrumento Inventario de Actitudes hacia la Matemática (IAM) sobre una muestra de 91 estudiantes de 13 y 14 años de edad pertenecientes a 4 colegios de la región de Ñuble en Chile. Se observaron mayores niveles de Incapacidad percibida para la matemática, Ansiedad ante las matemáticas y Emociones negativas provocadas por las matemáticas en las mujeres ( $p < 0.001$ ) y mayores niveles de Competencia percibida en matemática y Motivación intrínseca hacia las matemáticas en los hombres. Después de participar en la intervención, las mujeres presentaron una disminución significativa en la Orientación motivacional hacia el yo ( $p = 0.037$ ) y los hombres en Competencia percibida en Matemática ( $p = 0.014$ ).

### Palabras clave:

Sendero Matemático, MathCityMap, Actitud, Matemática

### ABSTRACT

This study aims to compare the attitudes towards mathematics of eighth-grade students before and after implementing Mathematics Trail using the MathCityMap application and the differences between men and women. The Inventory of Attitudes towards Mathematics (IAM) instrument was used on a sample of 91 students of 13 and 14 years of age belonging to 4 schools in the Ñuble region in Chile. Higher levels of Perceived Math Inability, Math Anxiety and Negative Emotions Provoked by Mathematics were observed in women ( $p < 0.001$ ) and higher levels of Perceived Math Competence in Mathematics and Intrinsic Motivation toward Mathematics in men. After participating in the intervention, women presented a significant decrease in Self-Oriented Motivational Orientation ( $p = 0.037$ ) and men in Perceived Math Competence in Mathematics ( $p = 0.014$ ).

### Keywords:

Mathematics trails, MathCityMap, Attitude, Mathematics

## 1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la matemática es de vital importancia pues fomenta la creatividad, el razonamiento lógico y el pensamiento cognitivo (Sachdeva y Eggen, 2023). Aprender matemática en la escuela proporciona al estudiante las habilidades y capacidades básicas de resolución de problemas que favorecerá la adquisición de conocimientos de otras materias (Schifter, 2001) y se correlaciona con los logros laborales y sociales, influyendo en las oportunidades profesionales futuras (Moustafa et al., 2017). Debido a sus grandes beneficios, la enseñanza de la matemática se incluye como materia básica en el plan de estudios chileno y en casi todos los planes de estudios del mundo (Raza y Reddy, 2021).

Desde los niveles iniciales hasta los más superiores, la matemática es considerada una disciplina difícil de aprender (Farias y Pérez, 2010). A medida que los estudiantes avanzan de nivel académico se observan actitudes más negativas hacia el aprendizaje de las matemáticas, se va perdiendo el interés y la utilidad de las matemáticas presenta un descenso significativo (Núñez et al., 2005).

Respecto a esto, diversos autores señalan que hay muchos estudiantes que experimentan altos niveles de ansiedad y fobia hacia las matemáticas, lo que los lleva a evitar participar en tareas matemáticas (Elbaek et al., 2019; Lee y Johnston-Wilder, 2014). Estas dificultades pueden verse influenciadas por factores cognitivos como el funcionamiento intelectual, la motivación y las habilidades de memoria, así como por factores emocionales (Harskamp, 2014).

Una consecuencia de esto se puede observar en los bajos resultados obtenidos a nivel nacional en las pruebas estandarizadas internacionales, como por ejemplo en el Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA) del año 2009: de las 36 preguntas de Matemáticas, el 47% fueron contestadas erróneamente por más del 70% de los estudiantes chilenos, especialmente en la resolución de problemas contextualizados a la vida real (Henríquez et al., 2015), destacando el área de la geometría como una de las más descendidas (Pino-Fan y Cordero, 2015; Rocha, 2020).

Los bajos resultados en matemática se han investigado por años, evidenciando la falta de aplicabilidad en la enseñanza de la matemática y también la

relación que existe entre lo afectivo-emocional, motivacional y capacidades frente a la asignatura de Matemática, lo que produce como consecuencia un bajo rendimiento académico (Cueli et al., 2014; Inzunza y Reyes, 2016). Al respecto, Tacilla et al. (2020) afirman que los componentes que influyen directamente en el aprendizaje son: las actitudes, los esfuerzos, las motivaciones, las emociones, las habilidades cognitivas y las expectativas de éxito. De estos componentes, Corredor y Bailey (2020) destacan la motivación intrínseca, extrínseca y social como las más importantes causales del rendimiento académico en matemática, y que también aportan para que los estudiantes puedan afrontar la vida con autonomía y responsabilidad.

Por otra parte, los estudios que han realizado una comparación por sexo reportan que los niños mostraron un autoconcepto de capacidad matemática más alto que las niñas (Casanova et al., 2021; Geary et al., 2019), y que los niños tienen una mayor competencia percibida en matemáticas, están más motivados intrínsecamente y exhiben niveles más bajos de ansiedad (Rodríguez et al., 2020; Yu et al., 2024). Por su parte, las niñas tienden a exhibir actitudes menos positivas hacia las matemáticas que los niños, con menor motivación, peor percepción de competencia y mayores tasas de ansiedad (Leder, 2017; Steinmayr et al., 2019; Valle et al., 2016). La relación entre las actitudes hacia las matemáticas y el rendimiento académico difiere entre niños y niñas, siendo el poder explicativo de las actitudes hacia las matemáticas más significativo en los niños que en las niñas (Nurlu, 2017; Samuelsson y Samuelsson, 2016).

Si a todo lo anteriormente mencionado se le suman los métodos de enseñanza tradicionales, las clases superpobladas y la falta de materiales de aprendizaje adecuados, nos encontramos con mayores dificultades de los estudiantes para aprender matemáticas (Ramaa, 2014; Waswa y Al-Kassab, 2023). En particular, en Chile se ha generado una tradición en la forma de articular el contenido matemático, reduciendo la enseñanza a un trabajo en algoritmos descontextualizados que no permite a los estudiantes comprender el rol de la matemática en la sociedad, basándose en la repetición de conceptos y algoritmización, donde el docente es el mayor participante del proceso de enseñanza (Aravena, 2001). Esta forma de trabajo, arraigada en los sistemas educativos chilenos, ha tenido

como consecuencia que los estudiantes no logren desarrollar capacidades y competencias requeridas para enfrentarse a una sociedad en cambio permanente. Las críticas por esta problemática se han enfocado en la formación inicial del profesorado, carente de resolución de problemas y modelización geométrica (Aravena y Caamaño, 2007).

La Evaluación Nacional Diagnóstica (END) de formación inicial docente en Chile reveló que una proporción significativa de futuros profesores de Matemáticas tienen “una deuda” con el logro de conocimientos disciplinares didácticos, lo que potencialmente conlleva consecuencias negativas en el sistema educativo, siendo en el área de Geometría donde se obtiene el menor porcentaje de logro en los años 2017, 2018 y 2019 con un 9%, 23% y 15% de logro respectivamente en el plan regular de estudios (Gaona et al., 2024).

Blanco y Blanco (2020) señalan que la matemática se debe reconocer en el entorno, para ello se debe mirar la ciudad con ojos matemáticos. De manera muy particular en geometría, es de suma importancia ver la aplicación en el mundo real, ya que está relacionada con la necesidad del ser humano por comprender su mundo. Gamboa y Ballesterio (2009) destacan que la aplicación de la geometría en la vida cotidiana muchas veces pasa inadvertida durante la enseñanza de esta disciplina.

Diversas estrategias se han propuesto en la literatura para mejorar el aprendizaje y la comprensión de conceptos matemáticos. Encontramos, por ejemplo, la utilización de diversos enfoques pedagógicos (Bray y Tangney, 2013; Santos, 2022), la integración de la tecnología (Santos, 2022; Santos-Trigo et al., 2015; Serpe y Frassia, 2020) y el modelamiento matemático (Suh, 2021; Kissane, 2020). De entre ellas, una que ha ganado popularidad en el último tiempo para abordar las problemáticas de descontextualización y malas actitudes hacia la matemática, es la implementación de senderos matemáticos (Gurjanow y Ludwig, 2020). Un sendero matemático es un paseo en el que se pueden descubrir y resolver problemas matemáticos sobre objetos reales. Los senderos matemáticos son parte de la educación al aire libre, y se pueden utilizar en el contexto escolar para ofrecer una experiencia en la vida real además de los libros de texto (Mobile Math Trails in Europe [MoMaTrE], s. f.).

Los senderos matemáticos fueron popularizados principalmente por Shoaf et al. (2004), quienes vieron en ellos un potencial para hacer que los estudiantes trabajen cooperativamente y puedan experimentar la matemática en un entorno no amenazante. Además, los senderos matemáticos proponen tareas de modelamiento matemático, caracterizadas por tener una alta demanda cognitiva ya que están completamente ligadas a otras competencias transversales como leer, comunicar, diseñar y aplicar estrategias de resolución de problemas, o de trabajo matemático como razonar, calcular, entre otras (Niss, 2003). También aportan a los estudiantes una comprensión de la matemática presente en el mundo y en la sociedad y, consecuentemente, motivan al estudio de la matemática (Blum, 2007).

Diversos autores alrededor del mundo han corroborado que al realizar un sendero matemático aumenta la motivación y la actitud positiva frente a la asignatura. En Portugal, Barbosa y Vale (2020) señalan que estos pueden promover actitudes positivas hacia las matemáticas y ayudan a tener una visión más amplia de las conexiones del mundo que nos rodea. En Turquía, Fessakis et al. (2018) mencionan que estos tuvieron un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes y contribuyeron a la transferencia del saber escolar a situaciones auténticas. En Indonesia y Alemania, Cahyono y Ludwig (2017; 2019) concluyen que la implementación del sendero matemático utilizando dispositivos móviles forma una combinación exitosa para generar una situación agradable y atractiva para que los estudiantes experimenten en el mundo real con las matemáticas. En Italia, Ariosto et al. (2021) explican que los estudiantes pudieron aplicar modelados en la ciudad y aprender matemática, y que los estudiantes consideran las clases al aire libre como viajes, divirtiéndose con las matemáticas.

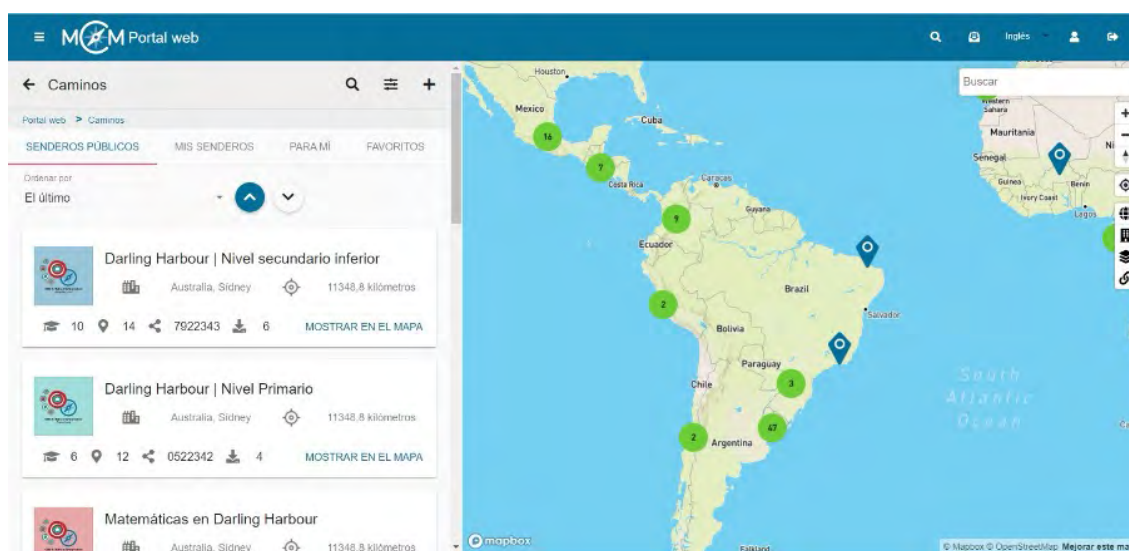
Desde el año 2012 se encuentra disponible el portal web MathCityMap (<https://mathcitymap.eu/>) que fue presentado por primera vez en el proyecto MCM-Project llevado a cabo por la IDMI Goethe-University Frankfurt, Alemania, por el profesor Dr. Matthias Ludwig, el cual tiene por objetivo que los docentes diseñen senderos matemáticos para sus estudiantes (por medio de la aplicación móvil y portal web), los cuales quedan disponibles para la comunidad en general (ver Figura 1).

A nivel mundial existen alrededor de 1900 senderos matemáticos de acceso abierto y publicados en el portal web, siendo la mayor cantidad de ellos del continente europeo, donde el país que lidera esta lista es Alemania (país fundador), le sigue España y Francia. En América se tiene un total de 95 senderos elaborados, de los cuales solo dos tienen ubicación en Chile, y solo uno en la región de Ñuble.

La ausencia de información regional relacionada con las actitudes hacia la matemática y cómo estas pueden ser afectadas con la metodología de senderos matemáticos ha dado origen al presente estudio, que tiene los siguientes objetivos: 1. Comparar las actitudes hacia la matemática de los estudiantes de educación primaria de la región de Ñuble entre hombres y mujeres, 2. Explorar la influencia de una intervención con senderos matemáticos sobre las actitudes hacia la matemática.

**Figura 1**

*Portal web y app MathCityMap*



*Nota. Obtenido del portal web MathCityMap*

## 2. METODOLOGÍA

El alcance de esta investigación es de tipo inferencial, con un diseño cuantitativo cuasiexperimental, en el que se aplicó un pre y postest para medir las actitudes hacia la matemática luego de participar en una intervención, utilizándose la metodología de senderos matemáticos con dispositivos móviles y la aplicación MathCityMap. El estudio se realizó de acuerdo con los lineamientos de la Declaración de Helsinki, resguardando la privacidad de los participantes, quienes autorizaron la utilización de sus datos para el estudio. Esta investigación cuenta con la aprobación del Comité de Ética Científico de la Universidad Adventista de Chile.

### 2.1. Participantes

Los participantes fueron seleccionados a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, de acuerdo a las redes de contacto de los investigadores. La muestra estuvo constituida por 91 estudiantes de cuatro colegios de la región de Ñuble, en Chile. Colegio 1 (24.2%), Colegio 2 (30.8%), Colegio 3 (20.9%) y Colegio 4 (24.2%), de los cuales 50 (54.9%) son damas y 41 (45.1%) son varones. Todos los estudiantes cursaban octavo año de enseñanza básica, con edades de entre 13 y 14 años, quienes accedieron a participar de la investigación firmando el asentimiento informado. Además, se obtuvo el consentimiento de los padres y tutores, quienes autorizaron el uso los datos para la presente investigación.

## 2.2. Procedimientos e instrumentos

Se realizó una intervención inmersa en la unidad de Geometría, para área y volumen de prismas rectos y cilindros, que consistió en 6 sesiones de acompañamiento al docente. La primera sesión fue para informar sobre el estudio y aplicar el pretest. En la segunda, tercera y cuarta sesión se abordaron los contenidos teóricos necesarios para completar el sendero matemático. En la quinta y sexta sesión, los estudiantes participaron de los senderos matemáticos diseñados exclusivamente para este estudio.

El primer sendero matemático lo realizaron en su propio establecimiento y el segundo fue desarrollado en el campus de la Universidad Adventista de Chile. Los estudiantes fueron organizados en grupos de tres o cuatro estudiantes. Guiados por la aplicación móvil MathCityMap, recorrieron cada una de las tareas georreferenciadas utilizando instrumentos de medición, calculadora y la aplicación móvil para resolver problemas integrando los contenidos del plan de estudio de octavo año básico para Geometría. Al finalizar la sexta sesión se realizó el postest.

Para recopilar la información sobre actitudes hacia la matemática, se utilizaron las subdimensiones de Competencia percibida para las matemáticas, Ansiedad ante las matemáticas, Percepción de utilidad de las matemáticas, Motivación de logro hacia las matemáticas, Motivación intrínseca hacia las matemáticas y Emociones negativas provocadas por las matemáticas del instrumento Inventario de las Actitudes hacia la Matemática (IAM) (Fennema y Sherman, 1976) en su versión en español, validada por González-Pianda et al. (2012). Se consideraron un total de 40 preguntas con escala de Likert de 1 a 5, desde (1) Totalmente falso, (2) Bastante falso, (3) A medias, (4) Bastante cierto, hasta (5) Totalmente cierto. Las preguntas de la encuesta fueron respondidas antes y después de la intervención.

## 2.3. Análisis de los datos

Se realizó un análisis descriptivo que involucra el cálculo de medias, medianas y desviación estándar para las dimensiones del IAM categorizados por sexo. Se realizaron comparaciones por sexo utilizando el test no paramétrico U de Mann-Whitney, mientras que para comparar las actitudes hacia la matemática entre el pre y el postest se utilizó el test de rango con signo de Wilcoxon para cada dimensión del IAM agrupados por sexo. Todos los análisis fueron realizados con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el software R-studio versión 2022.7.1.

### 3. RESULTADOS

En la Tabla 1 y en la Figura 2 se muestran los resultados para las dimensiones del IAM en el pretest, categorizados por sexo. Las mujeres presentan una mayor Incapacidad percibida ( $3.26 \pm 1.19$ ), mayor nivel de Ansiedad ante las matemáticas ( $3.48 \pm 0.93$ ) y mayores Emociones negativas provocadas por las matemáticas ( $2.98 \pm 1.07$ ) comparadas con las obtenidas por los hombres, de ( $2.39 \pm 0.91$ ), ( $2.48 \pm 0.96$ ) y ( $2.12 \pm 0.91$ ), respectivamente. Por su parte, los hombres presentaron mayor Competencia percibida en matemática ( $4.18 \pm 0.71$ ) y mayor Motivación intrínseca hacia las matemáticas ( $3.54 \pm 0.74$ ) que las mujeres, con ( $3.44 \pm 0.99$ ) y ( $2.86 \pm 0.85$ ), respectivamente. Todas estas diferencias fueron estadísticamente significativas ( $p < .001$ ). No se observaron diferencias significativas en las subdimensiones de Utilidad de las matemáticas para el futuro, Orientación motivacional hacia el yo, Interés por evitar ser el mejor y Atribución del éxito – fracaso a la capacidad del estudiante.

**Tabla 1**

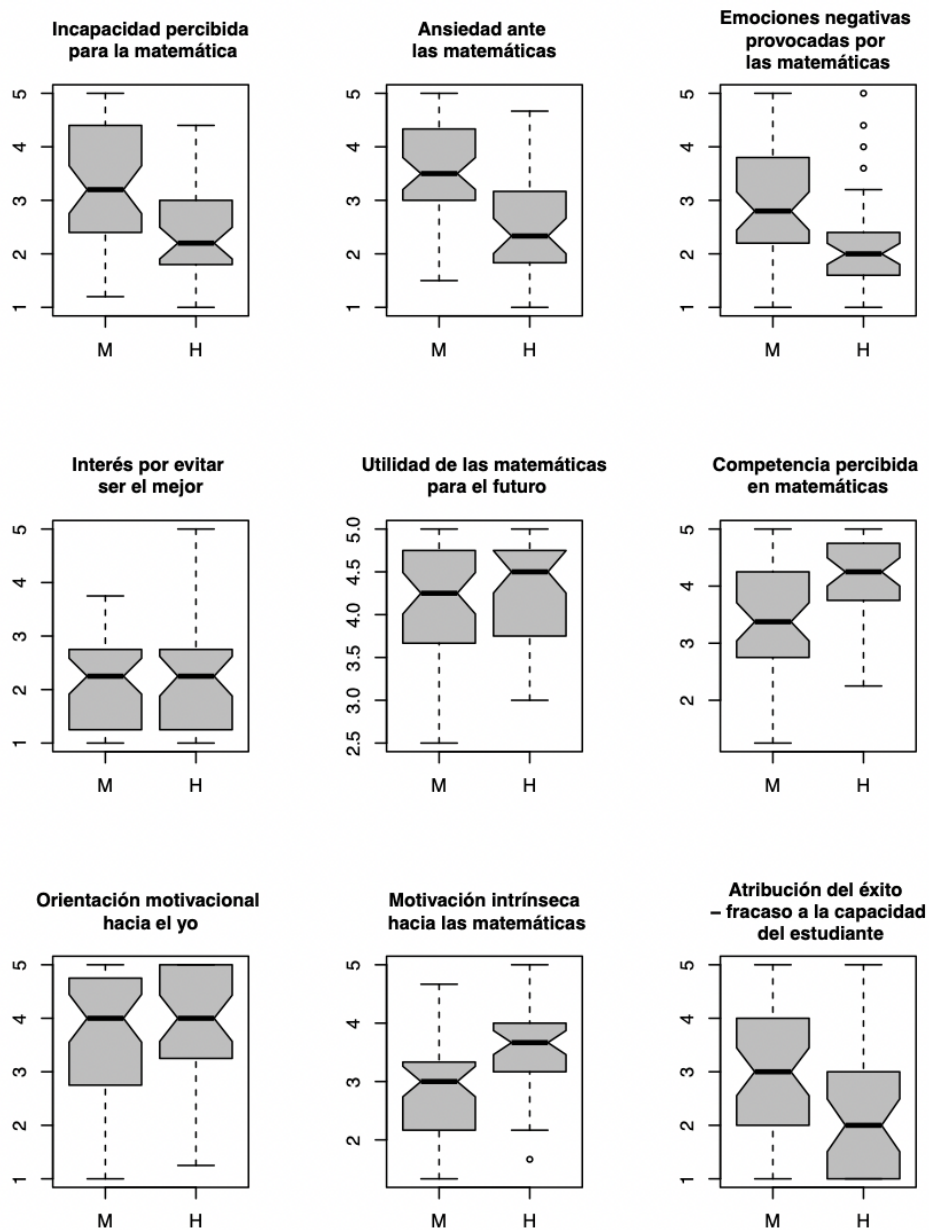
*Dimensiones del IAM en el pretest entre hombres y mujeres*

	Hombres (n=41)			Mujeres (n=50)			U de Mann-Whitney	
	Md	Me	DE	Md	Me	DE	U	P
Incapacidad percibida para la matemática	2.20	2.39	0.91	3.20	3.26	1.19	597	<.001
Utilidad de las matemáticas para el futuro	4.50	4.28	0.63	4.25	4.11	0.76	908	0.346
Competencia percibida en matemáticas	4.25	4.18	0.71	3.38	3.44	0.99	577	<.001
Orientación motivacional hacia el yo	4.00	3.93	1.02	4.00	3.63	1.24	898	0.308
Motivación intrínseca hacia las matemáticas	3.67	3.54	0.74	3.00	2.86	0.85	565	<.001
Ansiedad ante las matemáticas	2.33	2.48	0.96	3.50	3.48	0.93	472	<.001
Interés por evitar ser el mejor	2.25	2.24	1.08	2.25	2.17	0.86	987	0.760
Atribución del éxito – fracaso a la capacidad del estudiante	2.00	2.34	1.28	3.00	2.85	1.30	786	0.054
Emociones negativas provocadas por las matemáticas	2.00	2.12	0.91	2.80	2.98	1.07	516	<.001

*Nota. Elaboración propia.*



Figura 2  
Comparación de las dimensiones de IAM entre mujeres y hombres



Nota. Elaboración propia.

En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados del pre y postest para las mujeres y hombres, respectivamente. No se observaron cambios estadísticamente significativos en las dimensiones del IAM para las mujeres, excepto en la subdimensión de Orientación motivacional hacia el yo ( $p=0.037$ ), donde presentaron en una media de  $3.63 \pm 1.24$  puntos en el pretest y  $3.39 \pm 1.28$  en el postest. En el caso de los hombres, solo se observó una disminución significativa en la subdimensión de Competencia percibida en matemática ( $p=0.014$ ), donde obtuvieron una media de  $4.18 \pm 0.71$  puntos en el pretest y  $3.96 \pm 0.80$  puntos en el postest.

Tabla 2

Dimensiones del IAM de las mujeres en el pre y postest

	Pretest (n=50)			Postest (n=50)			Rangos Wilcoxon	
	Md	Me	DE	Md	Me	DE	W	p
Incapacidad percibida para la matemática	3.20	3.26	1.19	3.20	3.21	1.18	366	0.838
Utilidad de las matemáticas para el futuro	4.25	4.11	0.76	4.00	3.99	0.72	446	0.272
Competencia percibida en matemáticas	3.38	3.44	0.99	3.50	3.29	1.08	579	0.202
Orientación motivacional hacia el yo	4.00	3.63	1.24	3.63	3.39	1.28	514	0.037
Motivación intrínseca hacia las matemáticas	3.00	2.86	0.85	3.00	2.89	0.94	457	0.494
Ansiedad ante las matemáticas	3.50	3.48	0.93	3.33	3.40	0.87	547	0.551
Interés por evitar ser el mejor	2.25	2.17	0.86	2.50	2.42	0.88	320	0.063
Atribución del éxito – fracaso a la capacidad del estudiante	3.00	2.85	1.30	2.50	2.69	1.39	324	0.443
Emociones negativas provocadas por las matemáticas	2.80	2.98	1.06	2.80	2.96	1.04	532	0.926

Nota. Elaboración propia.

Tabla 3

Dimensiones del IAM de las mujeres en el pre y postest

	Pretest (n=41)			Postest (n=41)			Rangos Wilcoxon	
	Md	Me	DE	Md	Me	DE	W	p
Incapacidad percibida para la matemática	2.20	2.39	0.91	2.20	2.38	0.93	332	0.786
Utilidad de las matemáticas para el futuro	4.50	4.28	0.63	4.25	4.18	0.67	276	0.380
Competencia percibida en matemáticas	4.25	4.18	0.71	4.25	3.96	0.80	441	0.014
Orientación motivacional hacia el yo	4.00	3.93	1.02	3.75	3.71	1.06	378	0.168
Motivación intrínseca hacia las matemáticas	3.67	3.54	0.74	3.50	3.46	0.69	433	0.553
Ansiedad ante las matemáticas	2.33	2.48	0.96	2.50	2.58	0.70	270	0.461
Interés por evitar ser el mejor	2.25	2.24	1.07	2.00	2.18	1.07	304	0.459
Atribución del éxito – fracaso a la capacidad del estudiante	2.00	2.34	1.28	2.00	2.16	1.02	307	0.424
Emociones negativas provocadas por las matemáticas	2.00	2.12	0.91	2.20	2.35	0.89	293	0.178

Nota. Elaboración propia.



#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El primer objetivo del presente estudio fue comparar las actitudes hacia la matemática entre estudiantes hombres y mujeres. Los resultados evidencian que las mujeres presentan una mayor Incapacidad percibida para la matemática, mayor nivel de Ansiedad ante las matemáticas y mayores Emociones negativas provocadas por las matemáticas que los hombres. Esto concuerda con lo reportado por diversos autores que mencionan que las mujeres tienden a exhibir actitudes menos positivas hacia las matemáticas que los hombres, incluida una menor motivación, una peor percepción de competencia y tasas más altas de ansiedad (Casanova et al., 2021; Rodríguez et al., 2020). Por su parte, Geary et al. (2019) reportan que las mujeres tienden a tener mayor ansiedad matemática ante las evaluaciones que los hombres, y que esta ansiedad se mantiene incluso cuando mostraron avances en el rendimiento en matemática. Las diferencias encontradas en actitudes hacia las matemáticas entre hombres y mujeres ponen de manifiesto la necesidad de contar con estrategias diferenciadas que apunten a disminuir las brechas de ansiedad, Emociones negativas provocadas por las matemáticas y percepción de incapacidad, específicamente en las estudiantes mujeres, ya que afecta el rendimiento futuro en matemática y su desempeño en el ámbito profesional y personal (Rosario et al., 2012; Walshaw y Brown, 2012).

Una de las limitaciones de este estudio es que al diseñar los senderos matemáticos se utilizaron aplicaciones relacionadas a trabajos de construcción, jardinería, pintura de estructuras y limpieza de piscinas, los cuales culturalmente son más asociados a hombres que a mujeres. Esto pudo haber afectado la motivación y las Emociones negativas provocadas por las matemáticas de las mujeres hacia el sendero matemático.

Por otro lado, los estudiantes hombres presentaron mayor Competencia percibida en matemáticas y mayor Motivación intrínseca hacia las matemáticas en comparación con las mujeres. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Casanova et al. (2021), donde mencionan que los hombres tienen una mayor competencia percibida en matemáticas, están más motivados intrínsecamente y exhiben niveles más bajos de ansiedad en comparación con las mujeres. Valle et al. (2016) añaden

que los hombres perciben las matemáticas como más importantes que las mujeres. Por su parte, Lee y Kim (2014) concluyen que los hombres tienen mayor Motivación intrínseca hacia las matemáticas mientras que las mujeres tienen mayor motivación intrínseca para el inglés. A la luz de estos resultados, se puede evidenciar la importancia de la sensibilización de los docentes con respecto a estas diferencias entre los estudiantes hombres y mujeres, de modo que se conozcan y se consideren a la hora de planificar y aplicar estrategias de enseñanza. Por otro lado, también destacamos la importancia de generar políticas que promuevan la igualdad de oportunidades en el acceso a carreras relacionadas con la matemática, especialmente entre los profesores.

El segundo objetivo fue explorar los efectos de una intervención con senderos matemáticos sobre las actitudes hacia la matemática. No se observó un cambio significativo en la Ansiedad ante las matemáticas para las mujeres excepto en la Orientación motivacional hacia el yo; esta dimensión mide la relación que establece el alumno entre su éxito en matemáticas y la autoestima, lo que implica que luego de esta intervención las mujeres le atribuyen menos importancia a esta relación. En cuanto a los hombres, el único cambio observado fue una disminución significativa en la Competencia percibida en matemática, esta tiene relación con el sentimiento de los estudiantes en ser capaces de superar las dificultades que se les plantea. En este sentido, los hombres se sienten menos capaces que antes en resolver los problemas planteados, esto podría encontrar una explicación en que los problemas de la vida real son más complejos de resolver que los que están en papel con datos exactos, ya que en el contexto de senderos matemáticos se debe interactuar con los objetos, medir, observar, etc. En estos escenarios, la precisión juega un papel fundamental pues, por ejemplo, un error de medición puede llevar a un resultado incorrecto. Gurjanow y Ludwig (2020) destacan la importancia de fomentar la medición de objetos y/o lugares en nuestro entorno, ya que estas habilidades suelen representar un obstáculo en el desarrollo de los senderos matemáticos.

Las demás subdimensiones del IAM no presentan un cambio significativo tanto en hombres como en mujeres, mostrando que las intervenciones no tienen un impacto significativo en las actitudes hacia

la matemática de los estudiantes que participaron en el estudio. Esto es contrario a lo encontrado en la literatura. Por ejemplo, Barbosa y Vale (2016) afirman que los senderos matemáticos promueven actitudes positivas hacia la matemática y aportan a que los alumnos puedan entrelazar la vida real con la matemática. Así también, Cahyono y Ludwig (2017) concluyen que los senderos matemáticos influyen en la motivación intrínseca y extrínseca de los estudiantes, y que las actividades realizadas con dispositivos móviles son actividades interesantes y de disfrute para estos. Lo anterior puede deberse a que las intervenciones no fueron suficientes para que se produjera un cambio significativo en las actitudes hacia la matemática. Si bien es cierto que los senderos matemáticos fueron realizados en dos momentos, se evidenció poca seriedad por parte de algunos grupos de estudiantes al momento de realizar las actividades, producto de las arraigadas malas actitudes hacia la matemática que presentan los estudiantes y que van aumentando a medida que se avanza en los niveles escolares (Ramírez et al., 2016) y a la falta de trabajo autónomo, que es precisamente lo que tratan de promover los senderos matemáticos.

En consecuencia, la intervención con dos senderos matemáticos utilizando la aplicación MathCityMap con dispositivos móviles no fue suficiente para producir cambios significativos en las actitudes hacia la matemática. Es necesario introducir el modelamiento matemático de manera sistemática en las salas de clase para que al enfrentarse a un problema del mundo real, los estudiantes estén habituados a esta manera de pensar y tengan desarrolladas las habilidades necesarias para superar con éxito estas tareas.

Aunque no se logró un aumento en las actitudes hacia la matemática, se observó en las intervenciones que la aplicación MathCityMap es una herramienta digital potente para trabajar el modelamiento geométrico, la ubicación espacial y el trabajo en equipo. Destacamos la importancia de seguir investigando sobre las actitudes hacia la matemática en la región de Ñuble para llegar a diseñar intervenciones que logren provocar un aumento significativo en las actitudes hacia la matemática.

## AGRADECIMIENTOS

Jonathan Parra-Muñoz recibió financiamiento de la Universidad Adventista de Chile, Proyecto de Iniciación, número 155.

Eduardo Gutiérrez-Turner recibió financiamiento de ANID - Subdirección de Capital Humano/Doctorado Nacional/Año 2022 folio 21221664.

## 5. REFERENCIAS

- Aravena, M. (2001). Evaluación de proyectos para un curso de álgebra universitaria. Un estudio basado en la modelización polinómica [Tesis doctoral, Departament de Didáctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat de Barcelona]. Redinet. <http://hdl.handle.net/11162/16728>
- Aravena, M., y Caamaño, C. (2007). Modelización matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca. *Revista Estudios Pedagógicos*, 33(2), 7-25. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052007000200001>
- Ariosto, A., Ferrarello, D., Mammana, M., y Taranto, E. (2021). Math city map: provide and share outdoor modelling tasks. An experience with children. *Nuevos horizontes en la enseñanza de las ciencias*, 99(1), A13. <https://doi.org/10.1478/AAPP.99S1A13>
- Barbosa, A., y Vale, I. (2016). Math trails: Meaningful Mathematics Outside the Classroom with Pre-Service Teachers. *Journal of the European Teacher Education Network*, 11, 63-72.
- Barbosa, A., y Vale, I. (2020). Math Trails Through digital technology: an experience with pre-service teachers. *Research on Outdoor STEM Education in the Digital Age*, 47-54. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871440.0.06>
- Blanco, L., y Blanco, B. (2020). Mirar la ciudad con ojos matemáticos. *Uno-Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 87, 7-13.
- Blum, G. (2007). Modelling and applications in mathematics education. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1>
- Bray, A., y Tangney, B. (2013). Mathematics, technology interventions and pedagogy seeing the wood from the trees. In *CSEDU 2013 - Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education* (vol. 2, pp. 57-63). SCITEPRESS. <https://doi.org/10.5220/0004349100570063>
- Cahyono, A., y Ludwig, M. (2017). Examining motivation in mobile app-supported math trail environments. *CERME 10*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-93245-3>
- Cahyono, A., y Ludwig, M. (2019). Teaching and learning mathematics around the city supported by the use of digital technology. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), em1654. <https://doi.org/10.29333/ejmste/99514>
- Casanova, S., Vukovic, R. K., y Kieffer, M. J. (2021). Do girls pay an unequal price? Black and Latina girls' math attitudes, math anxiety, and mathematics achievement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 73, 101256. <https://doi.org/10.1016/j.app-dev.2021.101256>
- Corredor, M., y Bailey, J. (2020). Motivación y concepciones a las que alumnos de educación básica atribuyen su rendimiento académico en matemáticas. *Revista Fuentes*, 22(1), 127-141. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2020.v22.i1.10>
- Cueli, M., González-Castro, P., Álvarez, L., García, T., y González-Pineda, J. A. (2014). Variables afectivo-motivacionales y rendimiento en matemáticas: un análisis bidireccional. *Revista Mexicana de Psicología*, 31(2), 153-163.
- Elbaek, L., Majaard, G., Valente, A., y Khalid, S. (2019). Proceedings of the 13th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2019. Academic Conferences and Publishing International. <https://doi.org/10.34190/GBL.19.073>
- Farias, D., y Pérez, J. (2010). Motivación en la enseñanza de las matemáticas y la administración. *Formación Universitaria*, 3(6), 33-40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062010000600005>
- Fennema, E., y Sherman, J. (1976). Brief reports: Fennema-Sherman Mathematics attitudes scales: instruments designed to measure attitudes toward the learning of Mathematics by females and males. *Journal for Research in Mathematics Education*, 7, 324-326. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.7.5.0324>
- Fessakis, G., Karta, P., y Kozas, K. (2018). Designing Math Trails for enhanced by mobile learning realistic mathematics education in primary education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(2). <https://doi.org/10.3991/ijep.v8i2.8131>
- Gamboa, R., y Ballester, E. (2009). Algunas reflexiones sobre la didáctica de la geometría. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 4(5), 113-136.
- Gaona, J., Miranda, D. G., Vergara, A., Ramírez, P., y Menares, R. (2024). Evaluación de Estándares Didácticos Disciplinares de Futuros Profesores de Matemáticas en Chile: ¿Construyendo un Profesorado Endeudado? *Education Policy Analysis Archives*, 32(1). <https://doi.org/10.14507/epaa.32.7997>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., Chu, F., Scofield, J. E., y Hibbard, D. F. (2019). Sex differences in mathematics anxiety and attitudes: Concurrent and longitudinal relations to mathematical competence. *Journal of Educational Psychology*, 111(8), 1447-1461. <https://doi.org/10.1037/edu0000355>
- González-Pianda, J. A., Fernández-Cueli, M., García, T., Suárez, N., Fernández, E., Tuero-Herrero, E., y da Silva, E. H. (2012). Diferencias de género en actitudes hacia las matemáticas en la Enseñanza obligatoria. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*, 3(1), 55-73.
- Gurjanow, I., y Ludwig, M. (2020). Mathematics Trails and Learning Barriers. In G. A. Stillman, G. Kaiser, y C. Erna Lampen (Eds.), *Mathematical modelling education and sense-making* (pp. 265-276). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-37673-4_23)

- Harskamp, E. (2014). The effects of computer technology on primary school students' mathematics achievement: A meta-analysis. In S. Chinn (Ed.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties* (pp. 383-392). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315740713-38>
- Henríquez, V. V., Gómez, C. G., Araneda, R. M., Mandiola, E. A., y Oñate, A. S. (2015). Aprender del error es un acierto. Las dificultades que enfrentan los estudiantes chilenos en la Prueba PISA. *Estudios Pedagógicos*, 41(1), 293-310. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052015000100017>
- Inzunza, M., y Reyes, M. (2016). La enseñanza de la geometría en la escuela media chilena: hacia una reflexión en torno a su impacto en la formación ciudadana. *Calidad en la educación*, 45, 8-39.
- Kissane, B. (2020). Integrating technology into learning mathematics: The special place of the scientific calculator. *Journal of Physics: Conference Series*, 1581 (p. 012070). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1581/1/012070>
- Leder, G. C. (2017). Do girls count in mathematics? In *Educating Girls: Practice and Research* (Vol. 20, pp. 84-97). <https://doi.org/10.4324/9781315168395>
- Lee, C., y Johnston-Wilder, S. (2014). Mathematical resilience: What is it and why is it important? In S. Chinn (Ed.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties* (pp. 337-345). Routledge. <https://www.routledge.com/books/details/9780415822855/>
- Lee, H., y Kim, Y. (2014). Korean adolescents' longitudinal change of intrinsic motivation in learning English and mathematics during secondary school years: Focusing on gender difference and school characteristics. *Learning and Individual Differences*, 36, 131-139. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.07.018>
- Mobile Math Trails in Europe [MoMaTrE]. (s. f.). Math Trails. Recuperado el 17 de julio de 2024, de <https://momatre.eu/math-trails/>
- Moustafa, A., Tindle, R., Ansari, Z., Doyle, M., Hewedi, D., y Eissa, A. (2017). Mathematics, anxiety, and the brain. *Reviews in the Neurosciences*, 28(4), 417-429. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2016-0065>
- Niss, M. (2003). 3rd Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Project. *Mediterranean Conference on Mathematical Education*, 115-124.
- Núñez, J., González-Pienda, J. A., Álvarez, L., González-Castro, P., González-Pumariega, S., Roces, C., y Rodrigues, L. S. (2005). Las actitudes hacia las matemáticas: perspectiva evolutiva. En *Actas do VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia* (pp. 2389-2396). Universidade do Minho; Universidade da Corunha.
- Nurlu, Ö. (2017). Developing a Teachers' Gender Stereotype Scale toward Mathematics. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 10(2), 287-299. <https://doi.org/10.26822/iejee.2017236124>
- Pino-Fan, L. R., y Cordero, F. (2015). Análisis de la enseñanza de la matemática en Chile: Tendencias y desafíos. En L. R. Pino-Fan, y F. Cordero (Eds.), *Investigación educativa en Chile: Tendencias y desafíos* (pp. 121-146). LOM Ediciones.
- Ramaa, S. (2014). Arithmetic difficulties among socially disadvantaged children and children with dyscalculia. In S. Chinn (Ed.), *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties* (pp. 146-165). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315740713-18>
- Ramirez, G., Chang, H., Maloney, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2016). On the relationship between math anxiety and math achievement in early elementary school: The role of problem solving strategies. *Journal of experimental child psychology*, 141, 83-100. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.07.014>
- Raza, S. H., y Reddy, E. (2021). Intentionality and players of effective online courses in mathematics. *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 7. <https://doi.org/10.3389/fams.2021.612327>
- Rocha, R. (2020). Los desafíos de la educación matemática en Chile. *Revista chilena de educación matemática*, 14(2), 1-8.
- Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Estévez, I., y Valle, A. (2020). Gender differences in mathematics motivation: Differential effects on performance in primary education. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03050>
- Rosario, P., Lourenço, A., Paiva, O., Rodrigues, A., Valle, A., y Tuero-Herrero, E. (2012). Prediction of mathematics achievement: Effect of personal, socioeducational and contextual variables. *Psicothema*, 24(2), 289-295.
- Sachdeva, S., y Eggen, P.-O. (2023). "We learn it [mathematics] at school so one thinks that one will use it ...". *Acta Didactica Norden*, 17(3). <https://doi.org/10.5617/adno.10308>
- Samuelsson, M., y Samuelsson, J. (2016). Gender differences in boys' and girls' perception of teaching and learning mathematics. *Open Review of Educational Research*, 3(1), 18-34. <https://doi.org/10.1080/23265507.2015.1127770>
- Santos, V. (2022). Mathematics and technology: Does it work? In *Proceedings of the Asian Technology Conference in Mathematics* (pp. 203-217). Mathematics and Technology, LLC. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85142427164&partnerID=40&md5=03d3c102fb0cd532a12d705632d-3c7ab>

Santos-Trigo, M., Reyes-Martínez, I., y Aguilar-Magallón, D. (2015). The use of digital technology in extending mathematical problem-solving reasoning. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 533, pp. 298-309). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-22629-3\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22629-3_24)

Schifter, D. (2001). Learning to see the invisible. In T. Wood, B. Scott Nelson, y J. Warfield (Eds.), *Beyond Classical Pedagogy* (pp. 109-134). Taylor & Francis.

Serpe, A., y Frassia, M. G. (2020). Task mathematical modelling design in a dynamic geometry environment: Archimedean spiral's algorithm. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 11973, pp. 478-491). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39081-5\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39081-5_41)

Suh, J., Matson, K., Seshaiyer, P., Jamieson, S., & Tate, H. (2021). Mathematical Modeling as a Catalyst for Equitable Mathematics Instruction: Preparing Teachers and Young Learners with 21st Century Skills. *Mathematics*, 9(2), 162. <https://doi.org/10.3390/math9020162>

Shoaf, M., Pollak, H., y Schneider, J. (2004). *Math Trails*. COMAP.

Steinmayr, R., Weidinger, A. F., Heyder, A., & Bergold, S. (2019). Why do girls rate their mathematical competencies lower than boys? Considering grades, competency tests, teacher- and parent-ratings as potentially explaining factors. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 51(2), 71-83. <https://doi.org/10.1026/0049-8637/a000213>

Tacilla, I., Vásquez, S., Verde, E., y Colque, E. (2020). Rendimiento académico: universo muy complejo para el quehacer pedagógico. *Muro de la investigación*, 5(2), 53-65. <https://doi.org/10.17162/rmi.v5i2.1325>

Valle, A., Regueiro, B., Piñeiro, I., Sánchez, B., Freire, C., y Ferradás, M. (2016). Attitudes towards math in primary school students: Differences depending on the grade and gender. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 6(2), 119-132. <https://doi.org/10.3390/ejihpe6020009>

Walshaw, M., y Brown, T. (2012). Affective productions of mathematical experience. *Educational Studies in Mathematics*, 80, 185-199. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9370-x>

Waswa, D. W., y Al-Kassab, M. M. (2023). Mathematics learning challenges and difficulties: A students' perspective. In *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics* (Vol. 418, pp. 311-323). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-99-0447-1\\_27](https://doi.org/10.1007/978-981-99-0447-1_27)

Yu, X., Zhou, H., Sheng, P., Ren, B., Wang, Y., Wang, H., y Zhou, X. (2024). Math anxiety is more closely associated with math performance in female students than in male students. *Current Psychology*, 43(2), 1381-1394. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04349-y>