



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MATEMÁTICA

**ESTUDIO SOBRE LAS PERCEPCIONES ACERCA DE LAS  
MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y  
CIENCIAS, FCFM**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN MATEMÁTICAS  
APLICADAS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL MATEMÁTICO

**GONZALO ALFREDO SALAS VIVEROS**

PROFESOR GUÍA:  
CRISTIÁN REYES REYES

PROFESOR CO-GUÍA:  
PATRICIO FELMER AICHELE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
PABLO DARTNELL ROY  
VALENTINA GIACONI SMOJE

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por CMM ANID BASAL FB210005.

SANTIAGO DE CHILE  
2023

RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN  
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN MATEMÁTICAS APLICADAS Y  
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL MATEMÁTICO  
POR: GONZALO ALFREDO SALAS VIVEROS  
FECHA: 2023  
PROFESOR GUÍA: CRISTIÁN REYES  
PROFESOR CO-GUÍA: PATRICIO FELMER

## **ESTUDIO SOBRE LAS PERCEPCIONES ACERCA DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS, FCFM**

Entender lo que perciben y creen estudiantes de carreras STEM acerca de las matemáticas puede permitir a las autoridades de las instituciones asociadas promover políticas y lineamientos que permitan mejorar la experiencia universitaria de los estudiantes de estas carreras. En el caso de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM, si bien se han realizado algunos estudios acerca de percepciones sobre las matemáticas, estos no profundizan en diferencias en la percepción acerca de las matemáticas entre inicio y final de semestre para criterios de agrupación como género o puntaje de ingreso.

El presente estudio consiste en analizar lo reportado por los estudiantes de la Escuela cuando se les consulta su percepción acerca de las matemáticas. Para ello, se estudian cuatro dimensiones relacionadas con la percepción: autoeficacia, ansiedad, esfuerzo y creencias. La población de estudio corresponde a los estudiantes de las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020. Se realizan diversos análisis para cada cohorte de ingreso en base a diversos criterios de agrupación, con el fin de ver si se presentan diferencias significativas en los resultados obtenidos al inicio y al final del semestre Otoño 2022. Para estudiar estas dimensiones, se confecciona un cuestionario, el cual es respondido al inicio y al final del semestre por una muestra total de 387 estudiantes. Tras validar la estructura latente del cuestionario, se realiza un análisis de muestras pareadas y un análisis de varianza para los diversos criterios de agrupación seleccionados. Los resultados obtenidos a partir de las respuestas de los estudiantes son complementados con entrevistas semi-estructuradas a estudiantes de estas cohortes.

Dentro de los resultados importantes, se tiene que los estudiantes en general se perciben autoeficaces, ansiosos y esforzados para las matemáticas. Con el paso del semestre, en general, los niveles de ansiedad matemática se mantienen y se da un menor esfuerzo hacia las matemáticas. En cuanto a diferencias de género en los estudiantes, los hombres se perciben más autoeficaces y menos ansiosos por las matemáticas que las mujeres, situación que aumenta con el paso del semestre en la cohorte de ingreso 2022. Se encuentran también diferencias significativas en base al puntaje de ingreso y el rendimiento en cursos matemáticos, donde quienes tienen mejor rendimiento académico reportan mayor autoeficacia matemática y menor ansiedad matemática.

Estos resultados constituyen una base para definir un perfil de los estudiantes de la Escuela acerca de cómo perciben las matemáticas, el cual puede ser ajustado estudiando otras dimensiones como el autoconcepto o la actitud matemática, o profundizado realizando un seguimiento a los estudiantes por un tiempo más prolongado.

*Ir, más allá del horizonte,  
do remonta la verdad.*

# Agradecimientos

A mi mamá, a mi papá y a mi hermano: muchas gracias por todo. No puedo no comenzar estos agradecimientos sin mencionarlos a ustedes, son el pilar fundamental de mi vida y todo lo que soy, es gracias a ustedes. Los quiero mucho. A mi mamá y a mi papá: les agradezco todos los esfuerzos y sacrificios que han hecho con tal de poder criarnos de la mejor manera posible a mí y a mi hermano. A mi hermano: agradezco todos los momentos divertidos que he vivido junto a ti. A todos mis familiares, abuel@s, tí@s, prim@s, tanto en Santiago como en Concepción: agradezco como siempre me han tratado bien y me han apoyado en todo, no se imaginan lo que he valorado siempre tener un núcleo familiar fuerte. A todos mis familiares que partieron: gracias por todo. Un beso al cielo, los llevo siempre en mi corazón. Quiero terminar este párrafo agradeciendo al Babidi, el perro que llegó a nuestra casa el 2015: te quiero mucho Babidi.

A las amistades que hice en mi larga travesía por Beauchef y las que tengo de antes: muchas gracias por todo. A Pedro, Mariano, Fabián, Leo, Benja, Jota, Pipín, Caro, Manu, Aldo, Javier, Clemun y a todas las personas que conocí en el DIM: agradezco que hayan hecho el estudiar en el DIM una tremenda experiencia. Al principio sufrí bastante, pero con el paso del tiempo fue solo disfrutar, nunca olvidaré todas esas horas jugando carecaca y riéndonos a carcajadas en las oficinas. A todas las amistades que conocí en Plan Común y trato de mantener hasta el día de hoy: muchas gracias por todo, les juro que nunca olvidaré todos los grandes momentos vividos en los primeros años de mi estancia en Beauchef. A todos mis amigos que mantengo desde el colegio: los quiero mucho, saben cuánto los aprecio y lo importantes que han sido en mi vida.

A Cristián Reyes y a Patricio Felmer: les agradezco que me hayan guiado durante todo este periodo de tesis. Valoro mucho toda la ayuda y apoyo que me dieron, y que hayan confiado en mí desde el inicio. A Pablo Dartnell y Valentina Giaconi: les agradezco su voluntad y disposición de formar parte de la comisión, además de todos los consejos que me dieron. A todos los estudiantes que participaron del estudio, tanto en el cuestionario como en las entrevistas, y a todas las personas que facilitaron la aplicación y análisis del cuestionario y las entrevistas: muchas gracias. Esta tesis no habría salido adelante sin ustedes.

Para el final de estos agradecimientos, quiero dejar al Club Universidad de Chile, equipo de fútbol del que todos quienes me conocen saben que soy hincha: si bien estos últimos años no han sido de lo mejor en cuanto a lo futbolístico y dirigencial, no puedo no considerar todas las alegrías y tristezas que me ha dado a lo largo de mi vida. No tengo duda de que en los años venideros la U volverá a la buena senda, porque si hay algo que el hincha de la U tiene arraigado es nunca dejar de creer, y siempre enfrentar la vida *con op ti mis mo y fé*.

# Tabla de Contenido

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1 Marco teórico</b>	<b>3</b>
1.1 Acerca de la percepción . . . . .	3
1.2 Autoeficacia, ansiedad y esfuerzo . . . . .	4
1.2.1 Autoeficacia matemática . . . . .	4
1.2.2 Ansiedad matemática . . . . .	5
1.2.3 Esfuerzo hacia las matemáticas . . . . .	6
<b>2 Objetivos</b>	<b>7</b>
2.1 Preguntas que guían el presente estudio . . . . .	7
2.2 Objetivos . . . . .	7
<b>3 Metodología</b>	<b>9</b>
3.1 Población de estudio e instrumentos a utilizar . . . . .	9
3.2 Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM . . . . .	9
3.2.1 Confeción del cuestionario . . . . .	9
3.2.2 Aplicación del cuestionario . . . . .	10
3.2.3 Proceso de análisis de las respuestas del cuestionario . . . . .	11
3.3 Entrevistas semi-estructuradas . . . . .	16
<b>4 Resultados obtenidos del Cuestionario</b>	<b>18</b>
4.1 Proceso de validación del cuestionario . . . . .	18
4.2 Análisis de muestras pareadas y análisis de varianza para diferentes criterios de agrupación . . . . .	19
4.2.1 Resultados generales obtenidos . . . . .	20
4.2.2 Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2022 . . . . .	25
4.2.3 Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2021 . . . . .	33
4.2.4 Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2020 . . . . .	35
4.2.5 Resultados obtenidos en otros criterios de agrupación . . . . .	36
4.2.6 Resultados del resto de ítems del cuestionario . . . . .	39

<b>5</b>	<b>Análisis y discusión de los resultados obtenidos</b>	<b>41</b>
5.1	Resultados generales . . . . .	41
5.1.1	Tendencias generales . . . . .	41
5.1.2	Resultados generales según género . . . . .	43
5.2	Resultados por cohorte de ingreso . . . . .	44
5.2.1	Cohorte de ingreso 2022 . . . . .	44
5.2.2	Cohorte de ingreso 2021 . . . . .	47
5.2.3	Cohorte de ingreso 2020 . . . . .	47
5.3	Otros resultados . . . . .	48
5.3.1	Resto de criterios de agrupación . . . . .	48
5.3.2	Resto de ítems del cuestionario . . . . .	48
	<b>Conclusión</b>	<b>50</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>56</b>
	<b>Anexos</b>	<b>57</b>
A	Anexo de tablas y figuras	57
B	Guión semi-estructurado de la entrevista	66
C	Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM	67

# Índice de Tablas

3.1	Desagregación de la muestra por género y cohorte de ingreso para ambas instancias de aplicación del cuestionario . . . . .	11
4.1	Valor de los indicadores asociados al Análisis Factorial Confirmatorio tanto para el modelo original como para el modelo final, además del valor aceptable recomendado . . . . .	19
4.2	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para autoeficacia, ansiedad y esfuerzo en los 387 estudiantes, además del estadístico $Z$ y el $p$ -valor asociado al test de Wilcoxon . . . . .	20
4.3	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según cohorte de ingreso .	21
4.4	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según cohorte de ingreso .	23
4.5	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género de los estudiantes	23
4.6	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según género del estudiante	24
4.7	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2022 . . . . .	26
4.8	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2022 . . . . .	27
4.9	Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según puntaje de ingreso, cohorte 2022 . . . . .	28
4.10	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según puntaje de ingreso, cohorte 2022 . . . . .	29
4.11	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA1001 Introducción al Cálculo al momento de participar en la instancia Post . . . .	30
4.12	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA1001 Introducción al Cálculo al momento de participar en la instancia Post . . . .	30
4.13	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA1101 Introducción al Álgebra al momento de participar en la instancia Post . . . .	31
4.14	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA1101 Introducción al Álgebra al momento de participar en la instancia Post . . . .	32
4.15	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según colegio de egreso, cohorte 2022 . . . . .	32
4.16	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según colegio de egreso, cohorte 2022 . . . . .	32
4.17	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2021 . . . . .	33
4.18	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2021 . . . . .	33

4.19	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA2001 Cálculo en Varias Variables al momento de participar en la instancia Post . .	34
4.20	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA2001 Cálculo en Varias Variables al momento de participar en la instancia Post . .	34
4.21	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2020 . . . . .	35
4.22	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2020 . . . . .	35
4.23	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA3403 Probabilidades y Estadística al momento de participar en la instancia Post .	36
4.24	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA3403 Probabilidades y Estadística al momento de participar en la instancia Post .	36
4.25	Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según reprobación antes de Otoño 2022 . . . . .	37
4.26	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según región de residencia	38
4.27	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según región de residencia	38
4.28	Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según región de residencia, cohorte 2022 . . . . .	38
4.29	Frecuencia relativa de las respuestas obtenidas en los ítems del 16 al 19 en el cuestionario para el total de la muestra con $N=387$ . . . . .	39
A.1	Duración de las entrevistas por estudiante . . . . .	57
A.2	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según reprobación antes del Semestre Otoño 2022 . . . . .	57
A.3	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis obtenidos según región de residencia, cohorte 2022 . . . . .	57
A.4	p-valores obtenidos de la aplicación del test de Kolmogorov Smirnov con corrección de Lilliefors para cada criterio de agrupación . . . . .	58
A.5	Proporción masculina-femenina de rendimiento en los cursos previo a instancia Post . . . . .	58
A.6	Proporción masculina-femenina en los grupos de puntaje de ingreso, cohorte 2022 . . . . .	58
A.7	Rendimieento en cursos de primer año según puntaje de ingreso, cohorte 2022	59
A.8	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°16 “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto”. . . . .	60
A.9	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°17 “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos”. . . . .	61
A.10	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes” . . . . .	62
A.11	Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°19 “Creo que las matemáticas son faciles de aprender” . . . . .	63
A.12	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°16 “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto” . . . . .	64
A.13	Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°17 “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos” . . . . .	64

A.14 Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes” . . . . .	65
A.15 Resultados del test $H$ de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°19 “Creo que las matemáticas son fáciles de aprender” . . . . .	65

# Índice de Ilustraciones

4.1	Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en autoeficacia, ansiedad y esfuerzo para los 387 estudiantes . . . . .	21
4.2	Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la autoeficacia matemática percibida según cohorte de ingreso . . . . .	22
4.3	Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la ansiedad matemática percibida según cohorte de ingreso . . . . .	22
4.4	Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para el esfuerzo hacia las matemáticas percibido según cohorte de ingreso . . . . .	22
4.5	Histograma de densidad de los puntajes obtenidos en las instancias Pre y Post en estudiantes del género masculino . . . . .	24
4.6	Histograma de densidad de los puntajes obtenidos en las instancias Pre y Post en estudiantes del género femenino . . . . .	24
4.7	Puntajes Pre y Post obtenidos por género para los tres factores . . . . .	25
4.8	Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en estudiantes de género masculino de la cohorte de ingreso 2022 acerca de su autoeficacia, ansiedad y esfuerzo . . . . .	26
4.9	Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en estudiantes de género femenino de la cohorte de ingreso 2022 acerca de su autoeficacia, ansiedad y esfuerzo . . . . .	26
4.10	Comparación de los resultados obtenidos por ambos géneros en la cohorte de ingreso 2022 para los tres factores en ambas instancias . . . . .	27
4.11	Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la autoeficacia matemática percibida según el puntaje de ingreso en los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022 . . . . .	28
4.12	Histograma de densidad de los resultados obtenidos según puntaje de ingreso para autoeficacia y ansiedad en ambas instancias . . . . .	29
4.13	Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA1001 Introducción Al Cálculo para los tres factores en la instancia Post . . . . .	30
4.14	Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA1101 Introducción Al Álgebra para los tres factores en la instancia Post . . . . .	31
4.15	Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA2001 Cálculo en Varias Variables para los tres factores en la instancia Post . . . . .	34
4.16	Histograma de densidad según si el estudiante ha reprobado un ramo o no hasta antes del semestre Otoño 2022 . . . . .	37

4.17	Histograma de densidad de la percepción sobre su autoeficacia matemática en ambas instancias según la región de residencia . . . . .	38
A.1	Histograma de densidad de la autoeficacia matemática percibida en ambas instancias para quienes se estaban eximiendo en cada curso . . . . .	59
A.2	Histograma de densidad de la ansiedad matemática percibida en ambas instancias para quienes se estaban eximiendo en cada curso . . . . .	59

# Introducción

Entender lo que siente, percibe o cree un individuo o un grupo de individuos sobre las matemáticas ha sido un tema estudiado en diversos contextos sociales a lo largo del tiempo (Maddy, 1980; Cornell, 1999; Jansen et al., 2013; Missall et al., 2014), sobre todo en el contexto educativo. Todo individuo comienza a relacionarse con las matemáticas desde temprana edad, en el contexto educativo, a través de tareas y pruebas que evalúan cuánto saben y qué son capaces de hacer los estudiantes acerca de distintos tópicos como la geometría, el cálculo o el álgebra.

Dentro del contexto educativo, uno de los grupos de personas en los que más se ha estudiado percepciones acerca de las matemáticas a lo largo del tiempo es el de los estudiantes que están en el proceso de transición desde la educación secundaria hacia la universitaria (Gueudet, 2008; Clark and Lovric, 2009; Di Martino and Gregorio, 2019; Blackmore et al., 2021). En particular, un lugar donde esto se vuelve de interés es en las carreras STEM<sup>1</sup>, donde las matemáticas juegan un papel fundamental en los primeros años de estudio, ya que, en estas carreras, los estudiantes deben adquirir las bases matemáticas necesarias para ejercer su profesión de manera competente tras graduarse. Los cursos iniciales en las carreras STEM son fundamentales en la formación académica y la mayoría de los estudiantes recién ingresados a ellas enfrentan una transición compleja en su método de aprendizaje de las matemáticas (Hoyle et al. 2001; Gómez-Chacón 2009). Por ello, comprender su percepción acerca de las matemáticas se vuelve un tema de gran importancia, pues esto podría permitir evaluar si los cimientos en los que se basa la enseñanza de las matemáticas en las carreras STEM pueden ser mejorados en algún aspecto.

En el caso de la Universidad de Chile, específicamente en la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM<sup>2</sup>, donde entran casi 1000 estudiantes nuevos por año, se han realizado diversos estudios acerca de las creencias y sensaciones de los estudiantes en relación con las matemáticas, enfocándose en diversas perspectivas como, por ejemplo, la resolución de problemas o la autoeficacia (Chehade Barroux, 2014; Marchant Díaz, 2021). Sin embargo, estos estudios no han profundizado en la percepción de los estudiantes sobre las matemáticas desde diversas perspectivas y además están centrados solo en estudiantes de primer año. Comprender la percepción reportada por los estudiantes de diversas generaciones sobre este tema puede ser una herramienta valiosa para la Escuela de Ingeniería y Ciencias, ya que

---

<sup>1</sup>Abreviación que traducida del inglés significa Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

proporciona diferentes perspectivas sobre la experiencia de los estudiantes con las matemáticas de primera fuente y no basadas en prejuicios. Esto puede permitir a las autoridades de la Escuela potenciar lineamientos o políticas consistentes con lo reportado para mejorar la experiencia universitaria de los estudiantes.

Teniendo en cuenta todos estos antecedentes, el presente estudio busca indagar sobre la percepción acerca de las matemáticas en estudiantes que pertenecen a cohortes de ingreso recientes de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. En concreto, se estudiará el grupo de estudiantes pertenecientes a las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020, que al momento de realizar este estudio correspondían a las últimas tres cohortes de ingreso. Esto se realiza usando diversos instrumentos en donde los estudiantes puedan reportar lo que perciben, aplicando cuestionarios para realizar un análisis cuantitativo y mediante la realización de entrevistas semidirigidas para realizar un análisis cualitativo (Creswell, 2012). En particular, este estudio contará con ambos enfoques, con el fin de darle un sentido de realidad a los resultados numéricos obtenidos. Se buscarán diferencias en esas percepciones entre el inicio y el final de semestre, además de diferencias entre grupos basados en diversas categorías, como por ejemplo, género o puntaje de ingreso.

# Capítulo 1

## Marco teórico

### 1.1. Acerca de la percepción

Para poder estudiar la percepción que tienen los estudiantes acerca de las matemáticas, es necesario tener claro el concepto de percepción. La *percepción*, desde un punto de vista psicológico, es definida por el Diccionario de Psicología de la APA<sup>1</sup> como el conjunto de procesos mentales a través de los cuales un individuo interpreta y toma conciencia de eventos por medio de los sentidos, con el fin de manejar un conocimiento significativo (VandenBos, 2015, pg. 775). Es importante distinguir la percepción de los conceptos de creencias y sensaciones, aunque estos se asemejan en ciertos aspectos y estén relacionados. Una creencia es la aceptación de que un hecho es verdadero o falso aún con ausencia de justificación para aquello (VandenBos, 2015, pg. 119). Si bien la diferencia entre ambos es que la percepción involucra el análisis de una situación y la creencia no necesariamente, una situación bastante común es que la percepción conlleva a adquirir creencias (Smith, 2001). Sensación, en cambio, es el proceso que se experimenta cuando los receptores sensoriales reciben estímulos debido a algún suceso (VandenBos, 2015, pg. 416). Con esto, podemos entender que estos conceptos en muchos casos forman una secuencia, donde primero se da la sensación y la interpretación de estas provoca la percepción (Coren, 2003), la cual a su vez puede transformarse en creencia.

En general, cuando se busca obtener la percepción de un individuo se habla de su *auto-percepción* acerca del tema. Al ser muy general el concepto de percepción, se hace importante abordar el tema desde más de una perspectiva, pues, por ejemplo, un estudiante puede tener la percepción de ser capaz de resolver un ejercicio matemático y sin embargo puede creer que no es bueno para las matemáticas. Así que, si lo que se busca es analizar la percepción acerca de las matemáticas, se debe dejar claro desde qué dimensión es de interés el estudio. En particular, este estudio se basa en las siguientes tres dimensiones: la *autoeficacia matemática*, la *ansiedad matemática* y el *esfuerzo hacia las matemáticas*. Estas tres dimensiones se pueden entender como qué tan capaz se cree, qué tanta tensión percibe y qué tan esforzado se autopercibe un estudiante en general cuando se ve enfrentado a las matemáticas. Estos no son los únicos elementos relacionados a la percepción acerca de las matemáticas que se pueden estudiar. En la literatura se encuentran, por ejemplo, la actitud matemática (Fenne-

---

<sup>1</sup>American Psychological Association

ma and Sherman, 1976; Dwyer, 1993) y el autoconcepto matemático (Jameson and Fusco, 2014; Skaalvik and Skaalvik, 2006), los cuales no serán estudiados en lo que viene con el fin de profundizar en las dimensiones antes mencionadas.

## 1.2. Autoeficacia, ansiedad y esfuerzo

En esta sección, se profundizará acerca de las tres dimensiones en las que se basa gran parte del análisis del presente estudio, además de instrumentos que se han desarrollado en la literatura para poder estudiarlos. Algunas de estas dimensiones suelen estar relacionadas entre sí. De hecho, uno de los instrumentos más usados para medir la autoeficacia matemática percibida se inspira en cuestionarios referentes de ansiedad, esfuerzo y actitud (Betz and Hackett, 1983). En general, estas dimensiones tienen por motivación de estudio encontrar diferencias entre grupos y determinar si pueden ser buenos predictores de éxito académico.

### 1.2.1. Autoeficacia matemática

La autoeficacia es un concepto introducido por el psicólogo canadiense Albert Bandura en 1977. En sus obras relacionadas al tema (Bandura, 1977; Bandura, 1986; Bandura et al., 1996; Bandura et al., 1999), Bandura busca unificar la teoría del cambio de comportamiento humano a través de un mecanismo cognitivo común. Se define la autoeficacia como la creencia de un individuo en su capacidad para lograr un desempeño específico en una situación dada, en otras palabras, qué tan capaz se percibe el individuo para actuar en una situación determinada (Bandura et al., 1999). Bandura, en su obra, sostiene que las experiencias vividas influyen en la autoeficacia percibida y a su vez la autoeficacia percibida es un factor importante para el éxito en el desempeño, a saber, a mayor autoeficacia, mayor es la persistencia en lograr un objetivo (Bandura, 1977).

El concepto de autoeficacia se extiende a diversos ámbitos, incluyendo el académico, especialmente en las matemáticas. La autoeficacia matemática se define como la convicción del estudiante de que puede resolver una tarea relacionada con las matemáticas (Schunk and Pajares, 2002). Este constructo ha sido ampliamente estudiado en el último tiempo y las conclusiones más comunes señalan que la autoeficacia matemática percibida influye en el aprendizaje en un contexto educativo determinado (Pajares, 1996). Además, este constructo es un buen predictor del éxito en el rendimiento futuro de un estudiante en todo nivel educacional, en el sentido de que, a mayor autoeficacia matemática percibida mejores resultados (Hackett and Betz, 1989; Krumrei-Mancuso et al., 2013; Jung et al., 2017).

La autoeficacia matemática se ha estudiado en diversos contextos, principalmente analizando diferencias entre grupos según género, etnia de procedencia, entre otros criterios. En cuanto a género, se suele dar que los hombres adolescentes suelen ser más autocomplacientes en su percepción de la autoeficacia matemática que las mujeres adolescentes, a pesar de obtener resultados similares en evaluaciones que ambos grupos enfrentan (Zeldin and Pajares, 2000). Por otra parte, en cuanto al análisis por etnia de procedencia, los estudiantes de etnias asiáticas suelen percibirse más autoeficaces que estudiantes afroamericanos, lo que en

este caso sí se refleja en las evaluaciones (Wigfield et al., 1999). Así, pese a ser un predictor general de éxito en el rendimiento, cuando se aplica de forma general al comparar grupos no necesariamente se mantiene esa relación. En Chile, los diversos estudios que han analizado la autoeficacia matemática percibida (García-Fernández et al., 2016; Gallardo Cadenasso, 2019; Chehade Barroux, 2014; Navarro Saldaña et al., 2019; Saadati et al., 2023) obtienen conclusiones similares, con respecto a diferencias significativas en relación al género y a que la autoeficacia es un factor relevante en los resultados académicos.

Tras la introducción de este constructo por parte de Bandura, se han desarrollado muchas formas de obtener la autoeficacia matemática percibida de manera cuantitativa a través de cuestionarios. Entre los cuestionarios más destacados se encuentra el cuestionario MSES<sup>2</sup> desarrollada por Nancy Betz y Hail Hackett (Betz and Hackett, 1983), el cual ha inspirado otros cuestionarios (Pajares and Miller, 1995, May, 2009, Usher and Pajares, 2009, Lent et al., 1991) los que, en general, presentan buenos resultados en cuanto a fiabilidad y validez. Por este motivo el MSES es muy usado en estudios asociados a la autoeficacia percibida en las matemáticas.

### 1.2.2. Ansiedad matemática

La ansiedad se define como un estado de inquietud, aprehensión o zozobra en el ánimo (VandenBos, 2015, pg. 66). Esta produce síntomas físicos, como tensión motora y sobrevigilancia, igual que el miedo. Sin embargo, la diferencia entre el miedo y la ansiedad es que el miedo se da frente a una situación concreta y conocida, por un lapso relativamente corto, mientras que la ansiedad, en general, se asocia a la anticipación de un peligro cuyo origen puede ser desconocido (APA, 1980). Es importante recalcar la diferencia entre ansiedad y trastorno de ansiedad, pues es normal que, en algunas situaciones, un individuo tenga ansiedad, mientras que un trastorno de ansiedad deviene de un mal control de esa ansiedad por un tiempo prolongado, lo que interfiere negativamente en el diario vivir de la persona (Mayo, 2018).

Siguiendo un hilo similar al del párrafo anterior, la ansiedad matemática es definida por Mark Ashcraft como un sentimiento de tensión o aprensión que interfiere con el rendimiento matemático (Ashcraft, 2002). Esta tensión complica el poder de manipulación de los números y la resolución de problemas matemáticos, tanto en el ámbito académico como en la vida cotidiana (Richardson and Suinn, 1972) y tiene consecuencias negativas, pues quienes experimentan una ansiedad matemática alta desarrollan actitudes y emociones negativas hacia las matemáticas. De todas formas, existen estudiantes que logran conducir estas sensaciones de ansiedad para conseguir una mejora en el rendimiento académico, especialmente quienes tienen buen rendimiento (Mutodi and Ngirande, 2014). Por otra parte, la ansiedad matemática suele ser un predictor de rendimiento en cursos matemáticos, en el sentido que, a mayor ansiedad matemática percibida peores resultados (Casis et al., 2017). En general, quienes sufren una alta ansiedad matemática en la educación superior suelen evadir lo más posible cursos o carreras que impliquen un buen manejo de la matemática (May, 2009).

Este constructo también suele ser estudiado en diversos contextos para ver diferencias

---

<sup>2</sup>Mathematics Self Efficacy Scale (Escala de Autoeficacia Matemática Reportada)

según género, obteniendo que las estudiantes mujeres suelen autoperibirse con mayor ansiedad matemática que los estudiantes hombres, por más que sus calificaciones no difieran significativamente (Hunsley and Flessati, 1988; Reavis, 1987). Esto nuevamente es asociado en algunos textos al hecho de que las estudiantes de género femenino suelen ser más propensas a admitir su ansiedad matemática (Pérez-Tyteca et al., 2011). En Chile, los diversos estudios acerca de ansiedad matemática percibida (Casis et al., 2017; Arteaga-Martínez et al., 2019; Flores Jara and Morales Sepúlveda, 2018) se centran, de igual manera que los estudios acerca de autoeficacia matemática, en ver si es un predictor de rendimiento académico y diferencias entre grupos.

El primer instrumento desarrollado como tal para estudiar la ansiedad matemática fue el cuestionario MARS<sup>3</sup> creado por Richardson y Suinn en 1972 (Richardson and Suinn, 1972) el cual fue aplicado a estudiantes universitarios estadounidenses de primer y segundo año, obteniendo buenos resultados en términos de fiabilidad y validez. Por este motivo ha sido fuente de inspiración de diversos estudios sobre ansiedad matemática centrados en estudiantes universitarios con el objetivo de entender su percepción de ansiedad matemática (Bessant, 1995; May, 2009)

### 1.2.3. Esfuerzo hacia las matemáticas

A diferencia de los conceptos de ansiedad y percepción, la definición de esfuerzo no está asociada a lo psicológico. El esfuerzo, según la RAE, es el empleo enérgico del vigor o actividad del ánimo para conseguir algo venciendo dificultades. A partir de esto podemos comprender el esfuerzo hacia las matemáticas como el uso de energía destinada a una situación que involucre relacionarse con las matemáticas (Hemmings and Kay, 2010).

Los estudios asociados al esfuerzo percibido hacia las matemáticas, en general, logran concluir que este se sostiene bajo una motivación bien definida del estudiante. Por lo tanto, el gasto energético del esfuerzo se sostiene en base al retorno esperado, aun cuando los estudios demuestren que no hay diferencias significativas en cuanto al rendimiento en evaluaciones matemáticas entre individuos que se perciban más esforzadas que otras (Hemmings and Kay, 2010). En cuanto a diferencias de género, se encuentran resultados de todo tipo, entre los que destacan que, al menos a nivel escolar, los estudiantes de género masculino suelen percibirse más esforzados en las matemáticas que las de género femenino (Felson and Trudeau, 1991) y que, en general, este resultado se debe a consecuencia de estereotipos sociales que suelen ser perpetuados (Greene et al., 1999).

A diferencia de la autoeficacia matemática y la ansiedad matemática, no existe un cuestionario referente para obtener la percepción del esfuerzo matemático. De todos modos, el Inventario de Motivación Escolar desarrollado por Dennis McInerney y Kenneth Sinclair (McInerney and Sinclair, 1992) ha sido inspirador de variados ítems relacionados al esfuerzo en cuestionarios aplicados en diversos contextos culturales y académicos (Ali and McInerney, 2006; Li et al., 2017; Hemmings and Kay, 2010). Aunque estos cuestionarios no se centran exclusivamente en las matemáticas, los resultados obtenidos en términos de confiabilidad y validez han sido positivos, incluso en las diversas culturas en las que se han utilizado.

---

<sup>3</sup>Mathematics Anxiety Rating Scale (Escala de Calificación de Ansiedad Matemática)

# Capítulo 2

## Objetivos

### 2.1. Preguntas que guían el presente estudio

En el presente estudio se busca responder las siguientes preguntas en base a lo visto en el marco teórico:

- ¿Se producen cambios entre el inicio y el final de semestre en la percepción acerca de las matemáticas en los estudiantes de primeros años de la Escuela de Ingeniería y Ciencias? Resulta interesante observar cómo varían las respuestas en dos instancias temporales distintas de un semestre.
- ¿Existen diferencias de género en estas percepciones? Como se menciona en el Marco Teórico, es común encontrar diferencias de género significativas al estudiar constructos de este tipo en la literatura.
- ¿Para qué otras variables de agrupación podrían darse diferencias significativas en las percepciones y creencias acerca de las matemáticas? Sería interesante ver si al agrupar a los estudiantes en base a variables como las notas en el semestre, puntaje de ingreso a la Universidad, entre otros, se encuentran diferencias significativas en la percepción de las matemáticas en alguna de sus dimensiones.

### 2.2. Objetivos

Con la concepción clara de lo que es la percepción y sus dimensiones que se quieren estudiar, se define como objetivo general del presente estudio obtener y analizar la percepción acerca de las matemáticas en estudiantes de las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020 en la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM durante el Semestre Otoño 2022.

Los objetivos específicos de este estudio corresponden a:

- Estudiar e identificar cuantitativamente diferencias entre el inicio y el final de semestre en la autoeficacia matemática, la ansiedad matemática y el esfuerzo hacia las matemáticas percibidas por los estudiantes de primeros años.
- Estudiar e identificar cuantitativamente, en base a diversos criterios de agrupación, diferencias en la autoeficacia matemática, la ansiedad matemática y el esfuerzo hacia las matemáticas percibidas. Esto, analizado en general y en detalle para cada cohorte de ingreso.
- Estudiar e identificar cuantitativamente diferencias de género en la autoeficacia matemática, la ansiedad matemática y el esfuerzo hacia las matemáticas percibidas.
- Estudiar de forma cuantitativa creencias acerca de las matemáticas en base a diversos criterios de agrupación.
- Establecer conjeturas acerca de los resultados obtenidos a partir de los resultados cuantitativos, complementados con resultados de tipo cualitativo.

# Capítulo 3

## Metodología

### 3.1. Población de estudio e instrumentos a utilizar

La población de estudio para el presente estudio está compuesta por los estudiantes de las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020 de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM. El estudio se desarrolla durante el Semestre Otoño 2022, es decir, la población de estudio corresponde a las últimas tres cohortes de ingreso en ese entonces. Para estudiar la percepción acerca de las matemáticas de los estudiantes de la Escuela se aplica un cuestionario a una muestra de la población, el cual ha sido elaborado para este contexto. En este cuestionario, los estudiantes autoreportan sus percepciones en ítems que involucran de forma latente la autoeficacia matemática, la ansiedad matemática y el esfuerzo hacia las matemáticas, además de algunas creencias acerca de las matemáticas. Este cuestionario fue aplicado en cursos cuya versión oficial, de acuerdo a la malla, se dicta en Semestre Otoño. Por tanto, la gran mayoría de los estudiantes que respondieron el cuestionario van al día en sus ramos matemáticos.

Los resultados de este cuestionario se analizan cuantitativamente, y, como complemento, se recopila la opinión de los estudiantes a través de entrevistas semi-estructuradas, práctica que suele usarse en estudios de este tipo, con el fin de, desde una perspectiva cualitativa, contrastar los resultados numéricos que obtenidos del análisis cuantitativo (Creswell, 2012).

### 3.2. Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM

#### 3.2.1. Confección del cuestionario

El cuestionario a utilizar para el análisis cuantitativo corresponde a un cuestionario elaborado para este efecto, que llamamos *Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM*. Este cuestionario consta de 25

ítems tipo Likert con una escala de cinco elementos, correspondientes a *En total desacuerdo*, *Algo en desacuerdo*, *Ni de acuerdo ni desacuerdo*, *Algo de acuerdo* y *Totalmente de acuerdo*. Su confección es inspirada por diversos cuestionarios encontrados en la literatura, que estudian las dimensiones por analizar, a los cuales se agregan preguntas diseñadas específicamente para explorar las creencias acerca de las matemáticas. En resumen, el cuestionario tiene como objetivo investigar cuatro dimensiones: *autoeficacia matemática*, *ansiedad matemática*, *esfuerzo hacia las matemáticas* y *creencias acerca de las matemáticas*.

El cuestionario que respondieron los estudiantes tanto a inicio como a final de semestre se encuentra en el Anexo C, en donde además se pueden observar cada uno de sus ítems. El cuestionario se confeccionó del siguiente modo:

- Los ítems del 1 al 7 buscan evaluar la *autoeficacia matemática percibida*. Estos ítems están inspirados por el MSEAQ<sup>1</sup> (May, 2009) y el cuestionario de Saadati et al. (2023).
- Los ítems del 8 al 15 buscan evaluar la *ansiedad matemática percibida* y están inspirados en el MSEAQ.
- Los ítems del 16 al 20 buscan evaluar *creencias acerca de las matemáticas*.
- Los ítems del 21 al 25 buscan evaluar el *esfuerzo percibido hacia las matemáticas* y su inspiración es el ISM<sup>2</sup> (McInerney and Sinclair, 1992).

### 3.2.2. Aplicación del cuestionario

Uno de los objetivos del estudio es determinar si la percepción de los estudiantes acerca de las matemáticas cambia después de haber tenido al menos dos evaluaciones en sus cursos matemáticos del Semestre Otoño 2022. Por este motivo es que el cuestionario es aplicado tanto al inicio como a final del Semestre Otoño 2022. La primera instancia de aplicación del cuestionario, denominada como instancia *Pre* en lo que sigue de estudio, fue realizada en las tres primeras semanas del semestre Otoño 2022 (entre el 14 de marzo y el 1 de abril del 2022), mientras la segunda instancia de aplicación del cuestionario, denominada como instancia *Post* en lo que sigue de estudio, fue realizada antes del periodo de exámenes, en las últimas tres semanas del semestre (entre el 13 de junio y el 1 de julio del 2022).

Con el objetivo de maximizar el número de estudiantes participantes de cada cohorte de ingreso se decide que la aplicación del cuestionario sea presencial, en las salas de clase de cursos asociados a las cohortes de ingreso de estudio. Considerando que su realización fue planificada para el semestre Otoño 2022 se buscan cursos de primer, segundo y tercer año, en los cuales la mayoría de los estudiantes pertenecen a las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020. respectivamente. El cuestionario es aplicado en ambas instancias en los siguientes cursos y secciones, todos cuya versión oficial se dicta en Semestre Otoño:

- Secciones 3 y 7 del curso MA1001 Introducción al Cálculo, así como en las secciones 1, 8 y 10 del curso MA1101 Introducción al Álgebra, ambos cursos de *primer año*. Es

---

<sup>1</sup>Cuestionario de autoeficacia y ansiedad matemática

<sup>2</sup>Inventario de motivación escolar

importante destacar que en el semestre Otoño, los estudiantes que ingresan son distribuidos en secciones que comparten número de sección tanto en Introducción al Cálculo como en Introducción al Álgebra, lo que evita la posibilidad de que los estudiantes se repitan en distintos cursos. Es decir, estas 5 secciones no tienen estudiantes en común una con la otra.

- Secciones 4, 6, 7 y 8 del curso MA2001 Cálculo en Varias Variables, curso de *segundo año*.
- Secciones 1 y 2 del curso MA3403 Probabilidades y Estadística, curso de *tercer año*.

Al momento de responder el cuestionario, cada estudiante debió firmar un consentimiento informado de acuerdo a las condiciones éticas del estudio. Un total de  $N_{Pre} = 898$  estudiantes respondieron íntegramente el cuestionario en la instancia Pre, mientras que en la instancia Post este número se redujo a  $N_{Post} = 434$ . Esta situación estaba dentro de lo planificado debido a la disminución típica de asistencia a lo largo del semestre en los cursos de la Escuela de Ingeniería y Ciencias (Escuela de Ingeniería, 2019). De los 434 estudiantes que participaron en la instancia Post,  $N = 387$  también lo hicieron en la instancia Pre. En la Tabla 3.1 se detallan los estudiantes que respondieron el cuestionario en ambas instancias, así como su género y cohorte.

Tabla 3.1: Desagregación de la muestra por género y cohorte de ingreso para ambas instancias de aplicación del cuestionario

		Pre		Post		Ambos	
		$N$	%	$N$	%	$N$	%
Genero	Masculino	591	65,81	303	69,82	264	68,22
	Femenino	292	32,52	128	29,49	120	31,01
	Otro	15	1,67	3	0,69	3	0,78
Cohorte	2022	383	42,65	234	53,92	201	51,94
	2021	299	33,30	139	32,03	129	33,33
	2020	205	22,83	59	13,59	55	14,21
	$\leq 2019$	11	1,22	2	0,46	2	0,52

### 3.2.3. Proceso de análisis de las respuestas del cuestionario

En esta sección se presenta todo el proceso de traspaso de los resultados y que métodos se usan para analizar los resultados obtenidos. Los softwares usados en este proceso corresponden a IBM SPSS Statistics versión 27.0.1, IBM AMos Graphics versión 24 y R versión 4.1.2.

#### Codificación y traspaso de las respuestas

Después de que los estudiantes responden el cuestionario en ambas instancias, se asignan los puntajes 0, 1, 2, 3, o 4 a cada una de sus respuestas en cada ítem. Estos puntajes corresponden, respectivamente, a las opciones de *En total desacuerdo*, *Algo en desacuerdo*, *Ni de acuerdo ni desacuerdo*, *Algo de acuerdo* y *Totalmente de acuerdo*. Los puntajes obtenidos

en ambas instancias son almacenados en un archivo de tipo .csv, en donde cada línea contiene la siguiente información del estudiante: RUT, género, cohorte de ingreso y las respuestas para cada ítem en ambas instancias. Para garantizar la precisión del proceso de traspaso de los puntajes, se realizó un proceso de verificación aleatorio, revisando el 10 % de los cuestionarios transferidos en ambas instancias siguiendo directrices encontradas en la literatura (Draugalis et al., 2008). No se encontraron errores en la transferencia de información.

Posteriormente, y con autorización de la Escuela previa anonimización de los datos, se logra obtener para cada estudiante que respondió ambas instancias del cuestionario datos adicionales. Estos datos corresponden al puntaje de ingreso a la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM, tipo de colegio de egreso (Municipal, Subvencionado o Particular), cantidad de ramos reprobados hasta antes del semestre Otoño 2022, región de residencia y sus notas en los controles de los ramos matemáticos que estaban dando en el Semestre Otoño 2022.

## Validez y fiabilidad del cuestionario

Después de almacenar las respuestas del cuestionario tanto para la instancia Pre como la instancia Post y, antes de realizar cualquier análisis de las respuestas, se debe confirmar que este en realidad mide lo que desea. Esto es importante, pues su confección está inspirada en otros cuestionarios, que no necesariamente se aplican en el mismo idioma y contexto educativo, por lo que podría no tener sentido su aplicación.

Este proceso se denomina validación del cuestionario. Si bien la validez no es una propiedad fija de un cuestionario, ya que en un contexto puede ser válido y en otro no, un cuestionario es válido en un contexto específico si la evidencia y la teoría respaldan las interpretaciones de los resultados obtenidos (Knekta et al., 2019). A pesar de no haber consenso sobre los mecanismos para validar un cuestionario, en general se distinguen dos tipos de validación: la *validación de contenido* y la *validación de constructo* (Kline, 2015; Gravetter and Forzano, 2015; Aithal and Aithal, 2020). El cuestionario del presente estudio fue sometido a ambos tipos de validación.

La *validación de contenido* se refiere a que los ítems del cuestionario representen teóricamente las dimensiones que se buscan evaluar, además de que quienes respondan el cuestionario lo entienden. De cierto modo, esta validación tiene ciertos elementos de subjetividad pues no se fija en los resultados del instrumento, sino en el cómo está confeccionado. Después de diseñar el cuestionario, se discute con expertos en educación matemática para identificar posibles problemas, como ítems mal redactados o aquellos que no se ajustan a la dimensión asociada. Dos académicos son parte de este juicio de expertos, los que aportan comentarios tanto de redacción como de estructura del cuestionario. A partir de estos comentarios, se realiza una revisión y mejora de la redacción de algunas preguntas, con el objetivo de establecer una relación más clara y precisa con la dimensión en cuestión. Posterior a esta validación, se realiza un pilotaje del cuestionario confeccionado con 6 estudiantes de cada cohorte de ingreso a estudiar, para asegurar que quienes vayan a responder la versión final del cuestionario entiendan todos los ítems. Los resultados del pilotaje son satisfactorios, ya que ningún estudiante expresó dificultades para entender algún ítem del cuestionario. En base a estos

resultados, se considera que se ha logrado la validación del contenido del cuestionario.

La *validación de constructo* se relaciona con la medida en que los resultados de los ítems realmente miden el constructo latente que se busca estudiar. A diferencia de la validación de contenido, esta se realiza con los datos obtenidos. Para realizar esta validación, el cuestionario es sometido a un análisis de comunalidades y a un Análisis Factorial Confirmatorio, el cual se basa en proponer una estructura latente conformada por *factores*, los que representan a las dimensiones, y se verifica si la estructura propuesta es adecuada en función de los indicadores del análisis factorial confirmatorio. El conjunto de datos utilizado para la validación de constructo consiste en una selección aleatoria de la mitad de las respuestas obtenidas en la instancia Pre, es decir, 449 respuestas.

Además de este proceso de validación, otro concepto usualmente estudiado para cuestionarios es el de *fiabilidad*, el que se refiere a la consistencia interna que tienen los ítems de cada factor en base a los resultados obtenidos (Kline, 2015). Una vez definida la estructura latente final, a cada factor se le calcula el coeficiente alfa de Cronbach, que es el estimador más común de la fiabilidad de un factor en un cuestionario.

### **Asignación de puntaje por factor**

Una vez definido el modelo factorial final del cuestionario, se asigna a cada factor un *puntaje de factor*, que corresponde al promedio de los puntajes de los ítems asociados a dicho factor. Si bien hay una gama de opciones más elaboradas para asignar puntaje a un factor en base a los puntajes de sus ítems, algunas más complejas que otras, como realizar una suma ponderada de los puntajes de los ítems con las cargas del análisis factorial confirmatorio o los puntajes tipo Bartlett (DiStefano et al., 2009), debido a que los puntajes presentan poca variabilidad en comparación, se opta por utilizar el promedio simple de los ítems asociados a cada factor.

De este modo, el mínimo puntaje de factor posible es 0 y el puntaje máximo es 4. A partir de estos puntajes por factor se procede a realizar los análisis que se detallaran a continuación de las respuestas de los 387 estudiantes que participaron en ambas instancias.

### **Criterios de agrupación para el análisis**

Previo al análisis se agrupa a los estudiantes en base a diversos criterios. Estos criterios corresponden a:

1. *Género*: se comparan las respuestas entre los estudiantes del *género masculino* (hombres) y las estudiantes del *género femenino* (mujeres). Los estudiantes de otros géneros no fueron considerados dados los requisitos de los test de hipótesis que se usaron en el estudio.
2. *Cohorte de ingreso*: se comparan las respuestas de los estudiantes de las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020. Para cada cohorte además se comparan las respuestas obtenidas según el género.

3. *Por puntaje de ingreso para los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022*: Se comparan las respuestas de los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022 según su puntaje de ingreso. Se decide estudiar solo esta cohorte pues da la impresión que es en la cohorte en donde más debiese impactar el puntaje de ingreso obtenido, y si bien en las otras dos cohortes también podría impactar esta variable, al haber estado al menos un año en la universidad ver los efectos directos del puntaje de ingreso en las percepciones de los estudiantes requiere un análisis más profundo. Los estudiantes de esta cohorte se distribuyen en cuatro grupos de tamaños similares, según su puntaje de ingreso. Para llevar a cabo esta separación, se consideran todos los puntajes de ingreso en esta cohorte, se calculan los cuartiles y, a partir de estos, se dividen a los estudiantes en los siguientes grupos:
- *Grupo 1*, compuesto por 51 estudiantes quienes entraron con un puntaje *menor a 722 puntos*.
  - *Grupo 2*, compuesto por 52 estudiantes quienes entraron con un puntaje *entre 722 y 736 puntos*.
  - *Grupo 3*, compuesto por 54 estudiantes quienes entraron con un puntaje *entre 737 y 753 puntos*.
  - *Grupo 4*, compuesto por 41 estudiantes quienes entraron con un puntaje *mayor a 753 puntos*.
4. *Nota en el curso matemático donde se aplicó el cuestionario*: Se comparan las respuestas de los estudiantes en los cursos matemáticos donde se aplicó el cuestionario, según su situación respecto a las notas en ese curso hasta antes de participar en la instancia Post del cuestionario. A cada estudiante se le asigna una categoría según su nota: *Eximiéndose* en el caso que su nota esté entre 5,5 y 7,0, *Pasando* si su nota está entre 4,0 y 5,4 y *Reprobando* si su nota está entre 1,0 y 3,9. Vale la pena aclarar que para este criterio solo se estudia a los estudiantes cuyo cohorte se condice con el curso que debería estar dando, es decir, solo estudiantes que van al día en sus ramos matemáticos, esto con el fin de darle consistencia al análisis por cohorte. El cálculo de la nota en cada curso está dado por
- *MA1001 Introducción al Cálculo y MA1101 Introducción al Álgebra*: entre la instancia Pre y la instancia Post los estudiantes rindieron 6 evaluaciones tipo control en estos cursos. La nota es obtenida mediante el promedio de cinco de esas evaluaciones, correspondientes a la quinta, la sexta y las tres mejores de las primeras cuatro.
  - *MA2001 Cálculo en Varias Variables*: La nota se calcula de forma distinta entre las secciones, sin embargo en todas hubo dos evaluaciones tipo control.
    - *Sección 4*: En esta sección se podía mejorar la nota control con tareas, las que asignaban décimas de bonificación a cada control. En esta sección la nota se calcula como el promedio entre las dos evaluaciones con el bonus considerado de cada una.
    - *Secciones 6 y 7*: En estas secciones se considera el promedio de las dos evaluaciones.

- *Sección 8*: En esta sección se considera el promedio de las dos evaluaciones más una bonificación de acuerdo a una tarea que permite subir la nota.
  - *MA3403 Probabilidades y Estadística*: En el momento de responder el cuestionario en ambas secciones se habían realizado tres evaluaciones, por lo que la nota se considera como el promedio de estas tres evaluaciones.
5. *Tipo de colegio de egreso para la cohorte de ingreso 2022*: se comparan las respuestas de los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022 en base al tipo de colegio de egreso. Igual que con el puntaje de ingreso, da la impresión que en esta cohorte es donde se debiesen dar más resultados significativos, por lo mismo no se estudian las otras dos cohortes. Los tres grupos son *Municipal*, *Subvencionado* y *Particular*.
  6. *Reprobación antes del semestre Otoño 2022*: se comparan las respuestas de los estudiantes de las cohortes de ingreso 2021 y 2020 de acuerdo a si han reprobado un ramo en su estadía en la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM. Estos estudiantes son separados entre quienes *nunca reprobaron* y entre quienes *reprobaron algún ramo*.
  7. *Región de residencia*: se comparan las respuestas de los estudiantes en base a la región de donde provienen. Los estudiantes son separados entre quienes provienen de la *Región Metropolitana* y quienes provienen de *Otras regiones*. Esta misma separación se hace en particular con los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022, con tal de ver cómo les afecta a los estudiantes de nuevo ingreso el venir a vivir a la Región Metropolitana.

## Análisis de muestras pareadas

Con el fin de ver si existen diferencias significativas entre las respuestas obtenidas al inicio y a final de semestre para cada factor del cuestionario es que se realiza un análisis de muestras pareadas. El test que se elige para aquello corresponde al *test de rangos con signo de Wilcoxon*, un test no paramétrico basado en el rango de la diferencia entre datos pareados (Wilcoxon, 1945) con el que se construye un estadístico  $T$  que distribuye similar a una distribución normal estándar  $Z$  (Conover, 1971).

Aprovechando este último hecho, es que se define un test de hipótesis basado en la mediana de las diferencias, cuyo rechazo a la hipótesis nula implica que hay diferencias significativas entre los puntajes de ambas instancias de análisis. Sin embargo, este test no asegura en cuál instancia el puntaje fue mayor. De todos modos, si se rechaza la hipótesis nula y los datos de ambas instancias distribuyen de forma similar en cuanto a curtosis y asimetría, entonces se puede asegurar que un grupo determinado tuvo un valor mayor para cierta instancia en base a estadísticos como la media o la mediana (Brightwell and Dransfield, 2013).

Usando este test, se analizará para todos los criterios de agrupación en qué grupos hubo diferencias significativas entre el inicio y el final del semestre, así como si esa diferencia fue positiva o negativa.

## Análisis de varianza

Sumado al análisis de muestras pareadas, el estudio también considera un análisis de varianza, que corresponde a buscar si hay diferencias significativas en los puntajes de factor en diferentes grupos de un mismo criterio de agrupación. El test elegido para aquello corresponde al *test H de Kruskal-Wallis*, un test no paramétrico basado también en rangos pero en este caso de las diferencias entre grupos (Kruskal and Wallis, 1952).

El estadístico  $H$  que se usa en el test  $H$  de Kruskal-Wallis, al igual que el de signos con rango de Wilcoxon, también depende de los rangos, aunque en este caso separados por grupos, y el nivel de significancia del estadístico depende de la cantidad de grupos que tenga cada criterio. A partir del estadístico  $H$  y la cantidad de grupos  $n$ , el test basa su hipótesis nula en que al considerar cualquier par de grupos no habrá *dominancia estocástica* entre ellos, es decir, para  $i \neq j \in \{1, \dots, n\}$  si se selecciona al azar un estudiante del grupo  $X_i$  y otro del grupo  $X_j$  no se puede asegurar que en el puntaje asociado a cada uno haya una diferencia significativa. De este modo rechazar la hipótesis nula implica que existen grupos  $X_i$  y  $X_j$  en donde uno domina estocásticamente al otro, sin embargo, en el caso que  $n \geq 3$  no especifica cuales son esos grupos en los que hay diferencias significativas (Brightwell and Dransfield, 2013).

Para saber cuales son las parejas de grupos en las que hay diferencias significativas una opción es el uso del test post-hoc de Nemenyi (Nemenyi, 1963), el cual permite comparar grupos de a pares con la hipótesis nula de que entre los grupos no hay diferencias significativas. Al igual que el test de Wilcoxon y Kruskal-Wallis, el test de Nemenyi basa su estadístico  $Q$  en el rango de los datos, y, en caso de rechazar la hipótesis nula significa que hay diferencias significativas entre la pareja de grupos que se estudia. Para este test, nuevamente se puede asegurar que un grupo tiene un mayor valor en un factor en caso de que las distribuciones sean similares, y esa tendencia la entrega el signo de  $Q$ .

De esta manera, el análisis de varianza se realizará usando el test  $H$  de Kruskal-Wallis complementado con el test post-hoc de Nemenyi.

### 3.3. Entrevistas semi-estructuradas

En el periodo comprendido entre la aplicación del cuestionario a inicio de semestre y a final de semestre se realizan entrevistas presenciales semi-estructuradas a estudiantes de las cohortes a estudiar, con el fin de complementar los resultados obtenidos en el análisis de las respuestas del cuestionario. Para ello, se eligen seis estudiantes de cada cohorte de ingreso, de los cuales cuatro son hombres y dos son mujeres, de manera de respetar la proporción entre hombres y mujeres en la Escuela de Ingeniería y Ciencias (70/30, aproximadamente 4/2). Para que los estudiantes participaran de estas entrevistas, se difundió la búsqueda de estudiantes que desearan participar de las entrevistas a través de profesores y auxiliares de los cursos en donde se realizó el cuestionario. A partir de esto, los estudiantes fueron seleccionados completamente al azar de entre los estudiantes interesados en participar. Algunos de los seleccionados participaron en ambas instancias del cuestionario, otros solo en una y el resto

en ninguna, esto con el fin de ver si se presentan diferencias entre las respuestas.

La entrevista se basa en preguntas que se les realizan a estos estudiantes, las que tienen relación con temas del cuestionario, con el fin de profundizar en algunos resultados cuantitativos obtenidos, sobre todo en los ítems relacionados con ansiedad, que es donde se esperan respuestas más elaboradas y concisas de los estudiantes. Los resultados más importantes de las respuestas entregadas por los estudiantes serán mencionados en el capítulo Análisis de los resultados. Las preguntas que se realizaron en la entrevista se encuentran en el Anexo B.

# Capítulo 4

## Resultados obtenidos del Cuestionario

### 4.1. Proceso de validación del cuestionario

Tras la instancia Pre se realiza la validación de constructo del cuestionario. Para esto se aplica un Análisis Factorial Confirmatorio al modelo original de cuatro factores (Autoeficacia, Ansiedad, Esfuerzo y Creencias) y 25 ítems con el que se diseña el cuestionario. Como se observa en la Tabla 4.1 los valores obtenidos para los indicadores CFI, TLI y SRMR en el modelo original no son aceptables (Brown, 2015), por lo que se busca otro modelo latente que sí tenga valores aceptables.

Lo primero que se averigua es si realmente la estructura latente óptima consta de cuatro factores. Existen diversas maneras de encontrar el número óptimo de factores de una estructura latente (Teo, 2014), en particular para el presente estudio se usa el test MAP de correlación parcial media mínima de Velicer (Velicer, 1976). Al aplicar este test se obtiene que la solución factorial óptima debe componerse de tres factores (MAP= 0,01 con 3 factores), por lo que podría estar pasando que los datos usados están relacionando ítems de distintos constructos asociados, o que hay ítems que en realidad no se pueden asociar a un factor y por tanto no tendría sentido estudiarlos en conjunto.

Considerando una solución de tres factores, se realiza un análisis de comunalidades de los ítems, con el que se obtiene que todos los ítems asociados a *creencias acerca de las matemáticas* poseen una comunalidad menor a 0,2, y si bien no existe una regla general de cuanto debiese ser la comunalidad mínima que debiese poseer un ítem (Teo, 2014), valores de comunalidad tan bajos como 0,035 para el ítem N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes” dan a entender que es difícil que estos ítems se puedan asociar bien a un factor.

Dada la situación expuesta, se determina eliminar del análisis factorial cuatro de los cinco ítems asociados al constructo *creencias acerca de las matemáticas*, en específico los ítems N°16 “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto”, N°17 “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos”, N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes” y N°19 “Creo que las matemáticas son fáciles de aprender” debido a que por su redacción no se les puede asociar a ninguno de los otros tres constructos teóricos. Estos ítems de todas formas serán analizados, pero de manera individual.

Por otro lado, sobre el ítem N°20 “Creo que en las matemáticas es más importante comprender cosas que memorizarlas” se considera que puede ser asociado al constructo de Esfuerzo hacia las matemáticas, considerando su redacción. En resumen, se define un *modelo final* para el análisis factorial compuesto por 21 ítems, donde el Factor 1 es conformado por los ítems de *Autoeficacia matemática* (ítems del N°1 al N°7), el Factor 2 por los ítems de *Ansiedad matemática* (ítems del N°8 al N°15) y el Factor 3 por los ítems de *Esfuerzo hacia las matemáticas* (ítems del N°20 al N°25), que pasan de 5 a ser 6 ítems.

Para ver si este modelo final de tres factores tiene validez se aplica nuevamente un análisis factorial confirmatorio, con el mismo conjunto de datos ocupados en la primera ocasión. En este caso sí se obtienen valores aceptables para los indicadores CFI, TLI y SRMR como se observa en la Tabla 4.1. Estos resultados validan el modelo final, confirmando la validez de constructo para esta estructura de 21 ítems y tres factores, que es con la que se usarán los test de signos con rango de Wilcoxon y el test H de Kruskal-Wallis.

En cuanto a la fiabilidad de cada factor, se obtiene que todos los factores del modelo final tienen un alfa de Cronbach mayor a 0,7 (Autoeficacia matemática 0,828, Ansiedad matemática 0,816 y Esfuerzo hacia las matemáticas 0,701), lo cual está acorde a las recomendaciones de la literatura (Cortina, 1993). Con esto, podemos asegurar la fiabilidad de este modelo final, al igual que la validez de contenido y constructo. Por lo tanto, se procede al análisis de las respuestas relacionadas con estos tres factores en ambas instancias de aplicación.

Tabla 4.1: Valor de los indicadores asociados al Análisis Factorial Confirmatorio tanto para el modelo original como para el modelo final, además del valor aceptable recomendado

	Modelo		Valor aceptable
	Original	Final	
CFI	0,851	0,938	>0,900
TLI	0,834	0,929	>0,900
SRMR	0,061	0,054	<0,080
RMSEA	0,061	0,045	<0,050
$\chi^2$	1154,959	350,266	
Grados de libertad	269	184	
p-valor	<0,001	<0,001	

## 4.2. Análisis de muestras pareadas y análisis de varianza para diferentes criterios de agrupación

Tras haber validado la estructura latente con los factores asociados a los constructos de *Autoeficacia matemática*, *Ansiedad matemática* y *Esfuerzo hacia las matemáticas*, estos son analizados de manera cuantitativa a partir de las respuestas obtenidas en el cuestionario para los 387 estudiantes que participaron tanto a inicio como a final de semestre. A cada estudiante se le asignan 6 puntajes, correspondientes a los puntajes asociados a los tres factores tanto para la instancia Pre como para la instancia Post. El puntaje asignado en cada una fue el promedio de los puntajes de los ítems de cada factor.

Cada puntaje de factor va del 0 al 4. En el caso de la autoeficacia, a mayor valor del puntaje de factor más autoeficaz se percibe el estudiante, es decir, más capaz cree que es de afrontar un problema asociado a las matemáticas. En el caso de la ansiedad, a mayor valor de puntaje de factor más ansioso se percibe el estudiante, es decir más tensión percibe al enfrentarse a las matemáticas. Finalmente, en el caso del esfuerzo a mayor valor de puntaje de factor más gasto energético percibe que destina a las matemáticas.

Previo al análisis de muestras pareadas y al análisis de varianza, es importante recalcar que hay una gran variedad de estadísticos que funcionan de manera similar a test de signos con rango de Wilcoxon y al test  $H$  de Kruskal-Wallis. Sin embargo, varios de esos estadísticos poseen como supuesto de que los datos distribuyen de una forma específica, en particular que distribuyan de forma normal como el t-test o test Mann-Whitney.

Usualmente la condición de normalidad se verifica con algún test de normalidad, como el de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, el cual compara la función de distribución de los datos y busca ver qué tanto difieren con la función de distribución de una distribución normal (Lilliefors, 1967). Este test funciona bajo la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal, el cual al ser aplicado en los criterios de agrupación que se analizan en este estudio entregan la Tabla A.4, en donde están presentes los p-valores de la aplicación de este test en ambas instancias. Es posible ver que, para ambas instancias, en la mayoría de los criterios de agrupación hay al menos un grupo en donde se rechaza la hipótesis nula, y si bien hay casos en que todos los grupos distribuyen de forma normal, de todas formas se decide seguir con estos test no paramétricos.

Para los resultados significativos obtenidos por el test de Wilcoxon, lo que se hace es comparar las medias para ver si hay un descenso o un aumento en los valores con el paso del semestre. Por otro lado, para los resultados significativos obtenidos por el test  $H$  de Kruskal-Wallis, el test  $Q$  permite obtener las parejas de grupos en donde hay diferencias significativas, además el signo del  $Q$  permite saber en que grupo se obtiene un puntaje mayor que en el otro.

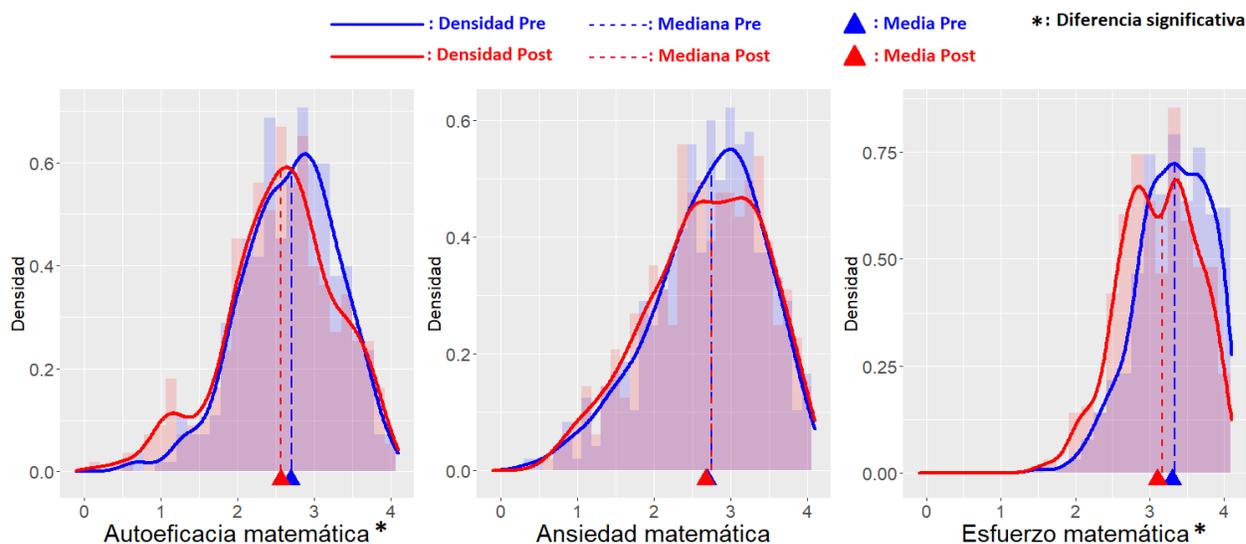
#### 4.2.1. Resultados generales obtenidos

Al considerar los puntajes de todos los estudiantes que respondieron el cuestionario en ambas instancias, se observa en la Tabla 4.2 y en la Figura 4.1 una baja significativa hacia el fin de semestre en la percepción del esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ) y en la autoeficacia matemática autopercibida ( $p = 0,002$ ).

Tabla 4.2: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para autoeficacia, ansiedad y esfuerzo en los 387 estudiantes, además del estadístico  $Z$  y el  $p$ -valor asociado al test de Wilcoxon

	Pre			Post			$Z$	$p$
	Mediana	Media	SD	Mediana	Media	SD		
Autoeficacia	2,714	2,695	0,621	2,571	2,571	0,719	-2,996	0,002*
Ansiedad	2,750	2,702	0,729	2,750	2,674	0,759	-1,093	0,274
Esfuerzo	3,333	3,304	0,480	3,166	3,105	0,514	-7,799	<0,001*

Figura 4.1: Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en autoeficacia, ansiedad y esfuerzo para los 387 estudiantes



## Resultados generales según la cohorte de ingreso

En esta subsección se presentan los resultados generales obtenidos en cada cohorte de ingreso. En base a la Tabla 4.3 se observan cambios significativos en la percepción de autoeficacia matemática entre el inicio y el fin de semestre para dos cohortes. En específico, hay una baja en la cohorte de ingreso 2022 ( $p < 0,001$ ) y una alza en la cohorte de ingreso 2021 ( $p < 0,001$ ). Sobre la percepción de ansiedad matemática, la cohorte de ingreso 2021 experimenta un descenso significativo ( $p = 0,048$ ). Todas las cohortes de ingreso presentan un descenso significativo en su percepción de esfuerzo hacia las matemáticas: cohorte 2022 ( $p < 0,001$ ), cohorte 2021 ( $p < 0,001$ ) y cohorte 2020 ( $p = 0,001$ ).

En las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4 aparecen los resultados obtenidos a inicio y a final de semestre de la percepción de todas las dimensiones que se analizan en el estudio, respectivamente, para cada cohorte de ingreso.

Tabla 4.3: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según cohorte de ingreso

	Todos ( $N = 385$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Cohorte 2022 ( $N = 201$ )	2,768	0,651	2,427	0,809	-5,881	$<0.001^*$
	Cohorte 2021 ( $N = 129$ )	2,612	0,574	2,795	0,572	-3,553	$<0.001^*$
	Cohorte 2020 ( $N = 55$ )	2,605	0,589	2,582	0,551	-0,313	0,754
Ansiedad	Cohorte 2022	2,623	0,725	2,652	0,787	-0,723	0,470
	Cohorte 2021	2,829	0,714	2,743	0,690	-1,981	$0,048^*$
	Cohorte 2020	2,720	0,749	2,605	0,823	-1,599	0,110
Esfuerzo	Cohorte 2022	3,346	0,487	3,122	0,526	-6,328	$<0.001^*$
	Cohorte 2021	3,278	0,496	3,124	0,483	-3,517	$<0.001^*$
	Cohorte 2020	3,221	0,416	2,997	0,530	-3,242	$0,001^*$

Figura 4.2: Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la autoeficacia percibida según cohorte de ingreso

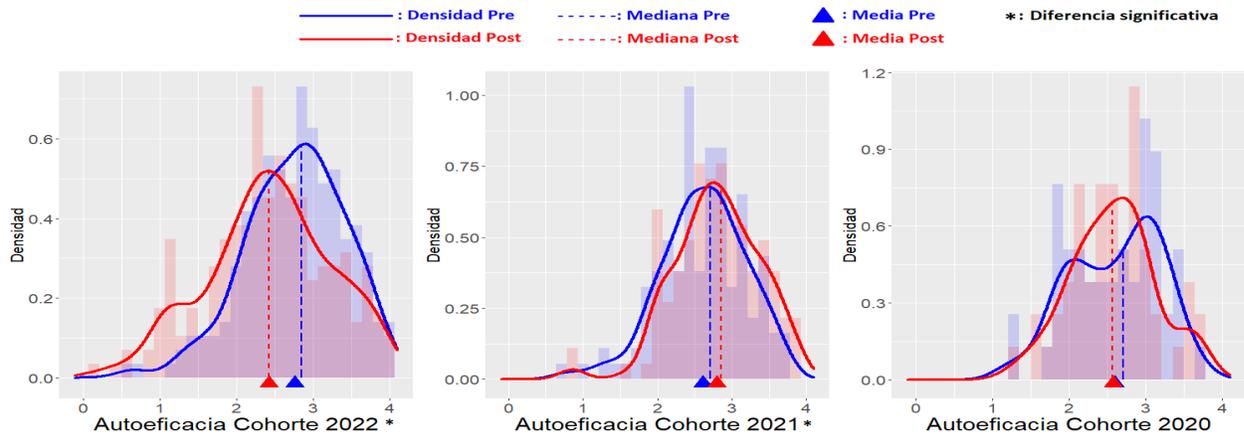


Figura 4.3: Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la ansiedad matemática percibida según cohorte de ingreso

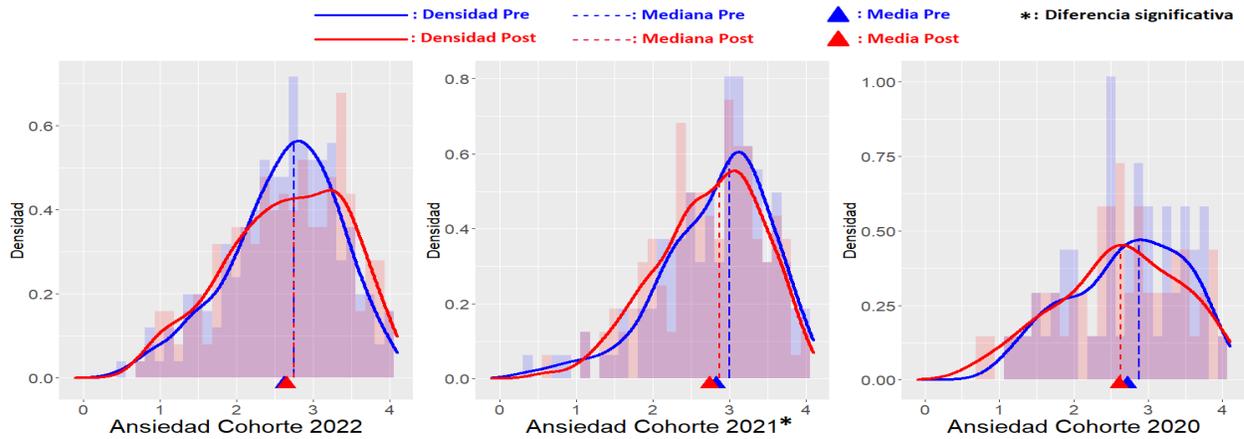
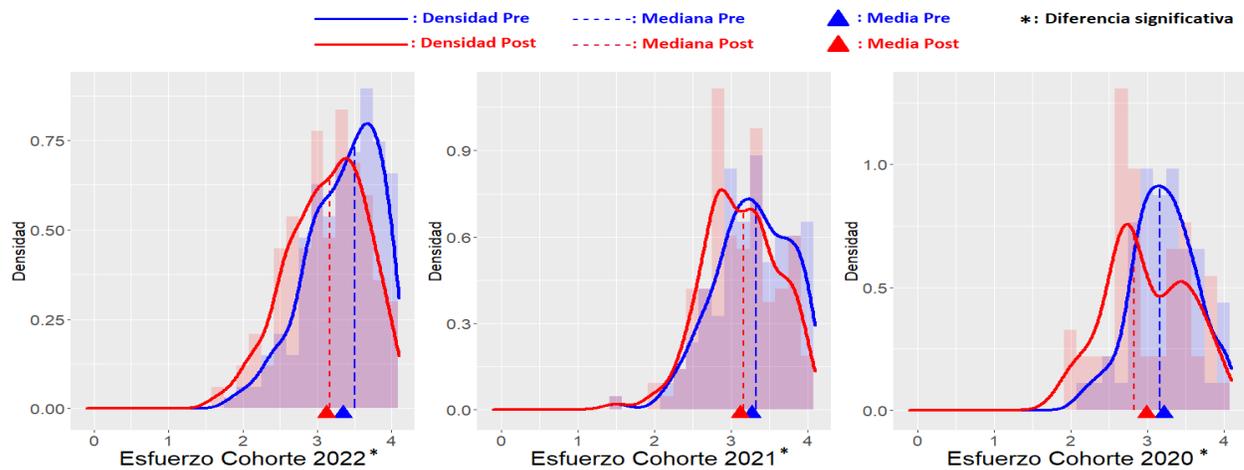


Figura 4.4: Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para el esfuerzo hacia las matemáticas percibido según cohorte de ingreso



En la Tabla 4.4 se presentan los resultados obtenidos al comparar los puntajes obtenidos por cohorte de ingreso. En la instancia Pre hay diferencias significativas en la percepción de la autoeficacia matemática ( $p = 0,034$ ) y la ansiedad matemática ( $p = 0,024$ ). En ambos casos, la diferencia significativa se da por el hecho de que los estudiantes de la cohorte 2022 se sienten más autoeficaces matemáticamente ( $Q = 29,552$ ;  $p = 0,049$ ) y menos ansiosos matemáticamente ( $Q = -34,191$ ;  $p = 0,018$ ) que los de la cohorte 2021. En la instancia Post se dan diferencias significativas entre cohortes en la percepción de autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ). En esta instancia los estudiantes de la cohorte 2021 se perciben con mayor autoeficacia matemática que los estudiantes de la cohorte 2022 ( $Q = 55,880$ ;  $p < 0,001$ ) y los de la cohorte 2020 ( $Q = 38,098$ ;  $p = 0,008$ ).

Tabla 4.4: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según cohorte de ingreso

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	6,782	0,034*	19,958	<0,001*
Ansiedad	7,470	0,024*	1,213	0,545
Esfuerzo	5,072	0,079	3,127	0,209

## Resultados generales según el género de los estudiantes

En esta subsección se presentan los resultados generales obtenidos a partir del género de los estudiantes. En la Tabla 4.5 se presenta la diferencia según el género entre los puntajes obtenidos en las instancias Pre y Post. A final de semestre se observa un descenso significativo de la percepción de autoeficacia matemática en las mujeres ( $p = 0,003$ ), así como un descenso significativo de la percepción de esfuerzo hacia las matemáticas tanto los hombres ( $p < 0,001$ ) como en las mujeres ( $p < 0,001$ ). En la Figuras 4.5 y 4.6 se puede observar la distribución de las respuestas en el género masculino y femenino, respectivamente.

Tabla 4.5: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género de los estudiantes

	Todos ( $N = 384$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Masculino ( $N = 264$ )	2,757	0,593	2,680	0,680	-1,393	0,164
	Femenino ( $N = 120$ )	2,563	0,661	2,345	0,749	-3,017	0,003*
Ansiedad	Masculino	2,570	0,736	2,525	0,748	-1,560	0,119
	Femenino	2,979	0,633	2,998	0,686	-0,496	0,620
Esfuerzo	Masculino	3,277	0,475	3,126	0,508	-4,928	<0,001*
	Femenino	3,379	0,484	3,082	0,511	-6,193	<0,001*

Al hacer la comparación de los resultados entre ambos géneros, para ambas instancias, se presentan diferencias significativas tanto a inicio como a final de semestre (ver Tabla 4.6). En la instancia Pre se obtienen diferencias significativas en los tres factores. En específico, en los hombres, hay mayor percepción de autoeficacia matemática ( $Q = 28,800$ ;  $p = 0,018$ ), menor percepción de ansiedad matemática ( $Q = -66,333$ ;  $p < 0,001$ ) y menor percepción de esfuerzo hacia las matemáticas ( $Q = -26,157$ ;  $p = 0,031$ ) en comparación a las mujeres. Para la instancia Post se da una mayor percepción de autoeficacia matemática en los hombres

( $Q = 45,284; p < 0,001$ ) y mayor percepción de ansiedad matemática en las mujeres ( $Q = -70,539; p < 0,001$ ). En la Figura 4.7 se puede observar gráficamente la comparación entre las distribuciones para ambos géneros.

Figura 4.5: Histograma de densidad de los puntajes obtenidos en las instancias Pre y Post en estudiantes del género masculino

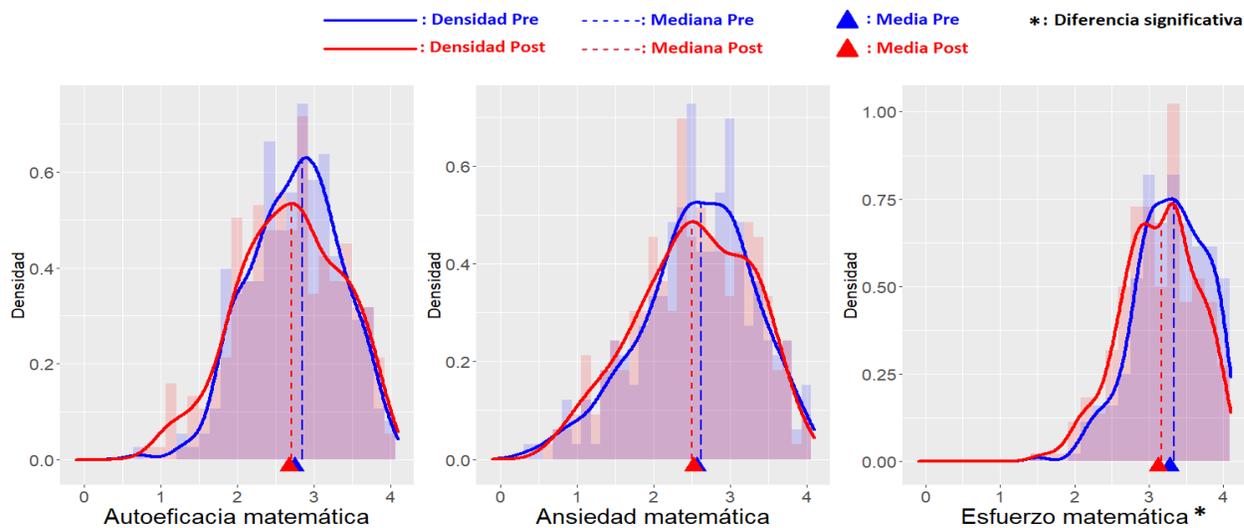


Figura 4.6: Histograma de densidad de los puntajes obtenidos en las instancias Pre y Post en estudiantes del género femenino

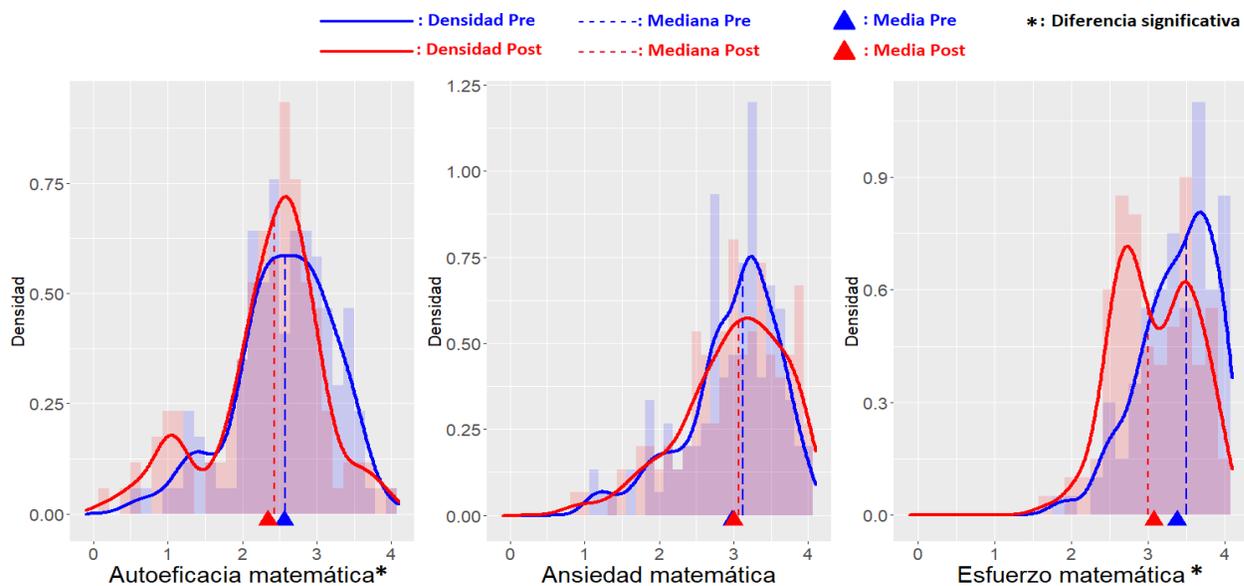
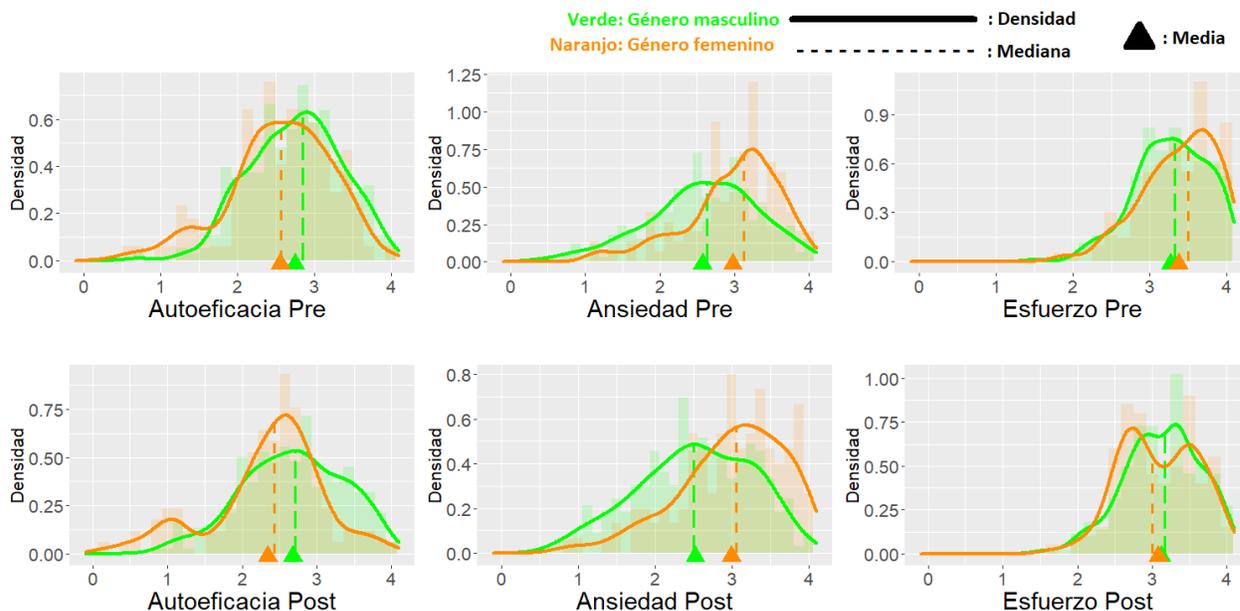


Tabla 4.6: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según género del estudiante

Género	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	5,583	0,018*	13,792	<0,001*
Ansiedad	29,554	<0,001*	33,404	<0,001*
Esfuerzo	4,635	0,031*	0,898	0,343

Figura 4.7: Puntajes Pre y Post obtenidos por género para los tres factores



#### 4.2.2. Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2022

En esta sección se presentan los resultados obtenidos para los criterios de agrupación relacionados con la cohorte de ingreso 2022. En específico: género, puntaje de ingreso, rendimiento en MA1001 Introducción al Cálculo, rendimiento en MA1101 Introducción al Álgebra y según el tipo de colegio de egreso.

##### Según género de los estudiantes para la cohorte de ingreso 2022

En la Tabla 4.7 se observan los resultados de la comparación entre la instancia Pre y Post según género para la cohorte de ingreso 2022. En esta cohorte de ingreso las mujeres presentan cambios significativos en su percepción para todos los constructos, que corresponden a una baja en la percepción de autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ) y de esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ), y a un aumento en la percepción de ansiedad matemática ( $p = 0,027$ ). Por otro lado, los hombres presentan bajas significativas en su percepción de autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ) y esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ). En la Figura 4.8 se puede observar la distribución de las respuestas para ambas instancias en el género masculino, mientras que en la Figura 4.9 lo mismo para el género femenino.

Al comparar los resultados según género, se dan diferencias significativas en la percepción de autoeficacia y ansiedad matemática (ver Tabla 4.8). Tanto en el Pre ( $Q = 30,207; p = 0,001$ ) como en el Post ( $Q = 32,701; p < 0,001$ ) los hombres se perciben más autoeficaces matemáticamente que las mujeres, mientras que las mujeres perciben mayor ansiedad matemática tanto en el Pre ( $Q = 30,017; p = 0,001$ ) como en el Post ( $Q = 41,219; p < 0,001$ ). En la Figura 4.10 se puede observar gráficamente la comparación entre las distribuciones para ambos géneros en esta cohorte.

Tabla 4.7: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2022

	Cohorte 2022 ( $N = 199$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Masculino ( $N = 139$ )	2,890	0,576	2,592	0,748	-4,514	$<0.001^*$
	Femenino ( $N = 60$ )	2,500	0,729	2,074	0,830	-3,616	$<0.001^*$
Ansiedad	Masculino	2,509	0,737	2,486	0,748	-0,640	0,522
	Femenino	2,875	0,638	3,021	0,757	-2,218	$0.027^*$
Esfuerzo	Masculino	3,353	0,474	3,173	0,514	-4,417	$<0.001^*$
	Femenino	3,347	0,518	3,033	0,527	-4,449	$<0.001^*$

Figura 4.8: Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en estudiantes de género masculino de la cohorte de ingreso 2022 acerca de su autoeficacia, ansiedad y esfuerzo

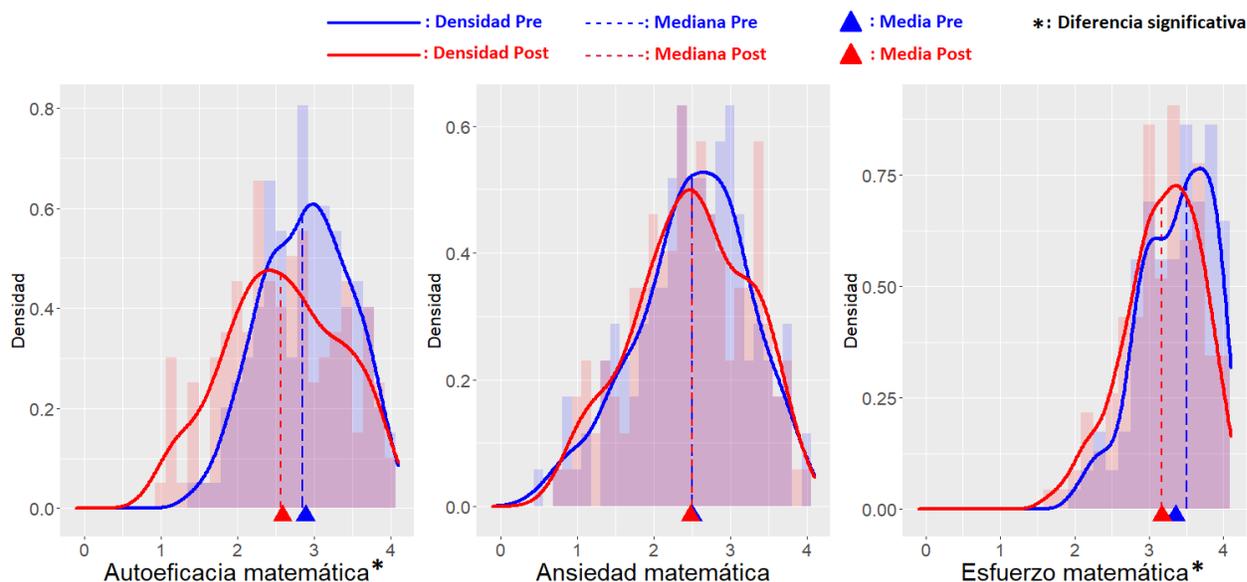


Figura 4.9: Histograma de densidad de los puntajes Pre y Post obtenidos en estudiantes de género femenino de la cohorte de ingreso 2022 acerca de su autoeficacia, ansiedad y esfuerzo

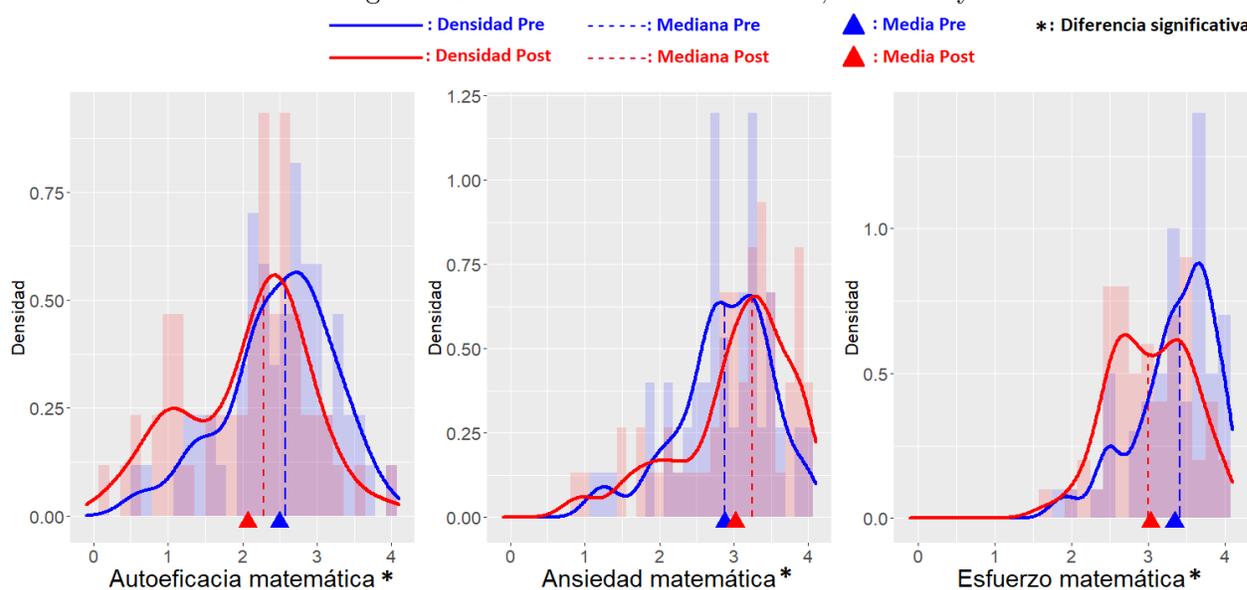
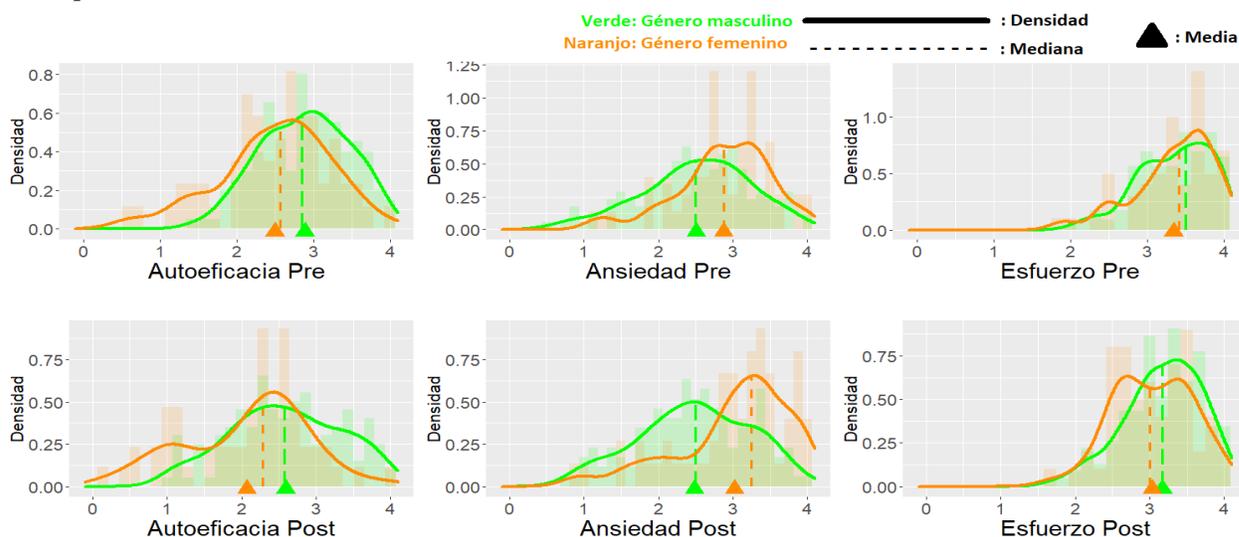


Tabla 4.8: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2022

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	11,586	0,001*	13,561	<0,001*
Ansiedad	11,420	0,001*	21,523	<0,001*
Esfuerzo	0,040	0,842	3,345	0,067

Figura 4.10: Comparación de los resultados obtenidos por ambos géneros en la cohorte de ingreso 2022 para los tres factores en ambas instancias



### Según el puntaje de ingreso a la Escuela de Ingeniería y Ciencias para la cohorte de ingreso 2022

Los estudiantes en esta categoría son separados en cuatro grupos de acuerdo a lo señalado en Metodología: quienes ingresaron con menos de 722 puntos (Grupo 1), quienes ingresaron con un puntaje entre 722 y 736 puntos (Grupo 2), quienes ingresaron con un puntaje entre 737 y 753 puntos (Grupo 3) y quienes entraron con más de 753 puntos (Grupo 4).

En la Tabla 4.9 se observa un descenso significativo de la percepción de esfuerzo hacia las matemáticas en todos los grupos:  $p < 0,001$  para el Grupo 1,  $p = 0,026$  para el Grupo 2,  $p = 0,001$  para el Grupo 3 y  $p = 0,025$  para el Grupo 4. En cuanto a la autoeficacia matemática percibida hubo un descenso significativo entre las instancias Pre y Post para todos aquellos que ingresaron con 753 o menos puntos ( $p < 0,001$  para el Grupo 1;  $p < 0,001$  para el Grupo 2 y  $p = 0,005$  para el Grupo 3). En la Figura 4.11 se observa gráficamente las comparaciones de ambas instancias para los cuatro grupos, acerca de la autoeficacia matemática percibida.

Al realizar las comparaciones entre grupos, de la Tabla 4.10 se puede observar que en la instancia Pre hay diferencias significativas en la percepción de la ansiedad matemática ( $p = 0,010$ ), en donde quienes entraron con más de 753 puntos obtuvieron diferencias significativas con el resto de los grupos ( $p = 0,007$  con el Grupo 1;  $p = 0,024$  con el Grupo 2 y  $p = 0,032$  con el Grupo 3). En cuanto a la percepción de autoeficacia matemática en la instancia Post se da que hay diferencias significativas ( $p = 0,001$ ) entre quienes entraron con más de 753

puntos y el resto de los grupos ( $p < 0,001$  con el Grupo 1;  $p = 0,003$  con el Grupo 2 y  $p = 0,010$  con el Grupo 3). En la instancia Post se reporta una diferencia significativa en la percepción de ansiedad ( $p = 0,009$ ), donde la diferencia significativa se da entre el Grupo 1 y Grupo 4 ( $Q = 46,873$ ;  $p = 0,019$ ). En este caso quienes entraron el 2022 con menos de 722 puntos se perciben significativamente más ansiosos matemáticamente hablando que aquellos que entraron con más de 753 puntos. En la Figura 4.12 se puede observar gráficamente los resultados obtenidos para cada grupo en ambas instancias tanto para su percepción de autoeficacia matemática como de ansiedad matemática.

Tabla 4.9: Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según puntaje de ingreso, cohorte 2022

	Puntaje ingreso ( $N = 198$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Bajo 722 puntos ( $N = 51$ )	2,655	0,646	2,137	0,772	-3,747	$<0,001^*$
	De 722 a 736 puntos ( $N = 52$ )	2,915	0,594	2,440	0,793	-4,175	$<0,001^*$
	De 737 a 753 puntos ( $N = 54$ )	2,667	0,665	2,410	0,755	-2,784	$0,005^*$
	Sobre 753 puntos ( $N = 41$ )	2,868	0,664	2,819	0,765	-0,007	0,994
Ansiedad	Bajo 722 puntos	2,782	0,576	2,919	0,720	-1,885	0,059
	De 722 a 736 puntos	2,688	0,760	2,661	0,783	-0,165	0,869
	De 737 a 753 puntos	2,667	0,719	2,618	0,755	-0,914	0,361
	Sobre 753 puntos	2,305	0,702	2,341	0,823	-0,302	0,762
Esfuerzo	Bajo 722 puntos	3,389	0,426	3,023	0,588	-4,662	$<0,001^*$
	De 722 a 736 puntos	3,317	0,528	3,163	0,483	-2,226	$0,026^*$
	De 737 a 753 puntos	3,278	0,497	3,086	0,484	-3,331	$0,001^*$
	Sobre 753 puntos	3,439	0,486	3,244	0,553	-2,245	$0,025^*$

Figura 4.11: Histograma de densidad de los resultados Pre y Post obtenidos para la autoeficacia matemática percibida según el puntaje de ingreso en los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022

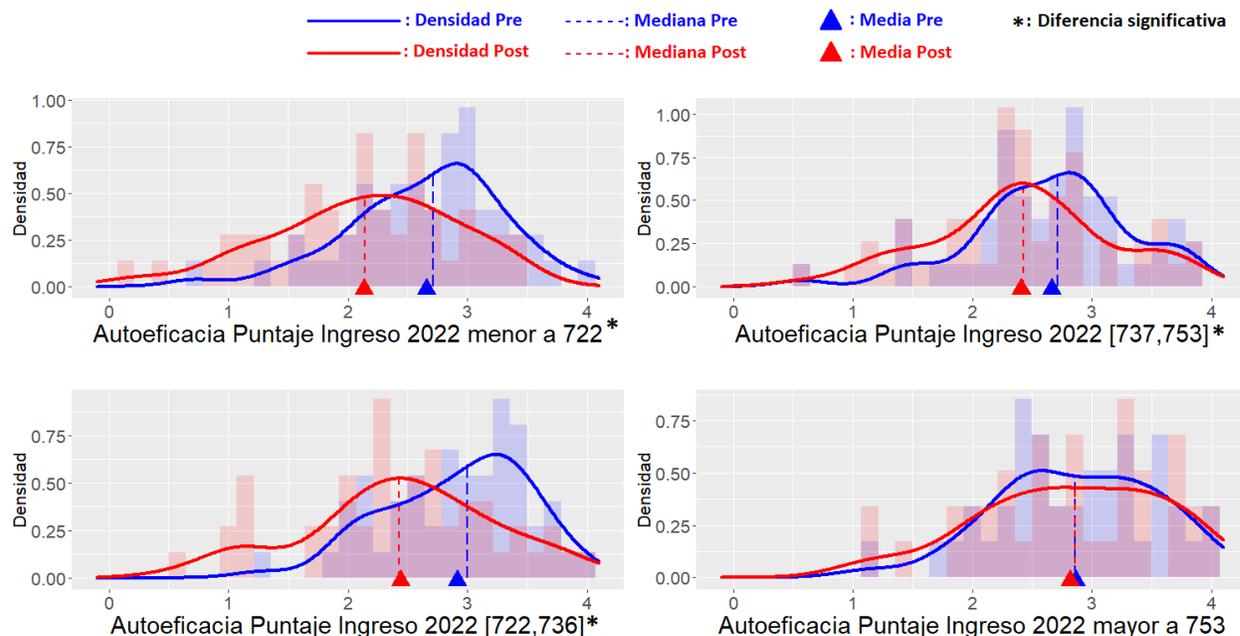
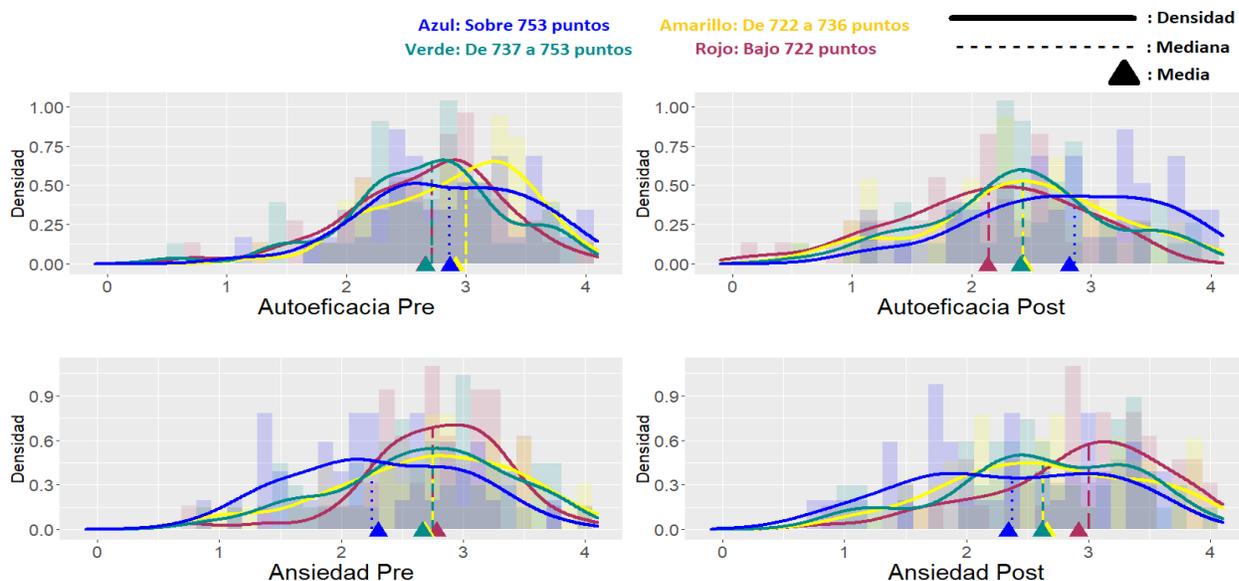


Tabla 4.10: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según puntaje de ingreso, cohorte 2022

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	6,346	0,096	15,581	0,001*
Ansiedad	11,404	0,010*	11,655	0,009*
Esfuerzo	3,294	0,348	4,584	0,205

Figura 4.12: Histograma de densidad de los resultados obtenidos según puntaje de ingreso para autoeficacia y ansiedad en ambas instancias



### Según nota en MA1001 Introducción al Cálculo al momento de participar en la instancia Post

En la Tabla 4.11 se observa cómo hubo cambios significativos entre inicio y fin de semestre en la percepción en quienes estaban reprobando el curso. En específico, una baja en la autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ) y el esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ). En cuanto a quienes estaban pasando los ramos, mas no eximiéndose, se presenta un descenso significativo en la autoeficacia matemática percibida ( $p = 0,002$ ) y el esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ).

En la Tabla 4.12 y la Figura 4.13 se observan cambios significativos entre grupos en la instancia Post. Sobre autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ), quienes estaban eximiéndose se perciben más autoeficaces que quienes solo estaban pasando ( $Q = 48,211; p < 0,001$ ), y quienes estaban pasando se perciben más autoeficaces que quienes estaban reprobando ( $Q = 41,424; p < 0,001$ ). Sobre diferencias significativas en ansiedad matemática ( $p = 0,018$ ), quienes se estaban eximiendo se percibían menos ansiosos que quienes estaban pasando ( $Q = -29,923; p = 0,032$ ), y menos que quienes estaban reprobando ( $Q = -34,494; p = 0,017$ ). En percepción de esfuerzo hacia las matemáticas, las diferencias significativas ( $p = 0,004$ ) vienen de que quienes se eximieron se percibían menos esforzados que quienes estaban solo pasando ( $Q = -31,791; p = 0,021$ ), y que quienes estaban reprobando ( $Q = -41,227; p = 0,003$ ).

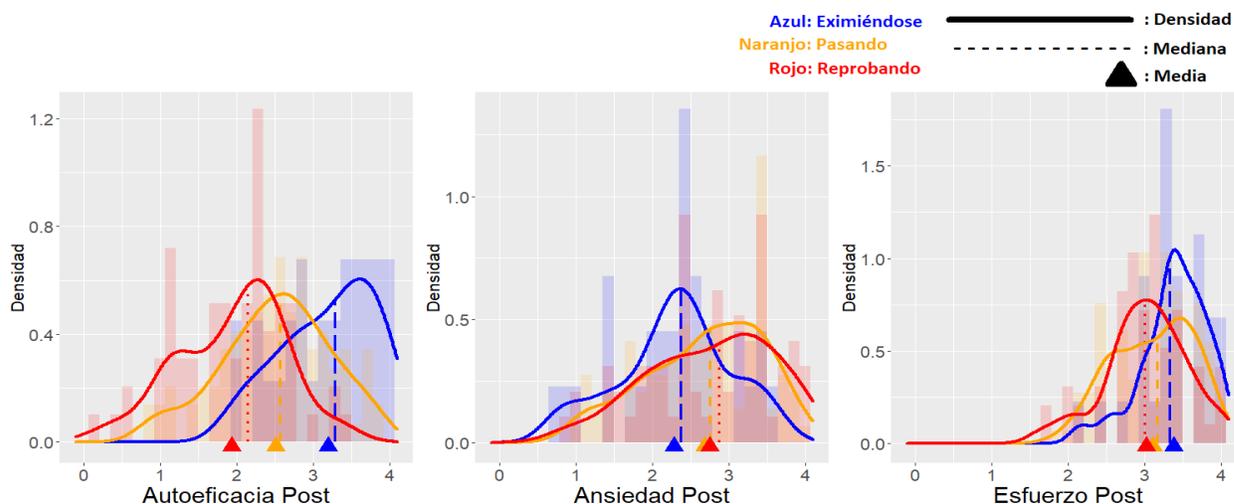
Tabla 4.11: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA1001 Introducción al Cálculo al momento de participar en la instancia Post

	MA1001 ( $N = 201$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Eximiéndose ( $N = 31$ )	3,041	0,564	3,198	0,606	-1,006	0,315
	Pasando ( $N = 102$ )	2,751	0,608	2,517	0,712	-3,149	$0,002^*$
	Reprobando ( $N = 68$ )	2,670	0,721	1,941	0,705	-5,843	$<0,001^*$
Ansiedad	Eximiéndose	2,476	0,659	2,290	0,744	-1,672	0,095
	Pasando	2,653	0,753	2,692	0,759	-0,705	0,481
	Reprobando	2,645	0,711	2,757	0,810	-1,541	0,123
Esfuerzo	Eximiéndose	3,484	0,456	3,387	0,433	-1,340	0,180
	Pasando	3,319	0,472	3,108	0,525	-4,356	$<0,001^*$
	Reprobando	3,324	0,518	3,022	0,532	-4,563	$<0,001^*$

Tabla 4.12: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA1001 Introducción al Cálculo al momento de participar en la instancia Post

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	5,452	0,065	53,400	$<0,001^*$
Ansiedad	2,292	0,318	8,085	$0,018^*$
Esfuerzo	3,337	0,189	10,983	$0,004^*$

Figura 4.13: Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA1001 Introducción Al Cálculo para los tres factores en la instancia Post



### Según nota en MA1101 Introducción al Álgebra al momento de participar en la instancia Post

En la Tabla 4.13 se observa que quienes estaban reprobando el curso presentaban cambios significativos en todas las dimensiones: una baja en la autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ) y el esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ). A estos resultados se suma un aumento significativo ( $p = 0,020$ ) de la autoeficacia matemática en quienes se estaban eximiendo y un descenso significativo del esfuerzo en quienes estaban solo pasando el ramo ( $p = 0,005$ ).

El análisis de varianza reflejado en la Tabla 4.14 muestra diferencias significativas entre grupos de acuerdo a su situación en la instancia Pre solo en la percepción de esfuerzo hacia las matemáticas ( $p = 0,015$ ), en donde quienes se estaban eximiendo se percibían más esforzados que quienes estaban solo pasando ( $Q = 43,107; p = 0,038$ ), y que quienes estaban reprobando ( $Q = 48,965; p = 0,011$ ).

En la instancia Post, como aparece en la Figura 4.14, observamos que en lo que a percepción de autoeficacia matemática hay una diferencia significativa ( $p < 0,001$ ) explicada a través del hecho de que quienes estaban eximiéndose se percibían más autoeficaces que quienes estaban pasando ( $Q = 47,138; p = 0,020$ ) y quienes estaban pasando se percibían más autoeficaces que quienes estaban reprobando ( $Q = 39,143; p < 0,001$ ). Por otro lado, las diferencias significativas en la instancia Post acerca de la percepción de esfuerzo hacia las matemáticas ( $p = 0,002$ ) se explican debido a que quienes se estaban eximiendo se percibían significativamente más esforzados para las matemáticas que quienes estaban reprobando el curso ( $Q = 54,953; p = 0,003$ ).

Tabla 4.13: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA1101 Introducción al Álgebra al momento de participar en la instancia Post

	MA1101 ( $N = 201$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Eximiéndose ( $N = 13$ )	2,967	0,544	3,352	0,472	-2,325	0,020*
	Pasando ( $N = 67$ )	2,808	0,694	2,699	0,806	-1,573	0,116
	Reprobando ( $N = 121$ )	2,725	0,636	2,177	0,716	-6,706	<0,001*
Ansiedad	Eximiéndose	2,548	0,674	2,202	0,883	-1,577	0,115
	Pasando	2,616	0,735	2,584	0,769	-0,451	0,652
	Reprobando	2,635	0,729	2,739	0,772	-1,785	0,074
Esfuerzo	Eximiéndose	3,692	0,353	3,526	0,372	-1,438	0,150
	Pasando	3,338	0,524	3,177	0,550	-2,831	0,005*
	Reprobando	3,313	0,467	3,048	0,506	-5,556	<0,001*

Figura 4.14: Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA1101 Introducción Al Álgebra para los tres factores en la instancia Post

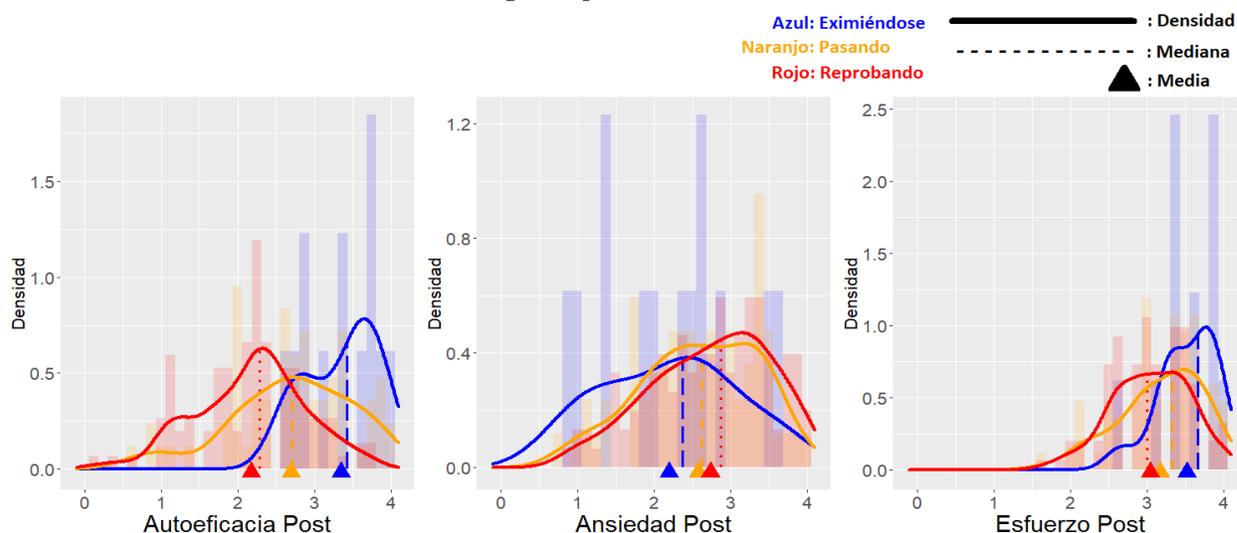


Tabla 4.14: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA1101 Introducción al Álgebra al momento de participar en la instancia Post

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	1,689	0,430	38,465	$<0,001^*$
Ansiedad	0,332	0,847	5,171	0,075
Esfuerzo	8,437	$0,015^*$	12,188	$0,002^*$

### Según el tipo de colegio de egreso del estudiante de la cohorte de ingreso 2022

En la Tabla 4.15 se observa una baja significativa en la percepción de la autoeficacia matemática para los estudiantes que provienen de colegio municipal ( $p = 0,001$ ), subvencionado ( $p < 0,001$ ) y particular ( $p < 0,001$ ). De la misma tabla se observa un descenso significativo en la percepción de esfuerzo hacia las matemáticas en los estudiantes que egresaron de colegio municipal ( $p < 0,001$ ), subvencionado ( $p < 0,001$ ) y particular ( $p = 0,006$ ).

En cuanto a la comparación entre tipo de colegio de egreso, en la instancia Pre se dan diferencias significativas en el esfuerzo hacia las matemáticas ( $p = 0,020$ ) de acuerdo a la Tabla 4.16. En específico, quienes provienen de un colegio municipal se perciben más esforzados que los que vienen de un colegio particular ( $Q = 26,844; p = 0,031$ ).

Tabla 4.15: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según colegio de egreso, cohorte 2022

	Cohorte 2022 ( $N = 198$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Municipal ( $N = 41$ )	2,833	0,623	2,373	0,791	-3,726	$<0,001^*$
	Subvencionado ( $N = 57$ )	2,682	0,653	2,366	0,720	-3,192	$0,001^*$
	Particular ( $N = 100$ )	2,793	0,663	2,489	0,858	-3,360	$0,001^*$
Ansiedad	Municipal	2,588	0,743	2,683	0,736	-0,363	0,716
	Subvencionado	2,757	0,727	2,735	0,820	-0,249	0,803
	Particular	2,553	0,720	2,582	0,793	-0,523	0,601
Esfuerzo	Municipal	3,512	0,456	3,232	0,527	-4,017	$<0,001^*$
	Subvencionado	3,339	0,484	3,020	0,478	-4,708	$<0,001^*$
	Particular	3,298	0,483	3,153	0,535	-2,744	$0,006^*$

Tabla 4.16: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según colegio de egreso, cohorte 2022

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	1,650	0,438	1,743	0,418
Ansiedad	3,955	0,138	1,360	0,379
Esfuerzo	9,799	$0,037^*$	4,817	0,087

### 4.2.3. Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2021

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en cuanto a género y rendimiento en MA2001 Cálculo en Varias Variables, tanto a inicio como a final de semestre.

#### Según género de los estudiantes para la cohorte de ingreso 2021

En la Tabla 4.17 se presenta la comparación de los puntajes entre ambas instancias. En este caso, en los hombres se presenta un aumento significativo en su percepción de autoeficacia matemática ( $p < 0,001$ ), mientras que en las mujeres hay un descenso significativo en su percepción de ansiedad matemática ( $p = 0,011$ ) y esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ). Al comparar entre géneros (ver Tabla 4.18), se observan diferencias significativas en la instancia Pre, donde las mujeres perciben mayor ansiedad matemática ( $Q = 20,898$ ;  $p = 0,003$ ) y esfuerzo hacia las matemáticas ( $Q = 23,561$ ;  $p = 0,001$ ) que los hombres.

Tabla 4.17: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2021

	Cohorte 2021 ( $N = 129$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Masculino ( $N = 88$ )	2,612	0,579	2,846	0,598	-3,713	$<0,001^*$
	Femenino ( $N = 41$ )	2,613	0,570	2,686	0,501	-0,862	0,389
Ansiedad	Masculino	2,713	0,732	2,675	0,718	-0,727	0,467
	Femenino	3,079	0,610	2,890	0,607	-2,537	$0,011^*$
Esfuerzo	Masculino	3,180	0,476	3,093	0,496	-1,540	0,124
	Femenino	3,488	0,479	3,191	0,454	-3,957	$<0,001^*$

Tabla 4.18: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2021

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	0,039	0,843	2,890	0,089
Ansiedad	8,777	$0,003^*$	2,404	0,121
Esfuerzo	11,242	$0,001^*$	0,698	0,403

#### Según nota en MA2001 Cálculo en Varias Variables al momento de participar en la instancia Post

De la Tabla 4.19 se observa un aumento significativo en la autoeficacia matemática percibida en quienes se estaban eximiendo ( $p = 0,002$ ), así como en quienes estaban pasando ( $p = 0,004$ ). Se observa que quienes se estaban eximiendo tienen un descenso significativo en cuanto a su percepción del esfuerzo hacia las matemáticas ( $p = 0,012$ ).

En cuanto a diferencias significativas entre los grupos (ver Tabla 4.20), se tiene en la percepción de autoeficacia matemática en la instancia Post ( $p < 0,001$ ), que quienes estaban reprobando el curso se percibían menos autoeficaces en las matemáticas que quienes estaban aprobando ( $Q = -30,242$ ;  $p = 0,006$ ) y eximiéndose ( $Q = -40,443$ ;  $p < 0,001$ ). En la Figura

4.15 se puede observar el histograma de densidad de los resultados obtenidos en la instancia Post.

Tabla 4.19: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA2001 Cálculo en Varias Variables al momento de participar en la instancia Post

	MA2001 ( $N = 122$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Eximiéndose ( $N = 57$ )	2,732	0,574	2,962	0,515	-3,107	0,002*
	Pasando ( $N = 48$ )	2,548	0,589	2,771	0,565	-2,913	0,004*
	Reprobando ( $N = 17$ )	2,412	0,539	2,303	0,489	-1,211	0,226
Ansiedad	Eximiéndose	2,732	0,687	2,610	0,739	-1,913	0,056
	Pasando	2,883	0,779	2,807	0,635	-1,043	0,297
	Reprobando	3,132	0,602	2,985	0,683	-1,041	0,298
Esfuerzo	Eximiéndose	3,333	0,488	3,126	0,507	-3,098	0,002*
	Pasando	3,264	0,545	3,153	0,502	-1,529	0,126
	Reprobando	3,186	0,372	3,020	0,306	-1,217	0,223

Figura 4.15: Histograma de densidad de los resultados obtenidos por los grupos según su situación en el curso MA2001 Cálculo en Varias Variables para los tres factores en la instancia Post

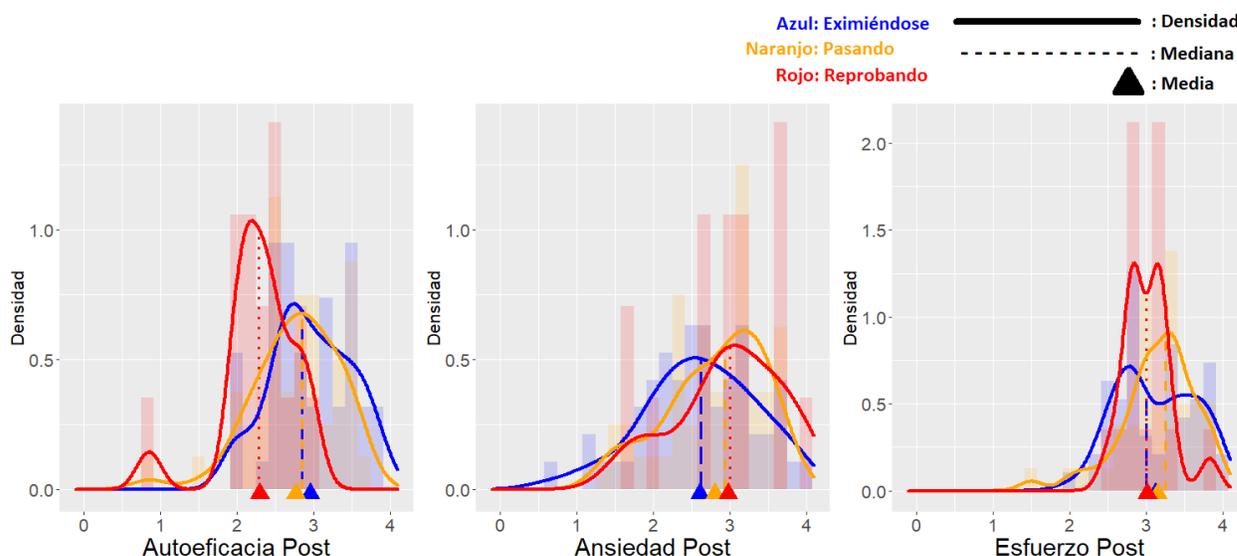


Tabla 4.20: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA2001 Cálculo en Varias Variables al momento de participar en la instancia Post

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	5,608	0,061	17,262	<0,001*
Ansiedad	5,148	0,076	4,485	0,106
Esfuerzo	1,795	0,408	2,199	0,333

#### 4.2.4. Resultados obtenidos en la cohorte de ingreso 2020

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en cuanto a género y rendimiento en MA3403 Probabilidades y Estadística, tanto a inicio como a final de semestre.

##### Según género de los estudiantes para la cohorte de ingreso 2020

En la Tabla 4.21 se puede ver la comparación para estudiantes de la cohorte de ingreso 2020. Para el esfuerzo hacia las matemáticas se puede observar una baja significativa de los puntajes tanto en los hombres ( $p = 0,030$ ) como en las mujeres ( $p = 0,023$ ). En cuanto a la comparación entre géneros para esta cohorte de la Tabla 4.22, obtenemos diferencias significativas en la percepción de ansiedad matemática, donde tanto en el Pre ( $Q = 17,341; p < 0,001$ ) como en el Post ( $Q = 17,771; p < 0,001$ ) las mujeres se perciben con más ansiedad que los hombres, matemáticamente hablando.

Tabla 4.21: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según género para la cohorte 2020

	Cohorte 2020 ( $N = 54$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Masculino ( $N = 37$ )	2,602	0,584	2,618	0,513	-0,171	0,864
	Femenino ( $N = 17$ )	2,580	0,620	2,479	0,639	-0,770	0,441
Ansiedad	Masculino	2,459	0,708	2,314	0,769	-1,812	0,070
	Femenino	3,228	0,520	3,250	0,559	-0,286	0,775
Esfuerzo	Masculino	3,225	0,436	3,032	0,512	-2,172	0,030*
	Femenino	3,255	0,349	2,980	0,543	-2,269	0,023*

Tabla 4.22: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según género para la cohorte 2020

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	0,000	0,985	0,841	0,359
Ansiedad	14,224	<0.001*	14,901	<0.001*
Esfuerzo	0,055	0,814	0,204	0,652

##### Según nota en MA3403 Probabilidades y Estadística al momento de participar en la instancia Post

En la Tabla 4.23 se observa que quienes están pasando pero no eximiéndose sufrieron un descenso significativo en su percepción de esfuerzo ( $p = 0,002$ ). Al comparar entre grupos, se encuentran diferencias significativas en la instancia Post al observar la autoeficacia matemática percibida ( $p = 0,018$ ), en donde quienes estaban reprobando se perciben menos autoeficaces matemáticamente hablando que quienes estaban eximiéndose ( $Q = -18,555; p = 0,05$ ).

Tabla 4.23: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según la nota en MA3403 Probabilidades y Estadística al momento de participar en la instancia Post

	MA3403 ( $N = 52$ )	Pre		Post		$Z$	$p$
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Eximiendose ( $N = 25$ )	2,634	0,624	2,811	0,524	-1,855	0,064
	Pasando ( $N = 23$ )	2,621	0,539	2,447	0,482	-1,529	0,126
	Reprobando ( $N = 4$ )	2,643	1,020	2,071	0,553	-1,336	0,181
Ansiedad	Eximiendose	2,580	0,799	2,520	0,780	-0,626	0,531
	Pasando	2,717	0,790	2,543	0,890	-1,289	0,197
	Reprobando	2,906	0,562	2,812	0,725	-0,544	0,586
Esfuerzo	Eximiendose	3,307	0,490	3,147	0,479	-1,240	0,215
	Pasando	3,196	0,340	2,855	0,553	-3,139	0,002*
	Reprobando	3,000	0,136	2,958	0,798	0,000	1,000

Tabla 4.24: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según la nota en MA3403 Probabilidades y Estadística al momento de participar en la instancia Post

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	0,088	0,957	8,031	0,018*
Ansiedad	0,682	0,711	0,425	0,809
Esfuerzo	3,379	0,185	3,321	0,190

#### 4.2.5. Resultados obtenidos en otros criterios de agrupación

En esta sección se presentan resultados obtenidos para criterios de agrupación que no aparecen en los resultados generales y de cohorte. Estos son: cantidad de reprobaciones del estudiante hasta antes del semestre Otoño 2022, además de región de residencia del estudiante.

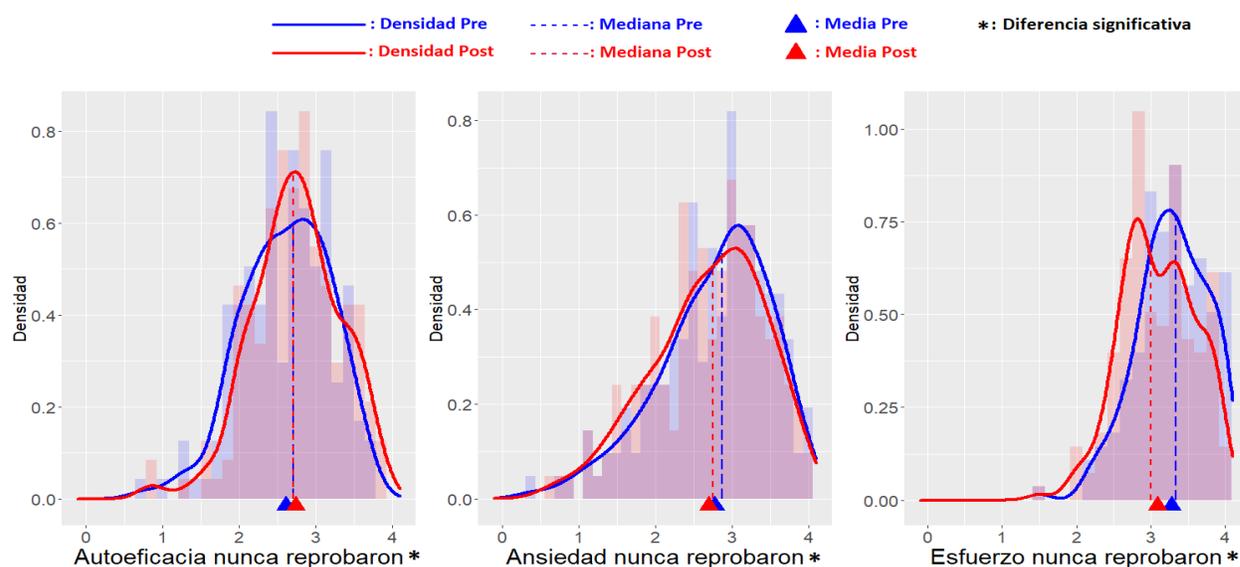
##### Según cantidad de reprobaciones del estudiante hasta antes del Semestre Otoño 2022

El siguiente resultado es ver qué cambios ocurren entre las instancias Pre y Post para quienes no reprobaron algún ramo hasta antes del Semestre Otoño 2022 y para quienes sí lo hicieron. En la Tabla 4.25 se observa que quienes nunca habían reprobado un ramo sufrieron cambios significativos en su percepción de todos los constructos, en particular subió su autoeficacia matemática ( $p = 0,005$ ), bajó la ansiedad matemática ( $p = 0,028$ ) y bajó su esfuerzo hacia las matemáticas ( $p < 0,001$ ). Esto se hace visible en la Figura 4.16. Con respecto a alguna diferencia significativa entre estos dos grupos no se obtiene ninguna, como indica la Tabla A.2 del Anexo.

Tabla 4.25: Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según reprobación antes de Otoño 2022

	Cohortes 2020 y 2021 ( $N = 186$ )	Pre		Post		Z	p
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Nunca reprobó ( $N = 166$ )	2,618	0,580	2,740	0,574	-2,791	0,005*
	Reprobó algún ramo ( $N = 20$ )	2,614	0,579	2,621	0,557	0,000	1,000
Ansiedad	Nunca reprobó	2,781	0,726	2,696	0,730	-2,203	0,028*
	Reprobó algún ramo	2,844	0,752	2,719	0,745	-1,029	0,304
Esfuerzo	Nunca reprobó	3,279	0,479	3,091	0,498	-4,712	<0,001*
	Reprobó algún ramo	3,100	0,372	3,050	0,549	-0,519	0,603

Figura 4.16: Histograma de densidad según si el estudiante ha reprobado un ramo o no hasta antes del semestre Otoño 2022



### Según región de residencia del estudiante

En primer lugar se muestran los resultados para todos los estudiantes, sin importar cohorte de ingreso. En la Tabla 4.26 y la Figura 4.17 se observa un descenso significativo en la percepción de autoeficacia para los estudiantes que residen en la Región Metropolitana ( $p < 0,001$ ). Además, se da un descenso significativo en la percepción de esfuerzo tanto en los estudiantes que residen en la Región Metropolitana ( $p < 0,001$ ) como para quienes son de región ( $p < 0,001$ ). En cuanto a diferencias significativas entre grupos, quienes viven en la Región Metropolitana se perciben más autoeficaces matemáticamente que quienes son de región ( $Q = 28, 245; p = 0,027$ ), como indica la Tabla 4.27.

Si se ven los resultados solo de los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022, como se muestra en la Tabla 4.28, se observa que hay un descenso significativo en la percepción de la autoeficacia matemática tanto en quienes residen en la Región Metropolitana ( $p < 0,001$ ) como en quienes vienen de región ( $p = 0,020$ ). En cuanto al esfuerzo hacia las matemáticas percibido, se da una baja significativa tanto para quienes son de la Región Metropolitana ( $p < 0,001$ ) como para quienes son de región ( $p = 0,001$ ). En lo que respecta a diferencias entre quienes son y quienes no son de región, no se presentan diferencias de ningún tipo, como se muestra en la Tabla A.3.

Tabla 4.26: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos según región de residencia

	Todos (N = 382)	Pre		Post		Z	p
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Metropolitana (N = 281)	2,737	0,607	2,561	0,736	-3,592	<0,001*
	Región (N = 101)	2,579	0,642	2,581	0,683	-0,067	0,946
Ansiedad	Metropolitana	2,663	0,756	2,630	0,777	-1,058	0,290
	Región	2,817	0,645	2,803	0,695	-0,367	0,713
Esfuerzo	Metropolitana	3,312	0,490	3,108	0,529	-6,585	<0,001*
	Región	3,271	0,458	3,084	0,481	-4,084	<0,001*

Tabla 4.27: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según región de residencia

	Pre		Post	
	H	p	H	p
Autoeficacia	4,887	0,027*	0,020	0,887
Ansiedad	3,322	0,068	3,454	0,063
Esfuerzo	0,761	0,383	0,063	0,801

Figura 4.17: Histograma de densidad de la percepción sobre su autoeficacia matemática en ambas instancias según la región de residencia

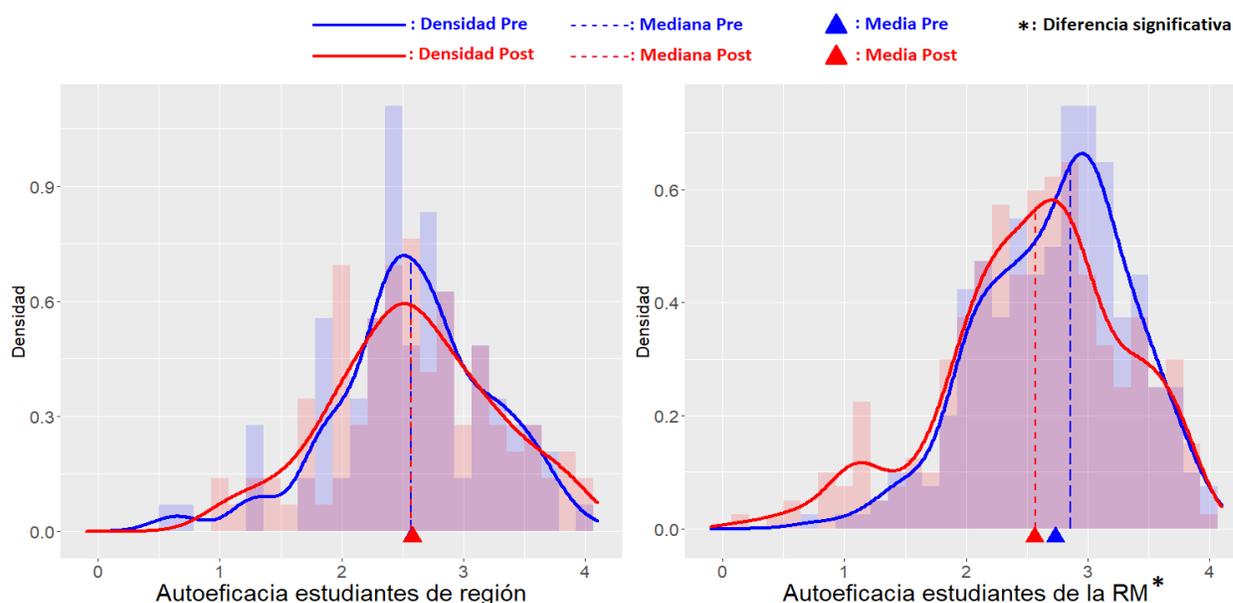


Tabla 4.28: Comparación de puntajes Pre y Post obtenidos según región de residencia, cohorte 2022

	Cohorte 2022 (N = 199)	Pre		Post		Z	p
		Media	SD	Media	SD		
Autoeficacia	Metropolitana (N = 153)	2,800	0,619	2,420	0,815	-5,586	<0,001*
	Región (N = 46)	2,674	0,739	2,425	0,799	-2,320	0,020*
Ansiedad	Metropolitana	2,625	0,750	2,641	0,791	-0,254	0,800
	Región	2,639	0,648	2,704	0,783	-1,088	0,277
Esfuerzo	Metropolitana	3,373	0,477	3,153	0,528	-5,240	<0,001*
	Región	3,239	0,515	3,014	0,519	-3,391	0,001*

## 4.2.6. Resultados del resto de ítems del cuestionario

Como se menciona en la sección de validación, hay cuatro ítems del cuestionario que respondieron los estudiantes que no fueron incluidos en el análisis factorial. De todos modos, estas preguntas fueron analizadas con el fin de ver si hay cambios tras el paso del semestre y si hay diferencias entre los grupos analizados para los factores. En esta sección no se reportarán todos los resultados, sino los que sirven para la discusión. En la Tabla 4.29 se reportan las frecuencias relativas para cada ítem en ambas instancias.

Tabla 4.29: Frecuencia relativa de las respuestas obtenidas en los ítems del 16 al 19 en el cuestionario para el total de la muestra con  $N=387$

		Frecuencia relativa (%)				
		En total desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
Creo que cada problema matemático tiene solo una manera de ser resuelto	Pre	60,21	27,91	10,08	1,81	0,00
	Post	58,91	29,20	8,53	2,33	1,03
Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos	Pre	61,50	21,96	10,34	4,91	1,29
	Post	56,85	22,74	12,92	5,17	2,33
Creo que las matemáticas son desafiantes	Pre	0,26	1,81	8,53	41,09	48,32
	Post	0,78	1,29	7,24	40,83	49,87
Creo que las matemáticas son fáciles de aprender	Pre	9,04	23,26	49,35	16,54	1,81
	Post	12,92	32,04	40,05	13,18	1,81

### Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto

Para este ítem del cuestionario, como se puede ver en la Tabla A.8, se presentan cambios significativos tras el paso del semestre en los estudiantes que al responder el cuestionario estaban reprobando el curso MA1001 Introducción al Cálculo ( $p = 0,035$ ). De la Tabla A.12 se observan diferencias significativas en dos criterios de agrupación:

- los estudiantes que rindieron MA1101 Introducción al Álgebra ( $p = 0,044$ ), en donde quienes estaban eximiéndose en ese entonces estaban más en desacuerdo en el resto de los integrantes.
- según si habían reprobado un ramo hasta antes del semestre Otoño 2020 ( $p = 0,004$ ), en donde quienes habían reprobado algún ramo se sentían menos en desacuerdo que quienes no habían reprobado ramos.

### Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos

De la Tabla A.9 se observa que en la cohorte de ingreso 2022 disminuye significativamente el desacuerdo con respecto a esta frase ( $p = 0,027$ ). Algunos de los resultados obtenidos es que quienes estaban reprobando los cursos de primer año también disminuyeron significativamente su desacuerdo con esa frase, así como también quienes residen en la Región Metropolitana.

Al analizar las diferencias entre grupos, de acuerdo a la Tabla A.13, se ven diferencias significativas entre géneros en general y en la cohorte 2022. En la cohorte de ingreso 2022, por

ejemplo, la diferencia se vuelve significativa ( $p < 0,001$ ). En los cursos de primer año, tanto en MA1001 Introducción al Cálculo ( $p = 0,001$ ) como en MA1101 Introducción al Álgebra ( $p = 0,007$ ), quienes estaban eximiéndose al momento de responder el cuestionario estaban significativamente más en desacuerdo que el resto. Se observa una diferencia significativa en la instancia Post con respecto al puntaje de ingreso ( $p = 0,003$ ), en donde quienes ingresaron con un puntaje mayor a 753 puntos estaban significativamente más en desacuerdo que el resto.

### **Creo que las matemáticas son desafiantes**

Este ítem no presenta cambios significativos con el paso del tiempo para ningún grupo de estudiantes, como se puede ver en la Tabla A.10. Al comparar entre grupos de estudiantes, como se ve en la Tabla A.14, se observan diferencias significativas entre los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022 agrupados por su puntaje de ingreso ( $p = 0,001$ ).

### **Creo que las matemáticas son fáciles de aprender**

Dentro de los resultados que se pueden encontrar en la Tabla A.11, se observa una tendencia al descenso en los niveles de acuerdo, en las cohortes de ingreso 2022 ( $p < 0,001$ ) y 2021 ( $p = 0,024$ ), en los géneros masculino ( $p = 0,039$ ) y femenino ( $p < 0,001$ ), y en los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022 que entraron con más de 737 puntos:  $p = 0,036$  para quienes entraron con un puntaje entre 737 y 753 puntos,  $p = 0,047$  para quienes entraron con más de 753 puntos.

De acuerdo a la Tabla A.15, se dan diferencias significativas en la instancia Pre para la cohorte de ingreso 2021, donde el género femenino creía significativamente que las matemáticas son más difíciles de aprender ( $p = 0,004$ ), mientras que entre los estudiantes que ingresaron el año 2022 ( $p = 0,006$ ), quienes ingresaron con más de 753 puntos sentían que en realidad las matemáticas son menos difíciles de aprender que el resto.

# Capítulo 5

## Análisis y discusión de los resultados obtenidos

### 5.1. Resultados generales

#### 5.1.1. Tendencias generales

Al analizar a todos los participantes que respondieron el cuestionario en ambas instancias, sin importar su género o cohorte de ingreso, se observan dos tendencias generales entre el inicio y el fin del semestre: la autoeficacia matemática percibida y el esfuerzo hacia las matemáticas percibido disminuyen significativamente, mientras que la ansiedad matemática percibida no varía de manera significativa. Considerando que, en la escala Likert que se usa en el estudio, 0 representa total desacuerdo y 4 total acuerdo, y que en los tres factores los valores obtenidos en general están entre 2 y 4, podemos entender que en general los estudiantes se perciben bastante capaces en matemáticas y se esfuerzan en estudiarlas y comprenderlas, aunque en menor medida al final del semestre que al inicio del semestre. Además, en general, los estudiantes se perciben ansiosos respecto de las matemáticas a lo largo del semestre.

De todos modos, es importante señalar que estos comentarios consideran a todos los estudiantes de las tres cohortes de ingreso estudiadas, por lo que generalizar las tendencias de cambio para cada cohorte puede resultar engañoso, pues, en cada cohorte, se vive un contexto diferente en cuanto a la carga académica y a los ramos. Por este mismo motivo, es que de todas maneras se analizarán los resultados obtenidos para cada cohorte de ingreso, con el objetivo de ver si coinciden con estas tendencias generales.

#### Autoeficacia matemática

Los resultados reportados en la *autoeficacia matemática* son esperables, ya que el cuestionario se aplicó en el contexto de regreso a la presencialidad en la FCFM post pandemia del COVID-19. Dado que los estudiantes estuvieron habituados al aprendizaje a distancia

durante todo el año 2021, sin enfrentar evaluaciones presenciales, sería comprensible esperar que comiencen el semestre con expectativas optimistas sobre su rendimiento. Sin embargo, con el paso del semestre, en general los estudiantes se perciben menos autoeficaces en las matemáticas, principalmente por causa de experiencias desfavorables en evaluaciones matemáticas.

De todos modos, como se puede ver en la Figura A.1, aquellos que están eximiéndose de alguno de los cursos, en donde fueron encuestados, no son parte de esta tendencia a la baja. Es más, en algunos casos, experimentan un aumento significativo en su autoeficacia matemática percibida, lo que también es esperable dadas las relaciones antes mencionadas entre autoeficacia y rendimiento. De las Tablas 4.12, 4.14, 4.20 y 4.24 se observa que, para todos los cursos estudiados, quienes se están eximiendo se perciben más autoeficaces para las matemáticas que quienes solo están pasando o están reprobando.

A pesar de este descenso a final de semestre, en general los estudiantes, de todos modos, se creen capaces para las matemáticas. Al preguntarles acerca de sus capacidades para las matemáticas en base a experiencias previas (*Preguntas 6 y 7* de la entrevista) la mayoría cree que si estudiando logra hacer un ejercicio, entonces podrá resolver uno similar, independiente de si es en el contexto de estudio o en un contexto de mayor presión como en un control. Conceptos como *maduración* y *paulatinidad* destacan en las respuestas de los estudiantes, lo que hace ver que para varios de ellos estudiar matemáticas es un proceso que puede demorar, pero que bien hecho conduce al éxito.

Los estudiantes en las entrevistas también creen que, habiendo logrado resolver ejercicios de cierta dificultad, es posible dar un salto a ejercicios más complejos, al menos cuando están estudiando para un control. Al consultar si creen ser posibles de dar ese salto de dificultad en un control, no hay una opinión generalizada, pues varios de los entrevistados no se ven capaces de aquello, aduciendo generalmente al tema de la duración del control. Esto tiene sentido considerando que en el estudio se pueden controlar los tiempos y no se está bajo la presión de rendir en un tiempo acotado, por lo que por más que se maneje la materia que entra en el control, factores externos pueden impedir dar el salto a la resolución de ejercicios de mayor dificultad.

## **Esfuerzo hacia las matemáticas**

En cuanto a los resultados para *esfuerzo hacia las matemáticas*, estos tampoco son sorprendivos por cómo están definidas las preguntas del cuestionario acerca de esfuerzo, ya que tiene sentido que al inicio del semestre, cuando los estudiantes aún no están sobrecargados de tareas y evaluaciones, estén más dispuestos a dedicar tiempo y energía a comprender el contenido del curso previo a la resolución de ejercicios. De todas formas, podría parecer contra intuitivo si se asocia el concepto de esfuerzo a la voluntad de lograr algo, y no al gasto energético asociado a las matemáticas, que es el concepto que se usa en este estudio.

Al preguntar a los estudiantes entrevistados acerca de si sentían que se daban el tiempo para comprender la materia que estudian (*Pregunta 4* de la entrevista), buena parte de las respuestas eran similares: estos estudiantes se dan el mayor tiempo posible para comprender un concepto antes de intentar resolver ejercicios, sin embargo, en muchos casos no pueden

darse el tiempo que quisieran, más porque no pueden que porque no quieren. En general, los estudiantes mencionan como causas de esta imposibilidad de darse más tiempo para estudiar tanto problemas personales como el agotamiento que provoca tener que rendir distintos ramos en el semestre. Esta opinión general es transversal a la cohorte de ingreso de los entrevistados.

### **Ansiedad matemática**

El resultado general que más llama la atención es el de la *ansiedad matemática* percibida. Considerando la disminución en la autoeficacia matemática percibida en general, lo esperado es que eso se tradujera en un aumento de la ansiedad matemática, sin embargo, en esta no se observan cambios significativos con el paso del semestre.

Algo más esperable es que los estudiantes entrevistados, al responder las preguntas asociadas a la ansiedad matemática (*Preguntas 5, 7, 8 y 9* de la entrevista), mencionen la palabra *frustración* al referirse a la emoción que les embarga al momento de no poder comprender un concepto o no poder resolver un problema matemático. Otros conceptos presentes en las respuestas son los de *angustia, impotencia, rabia y bloqueo*.

De todos modos, es interesante que en varias de las respuestas a las preguntas de la entrevista se aprecie una visión de futuro esperanzadora. Un número no menor de los entrevistados (13 de 18) cree que, aunque no puedan lograr comprender un concepto, tarde o temprano lo harán, por lo que las opciones de insistir o descansar para despejar la mente son igual de válidas. Esa visión esperanzadora cambia radicalmente cuando el control del curso matemático se acerca, sobre todo si en las evaluaciones anteriores las notas no fueron buenas. Por ejemplo, al demorarse mucho en la resolución de un ejercicio esas sensaciones de *frustración y angustia* se acentúan a medida que se acerca el control, y más aún cuando se está rindiendo el control, pues en ese instante se está a contrarreloj. Sin embargo, para muchos de los entrevistados demorarse es parte de un proceso natural en el estudio, por más que este conlleve todas las sensaciones antes dichas.

Al ser consultados por sus sensaciones después de conocer los resultados de las primeras evaluaciones, los estudiantes manifiestan que, independientemente de si las notas hayan sido buenas o no, estas no les son indiferentes. Al preguntar las sensaciones al obtener una mala calificación en la primera evaluación, las respuestas en general van en la misma línea del párrafo anterior, en el sentido de que los estudiantes tienen una visión de futuro positiva.

Varios de los entrevistados señalaron que, en general, los patrones de sus respuestas se aplican a contextos de todo tipo, incluso los extra académicos, por lo que no se puede descartar de ningún modo que los resultados asociados a esta dimensión puedan estar influidos por la forma de ser de los estudiantes, y no solo por el desempeño académico.

### **5.1.2. Resultados generales según género**

Como se mencionó en el marco teórico, especialmente en relación a la autoeficacia y la ansiedad matemática, en muchos estudios se observa que los estudiantes hombres tienden

a percibirse como más autoeficaces y menos ansiosos en matemáticas que las estudiantes mujeres. Esto a veces se correlaciona con una brecha en las calificaciones, y en casos en los que no existe dicha brecha, puede reflejar una alta autocomplacencia masculina al responder este tipo de cuestionarios. Por lo mismo, se hace interesante saber si en el presente estudio se dan diferencias de género en alguna de las dimensiones, y ver si se puede encontrar alguna relación con el desempeño de los estudiantes en los cursos donde se aplicó el cuestionario. Estos resultados serán presentados en general y en detalle por cohorte como se mencionó antes.

En primer lugar, los estudiantes de ambos géneros coinciden en las tendencias generales de que la ansiedad matemática no cambia significativamente con el tiempo y el esfuerzo hacia las matemáticas disminuye. En cuanto a la autoeficacia matemática, en ambos géneros se observa una disminución a medida que avanza el semestre, pero ese descenso solo es significativo en las mujeres.

Al comparar entre géneros, tanto al inicio como al final del semestre, se da un resultado que, en base a la literatura, podía ser previsible: los estudiantes hombres se reportan más autoeficaces y menos ansiosos para las matemáticas que las estudiantes mujeres. Además, como se mencionó anteriormente, al inicio del semestre existía una brecha significativa en la autoeficacia matemática entre ambos géneros que al final del semestre aumentó, a pesar de que ambos géneros disminuyeron su autoeficacia matemática percibida a final del semestre.

Un ejercicio interesante es verificar si esta brecha entre género se da también en las calificaciones de los cursos MA1001 y MA1101 (primer año), MA2001 (segundo año) y MA3403 (tercer año). En base a la Tabla A.5 se puede observar que la proporción de estudiantes de género masculino y femenino en los cuatro cursos es de aproximadamente 70/30. Al analizar quiénes se están eximiendo en cada ramo al momento de responder el cuestionario, se observa un aumento en la proporción antes mencionada en todos los cursos, mientras que al analizar quiénes están reprobando el curso, se observa una disminución en esta proporción. Es decir, en comparación con la proporción inicial de 70/30, más estudiantes hombres se están eximiendo y más estudiantes mujeres están reprobando, lo que indica que los resultados en cuanto a las calificaciones no son similares entre ambos géneros. Estos resultados podrían contribuir a explicar el aumento de esta brecha acerca de la autoeficacia matemática reportada, al menos en el contexto de la muestra global, más como una consecuencia de las notas que de un estereotipo de autocomplacencia masculina o inseguridad femenina.

## **5.2. Resultados por cohorte de ingreso**

### **5.2.1. Cohorte de ingreso 2022**

Al momento de elegir una carrera universitaria, en muchos casos se da que, los estudiantes con buenos resultados en matemáticas dentro de su contexto académico, tienden a ingresar a carreras STEM. Teniendo en cuenta las ponderaciones del puntaje de ingreso a la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM (cuyo 45 % es dado por el puntaje obtenido en la PDT de Matemáticas) y el alto puntaje de corte para ingresar a Plan Común en comparación

con otras carreras y universidades (corte de 717.05 puntos de un máximo de 850 para el ingreso 2022), es de esperar que un gran porcentaje de los estudiantes se perciba capaz para las matemáticas, considerando que según lo señalado por Bandura una de las bases de la autoeficacia son las experiencias previas, en este caso en su mayoría positivas. En cuanto a la ansiedad matemática, considerando estos antecedentes, se esperaría que los estudiantes en general no se perciban tan ansiosos dados sus buenos rendimientos. En cuanto al esfuerzo, lo esperado sería que los estudiantes se sientan motivados debido a todo el proceso que implicó ingresar a la Escuela de Ingeniería y Ciencias, por lo que se esperarían valores altos en este constructo.

Considerando esto, sería esperable que no haya diferencias significativas en la autoeficacia, la ansiedad y el esfuerzo relativo a las matemáticas al comparar por a los estudiantes por su puntaje de ingreso o por el tipo de colegio de egreso. Además, no sería sorprendente que no haya diferencias significativas en cuanto a un criterio no relacionado con el desempeño en matemáticas, como lo es la región de residencia.

En cuanto a género, considerando todos los estereotipos asociados a género y matemáticas mencionados en la sección anterior, no sería sorprendente encontrar diferencias significativas en autoeficacia y ansiedad matemática en favor de los estudiantes hombres Sin embargo, en cuanto al esfuerzo hacia las matemáticas, que es un aspecto más individual, lo esperado sería no encontrar diferencias significativas.

## Al inicio del semestre

Al analizar los resultados obtenidos en esta cohorte de ingreso al comienzo del semestre, no se observan diferencias significativas en la *autoeficacia matemática percibida* según la región de residencia, el tipo de colegio de egreso, el curso que están rindiendo y el puntaje de ingreso.

En cuanto a la *ansiedad matemática*, solo se encuentran diferencias significativas entre grupos definidos por su puntaje de ingreso a la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Los estudiantes que ingresaron con un puntaje mayor a 753 puntos reportan significativamente menos ansiedad que los demás. Este resultado es curioso, ya que se esperaría que si no hay diferencias significativas en la autoeficacia matemática bajo este criterio, tampoco debería haber diferencias en la ansiedad matemática. Como es comentado antes, esto puede deberse más a la forma de ser de los estudiantes que a su desempeño académico, lo que de todas formas no deja de ser llamativo.

En cuanto al *esfuerzo hacia las matemáticas*, la única diferencia significativa se da entre quienes egresaron de un colegio municipal y quienes lo hicieron de un colegio particular, donde el primer grupo se percibe más esforzado para las matemáticas que el segundo. Este resultado hace sentido considerando las dificultades que en general enfrentan los estudiantes de colegios municipales para entrar a carreras con alto puntaje de corte, por lo que es válido conjeturar que deben sentir que tuvieron que esforzarse más en el ámbito académico para aquello.

En cuanto a las diferencias de género, considerando que la proporción de ingreso entre género masculino y femenino es aproximadamente 70/30, resulta interesante observar que

este cociente aumenta entre aquellos estudiantes que ingresaron con más de 737 puntos y disminuye entre quienes ingresaron con menos de 737 puntos, como se observa en la Tabla A.6. Por lo tanto, no es sorprendente que a inicio de semestre los estudiantes hombres de la muestra se perciban como más autoeficaces para las matemáticas que las estudiantes mujeres, ya que en comparación con la proporción original, se observa una mayor representación masculina en el grupo con puntajes de ingreso más altos.

## Al final del semestre

Ahora, considerando el transcurso del semestre, se esperaría que si las notas en general para este cohorte no son buenas la autoeficacia matemática percibida baje de forma significativa, y si son buenas no debiese haber un cambio significativo o incluso podría haber un aumento en la autoeficacia matemática. Como se puede ver de los resultados en MA1101 Introducción al Álgebra (ver Tabla 4.13) aproximadamente un 60 % de los estudiantes estaba reprobando el curso al momento de responder el cuestionario, por lo que no sorprende que con el paso del semestre la autoeficacia matemática percibida global haya bajado.

Específicamente, la *autoeficacia matemática* disminuyó independiente del tipo de colegio de egreso o de la región de residencia. Sin embargo, en cuanto al puntaje de ingreso no se dio un descenso significativo en todos los grupos. Aquellos que ingresaron con menos de 753 puntos experimentaron una disminución significativa en su autoeficacia matemática percibida, mientras que aquellos que ingresaron con más de 753 puntos no experimentaron cambios significativos.

Al comparar el desempeño en los cursos de primer año en base al puntaje de ingreso es claro que el grupo de quienes entraron con más de 753 puntos tiene un mejor rendimiento que el resto en cuanto a tener más estudiantes eximiéndose y menos reprobando el curso al momento de responder el cuestionario, lo que explica de cierto modo el resultado obtenido en autoeficacia matemática. Esto se puede ver en la Tabla A.7

En el caso de la *ansiedad matemática* y el *esfuerzo hacia las matemáticas* percibidos, se repite la tendencia general de una ansiedad similar y una baja en el esfuerzo independiente del tipo de colegio de egreso, la región de residencia, su rendimiento en los cursos matemático o el puntaje de ingreso. En relación al rendimiento en los cursos de primer año, no deja de ser llamativo que el aumento en la ansiedad matemática percibida de quienes estaban reprobando los cursos MA1001 Introducción al Cálculo o MA1101 Introducción al Álgebra no llegue a ser significativo, pues se esperaría que estar en situación de reprobación conllevara a una ansiedad matemática percibida temporal.

En cuanto a género, se repiten las tendencias generales en cuanto a que la brecha entre ambos géneros en autoeficacia y ansiedad no hace más que aumentar con el paso del semestre. Esto se puede deber a los resultados proporcionales por género en los cursos de primer año MA1001 y MA1101, que se observan en la Tabla A.5, en los cuales se hace notar que la proporción aproximada de 70/30 entre hombres y mujeres aumenta cuando vemos a quienes se están eximiendo (a más de 80/20) y disminuye al ver quienes están reprobando (aproximadamente 65/35). Si bien pueden haber otros factores que expliquen este resultado, se condice con la relación planteada entre el desempeño matemático y las dimensiones de autoeficacia

y ansiedad.

### 5.2.2. Cohorte de ingreso 2021

Los resultados obtenidos en esta sección no dejan de ser curiosos, principalmente porque muchos de ellos siguen una tendencia contraria a la general y a la de la cohorte de ingreso 2022. En primer lugar, al analizar a los estudiantes en general, se obtiene un aumento significativo en la autoeficacia matemática percibida y un descenso en la ansiedad matemática percibida con el paso del semestre, contrario a la tendencia general y la de la cohorte de ingreso 2022. Esta tendencia se da en ambos géneros y, es más, a final de semestre no hay diferencias significativas de ningún tipo entre ambos géneros.

Al ver que sucede en el curso MA2001 Cálculo en Varias Variables, se repite la tendencia dada en los cursos de primer año correspondiente a que quienes se eximen aumentan su autoeficacia percibida y bajan su ansiedad percibida, lo que también se da en quienes están pasando el curso. Nuevamente, al igual que en los estudiantes de la cohorte 2022, se da que quienes están reprobando MA2001, a pesar de experimentar una baja en su autoeficacia percibida, no experimentan un alza significativa en su ansiedad percibida.

Una posible explicación a estos resultados, que van contrarios a la tendencia general, podría ser el hecho de que en algunas de las secciones se realizan tareas que permiten subir la nota de presentación. De cierto modo, esta situación amortigua malos resultados y le da la posibilidad al estudiante de mejorar sus notas sin la necesidad de rendir una evaluación tipo control en donde el tiempo es más acotado y no se permite el uso de material extra.

### 5.2.3. Cohorte de ingreso 2020

Para esta cohorte de ingreso se obtiene una tendencia a la baja en la autoeficacia matemática, que de todas maneras no resulta significativa. En cuanto a ansiedad matemática y esfuerzo hacia las matemáticas se repiten las tendencias generales. Al comparar por género, se repite la tendencia de la cohorte de ingreso 2021 en cuanto a la autoeficacia matemática percibida, en donde ni al inicio ni al final del semestre hay diferencias significativas entre ambos géneros. En cuanto al esfuerzo hacia las matemáticas tampoco hay diferencias significativas en ningún momento. Sin embargo, en cuanto a la ansiedad hay diferencias significativas notorias, donde la ansiedad en las mujeres toma valores entre 3 y 4, mientras en los hombres valores entre 2 y 3.

Al momento de analizar el curso MA3403 se obtiene que la gran mayoría está pasando o eximiéndose. Dado el bajo número de estudiantes que estaba reprobando el curso al momento de responder el cuestionario es que no se pueden obtener muchas conclusiones en cuanto a este grupo, sin embargo el resto de estudiantes en general no presenta cambios significativos a destacar. De este modo, la brecha significativa en la ansiedad matemática percibida entre el género femenino y masculino se puede dar por factores externos que no puede encontrar el presente estudio.

## 5.3. Otros resultados

### 5.3.1. Resto de criterios de agrupación

Uno de los criterios de agrupación seleccionados fue el de cantidad de ramos reprobados en los estudiantes de los cohortes de ingreso 2021 y 2020. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre quienes en algún momento reprobaron un ramo y quienes no. De hecho, quienes reprobaron algún ramo antes del semestre Otoño 2022, no experimentaron cambios significativos de ningún tipo, mientras que quienes no habían reprobado un ramo con el paso del semestre se perciben más autoeficaces, menos ansiosos y menos esforzados, lo que podría deberse a que en general la mayoría de ellos no estaba reprobando el ramo matemático en que fueron encuestados (solo 15 de los 166 personas que no reprobaron un ramo antes estaban en situación de reprobación al momento de responder el cuestionario a final de semestre)

Otro criterio de agrupación estudiado corresponde al de la región de residencia para todos los estudiantes de la muestra. El único resultado novedoso que aporta este criterio es que, a inicio de semestre, los estudiantes de la Región Metropolitana se perciben significativamente más autoeficaces en lo que a las matemáticas se refiere que quienes son de región. Sin embargo, con el paso del semestre esa brecha desaparece pues los estudiantes de la Región Metropolitana se perciben menos autoeficaces matemáticamente hablando, mientras los de región no experimentan un cambio significativo. Este resultado es difícil de explicar más allá de una posible sobreestimación de los estudiantes residentes en la capital a inicio de semestre acerca de sus capacidades, lo que igual se hace complejo de explicar con los antecedentes del presente estudio.

### 5.3.2. Resto de ítems del cuestionario

De los cuatro ítems acerca de creencias que no fueron considerados en el análisis de autoeficacia, ansiedad y esfuerzo, hay dos ítems que presentaron escasas diferencias significativas: “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto” y “Creo que las matemáticas son desafiantes”. En el caso de la primera pregunta, en general, los estudiantes están en total desacuerdo con esa aseveración y los cambios significativos que hay no revierten esa tendencia. Mientras, en la segunda pregunta, los estudiantes en general están bastante de acuerdo con ella tanto a inicio como a final de semestre.

Acerca del ítem “Creo que las matemáticas son fáciles de aprender”, los resultados están cercanos a la neutralidad, es decir, ni en acuerdo ni en desacuerdo, con una leve tendencia al desacuerdo. Con el paso del semestre se dió un descenso significativo en la tendencia de esta pregunta, lo que puede deberse a una sobreestimación de su opinión a inicio de semestre cuando no se habían aún enfrentado a evaluaciones.

El ítem que sin dudas presenta resultados más interesantes es el de “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos”. Esta pregunta en general tiene tendencia al total desacuerdo, sin embargo, con el paso del semestre se da que quienes están reprobando un ramo en general siguen en desacuerdo, pero menos que antes, sobre todo los

estudiantes que están reprobando cursos de primer año. Esta cohorte de ingreso, es decir, el 2022, en particular con el paso del semestre está menos en desacuerdo con esta aseveración. De hecho, las estudiantes mujeres están menos en desacuerdo con la afirmación que los estudiantes hombres de esa cohorte.

Al consultar entre los entrevistados si creen en esta suerte de talento “natural” (*Pregunta 2*), en general los estudiantes de primer y segundo año están totalmente de acuerdo con su existencia. Sin embargo, en los estudiantes de la cohorte de ingreso 2020, la visión es un poco más crítica, a pesar de que haya gente de acuerdo con la aseveración. De todos modos, independiente de la cohorte, todos los entrevistados están de acuerdo que con disciplina y esfuerzo se puede lograr un alto rendimiento en las matemáticas, independiente de si se consideran “genios”-“genias”, o no.

# Conclusión

## Conclusiones generales

El presente estudio cumple con el objetivo principal de identificar y analizar cuantitativamente las percepciones acerca de las matemáticas en los estudiantes de las cohortes de ingreso 2022, 2021 y 2020 de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM. Esto se logra profundizando en los conceptos de autoeficacia matemática, ansiedad matemática y esfuerzo hacia las matemáticas. A nivel general, los estudiantes se perciben bastante autoeficaces, ansiosos y esforzados en relación a las matemáticas. Sin embargo, con el paso del semestre, se observa un descenso generalizado del esfuerzo hacia las matemáticas, lo que indica que dedican menos energía a sus cursos matemáticos a final de semestre. En cuanto a la ansiedad matemática, no se encontraron cambios significativos a lo largo del semestre.

En relación a género, hay una brecha generalizada en cuanto a la ansiedad matemática: las estudiantes mujeres se perciben más ansiosas en las matemáticas que los estudiantes hombres. Esta brecha se observa tanto a inicio como a final de semestre. En cuanto a la autoeficacia matemática, los estudiantes de primer año se perciben más capaces para las matemáticas que las estudiantes de primer año a inicio de semestre, brecha que aumenta con el paso del semestre. Curiosamente esta brecha no se da en los estudiantes de segundo y tercer año, lo que se puede explicar por la buena situación académica que experimentaron los años anteriores debido a la virtualidad de las clases a causa de la pandemia del COVID-19, como también a que al pasar el primer año los estudiantes presentan una base teórica similar independiente del género.

En cuanto a los otros criterios de agrupación considerados, no se encontraron diferencias significativas al analizar a los estudiantes según su región de residencia o tipo de colegio de egreso. Sin embargo, en criterios relacionados con rendimiento académico, sí se presentan diferencias significativas. Por ejemplo, al ver el rendimiento en el semestre, quienes están reprobando un curso matemático se perciben significativamente menos autoeficaces pero no significativamente más ansiosos matemáticamente que al inicio de semestre. Para quienes están eximiéndose se da un aumento en la autoeficacia y un descenso en la ansiedad.

Un hallazgo, que a primera vista puede ser sorprendente dentro de los criterios de agrupación del estudio, se refiere al puntaje de ingreso a la Escuela en los estudiantes de la cohorte de ingreso 2022. Los estudiantes que ingresaron con más de 753 puntos no experimentan

cambios significativos en la autoeficacia matemática con el paso del semestre, lo que significa desmarcarse del resto de estudiantes de la misma cohorte, pues quienes entraron con menos de 753 puntos tienen una tendencia a la baja en la autoeficacia matemática. Si bien el resultado podría ser sorprendente bajo la premisa que el puntaje de ingreso no debería determinar el rendimiento en la FCFM, al ver el buen rendimiento en los cursos de Cálculo y Álgebra de quienes entraron con más de 753 puntos comparado con el resto, el resultado obtenido no resulta tan sorprendente pero sí deja muchas preguntas por plantear.

## Limitaciones del estudio

Con respecto a las entrevistas, estas se dieron en una época en donde hubo un paro de estudiantes en la FCFM, por lo que hubo muchas dificultades para entrevistar estudiantes. En cuanto a los resultados del cuestionario, al no poder obtener tantas respuestas para estudiantes de la cohorte 2020, sus resultados son débiles en comparación a los de las demás cohortes. Finalmente, se pudo haber elaborado mucho mejor los ítems relacionados a *creencias acerca de las matemáticas*, tanto en el cuestionario como en las entrevistas.

## Trabajo a futuro y propuestas

Obtener, tanto de forma cuantitativa como cualitativa, la percepción acerca de las matemáticas de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería y Ciencias de la FCFM, puede permitir a las autoridades de la Escuela tomar decisiones o potenciar políticas para la mejora de la experiencia universitaria. Por lo mismo, los instrumentos a utilizar debiesen tener un fuerte sustento para su uso. Si bien, gran parte del cuestionario aplicado fue validado, la exclusión de ítems del análisis factorial dada en el presente estudio permite reformular el cuestionario a aplicar. Por ejemplo, como se comentó en el Marco Teórico, los constructos *autoconcepto matemático* y *actitud matemática* se han estudiado en contextos de carreras STEM, por lo que sería interesante estudiarlos en los estudiantes de la Escuela.

El presente estudio se centra tan solo en el semestre Otoño 2022, el cual, como todo semestre, tiene hitos propios: vuelta a la presencialidad tras la pandemia del COVID-19, un paro de estudiantes entre medio, distintas facilidades de evaluaciones dentro del marco de una transición en la vuelta a la presencialidad, entre otros. Sería interesante realizar un seguimiento a estudiantes, con más de dos instancias de medición y que dure más de un semestre, con el objetivo de poder conocer con mayor detalle sus percepciones acerca de las matemáticas. De este mismo modo, y viendo toda la información que se pudo obtener para estudiantes de primer año (cohorte de ingreso 2022), sería interesante poder aplicar cada año el cuestionario a los estudiantes nuevos, con el fin de ver si se repiten las tendencias presentes en el estudio en relación al género, rendimiento en el semestre o puntaje de ingreso a la Escuela, que fueron las variables en donde se obtuvieron los resultados más interesantes.

Finalmente, se podría potenciar el enfoque cualitativo de este tipo de estudios, puede ser mediante un análisis cualitativo profundo o aplicando otras herramientas como un *focus group*. Obtener más resultados cualitativos y ampliar la gama de estos permite complementar de mucha mejor manera los resultados cuantitativos.

# Bibliografía

- Aithal, A. and Aithal, P. S. (2020), ‘Development and validation of survey questionnaire amp; experimental data – a systematical review-based statistical approach’, *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences (IJMTS)* **5**(2), 233–251. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4179499>.
- Ali, J. and McInerney, D. M. (2006), ‘Testing the invariance of a motivation model across seven cultural groups’, *AARE 2005 International Education Research Conference: Creative Dissent: Constructive Solutions: Papers Collection, UWS Parramatta* .
- APA (1980), *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, third edition*, American Psychiatric Press.
- Arteaga-Martínez, B., Guede-Cid, R. and Pizarro, N. (2019), ‘De la ansiedad matemática a la ansiedad en la enseñanza de las matemáticas: una experiencia sobre maestros en formación en educación infantil’.
- Ashcraft, M. H. (2002), ‘Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences’, *Current Directions in Psychological Science* **11**(5), 181–185. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196>.
- Bandura, A. (1977), ‘Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change’, *Psychological Review* **84**(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>.
- Bandura, A. (1986), *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*, Prentice-Hall.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V. and Pastorelli, C. (1996), ‘Multifaceted impact of self-efficacy beliefs on academic functioning’, *Child Development* **67**(3), 1206.
- Bandura, A., Freeman, W. H. and Lightsey, R. (1999), ‘Self-efficacy: The exercise of control’, *Journal of Cognitive Psychotherapy* **13**(2), 158–166.
- Bessant, K. C. (1995), ‘Factors associated with types of mathematics anxiety in college students’, *Journal for Research in Mathematics Education* **26**(4), 327. <https://doi.org/10.2307/749478>.
- Betz, N. E. and Hackett, G. (1983), ‘The relationship of mathematics self-efficacy expectations to the selection of science-based college majors’, *Journal of Vocational Behavior* **23**(3), 329–345. [https://doi.org/10.1016/0001-8791\(83\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0001-8791(83)90046-5).
- Blackmore, C., Vitali, J., Ainscough, L., Langfield, T. and Colthorpe, K. (2021), ‘A review of self-regulated learning and self-efficacy: The key to tertiary transition in science, technology, engineering and mathematics (STEM).’, *International Journal of Higher Education* **10**(3), 169–177. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n3p169>.
- Brightwell, B. and Dransfield, B. (2013), *Avoid and detect statistical malpractice: Design and*

*analysis for biologists, with R*, InfluentialPoints.

- Brown, T. (2015), *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research, Second Edition*, Methodology in the Social Sciences, Guilford Publications.
- Casis, M., Castro, N. R. and Martínez, E. C. (2017), ‘Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile’, *PNA* **11**(3), 181–203. <http://hdl.handle.net/10481/45499>.
- Cehade Barroux, C. (2014), ‘Estudio del self-efficacy en los estudiantes de la facultad de ciencias físicas y matemáticas de la universidad de chile’. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131054>.
- Clark, M. and Lovric, M. (2009), ‘Understanding secondary–tertiary transition in mathematics’, *International journal of mathematical education in science and technology* **40**(6), 755–776.
- Conover, W. (1971), *Practical Nonparametric Statistics*, Wiley.
- Coren, S. (2003), ‘Sensation and perception’. <https://doi.org/10.1002/0471264385.wei0105>.
- Cornell, C. (1999), “‘i hate math! I couldn’t learn it, and i can’t teach it!’”, *Childhood Education* **75**(4), 225–230. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/i-hate-math-couldnt-learn-cant-teach/docview/210387946/se-2>.
- Cortina, J. M. (1993), ‘What is coefficient alpha? an examination of theory and applications.’, *Journal of Applied Psychology* **78**(1), 98–104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>.
- Creswell, J. (2012), *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*, Pearson.
- Di Martino, P. and Gregorio, F. (2019), ‘The mathematical crisis in secondary–tertiary transition’, *International Journal of Science and Mathematics Education* **17**, 825–843. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9894-y>.
- DiStefano, C., Zhu, M. and Míndrilã, D. (2009), ‘Understanding and using factor scores: Considerations for the applied researcher’. <https://scholarworks.umass.edu/pare/vol114/iss1/20/>.
- Draugalis, J. R., Coons, S. J. and Plaza, C. M. (2008), ‘Best practices for survey research reports: A synopsis for authors and reviewers’, *American Journal of Pharmaceutical Education* **72**(1), 11. <https://doi.org/10.5688/aj720111>.
- Dwyer, E. E. (1993), ‘Attitude scale construction: A review of the literature’. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED359201.pdf>.
- Escuela de Ingeniería (2019). <https://ingenieria.uchile.cl/noticias/156093/estudio-constata-baja-en-asistencia-al-avanzar-el-semester>.
- Felson, R. B. and Trudeau, L. (1991), ‘Gender differences in mathematics performance’, *Social Psychology Quarterly* **54**(2), 113. <https://doi.org/10.2307/2786930>.
- Fennema, E. and Sherman, J. A. (1976), ‘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**(5), 324–326. <https://doi.org/10.2307/748467>.
- Flores Jara, C. A. and Morales Sepúlveda, K. A. (2018), ‘Influencia de ansiedad matemática

- en el rendimiento escolar según género y dependencia de establecimientos de estudiantes de octavo año básico de la ciudad de los ángeles'. <http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/3272>.
- Gallardo Cadenasso, E. (2019), 'Autoeficacia en Chile : diferencias entre establecimientos técnico-profesional y científico - humanista'. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182211>.
- García-Fernández, J. M., Inglés-Saura, C. J., Vicent, M., González, C., Martín, L.-S., Pérez-Sánchez, A. M. et al. (2016), 'Relación entre autoeficacia y autoatribuciones académicas en estudiantes chilenos', *Universitas Psychologica* **15**(1), 79–88. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-1.raaa>.
- Gravetter, F. and Forzano, L. (2015), *Research Methods for the Behavioral Sciences*, Cengage Learning.
- Greene, B. A., Debacker, T. K., Ravindran, B. and Krows, A. J. (1999), 'Goals, values, and beliefs as predictors of achievement and effort in high school mathematics classes', *Sex Roles* **40**(5/6), 421–458. <https://doi.org/10.1023/a:1018871610174>.
- Gueudet, G. (2008), 'Investigating the secondary–tertiary transition', *Educational studies in mathematics* **67**(3), 237–254. <https://doi.org/10.1007/s10649-007-9100-6>.
- Gómez-Chacón, I. M. (2009), 'Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad', *Educación Matemática*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40516671002>.
- Hackett, G. and Betz, N. (1989), 'An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence', *Journal for Research in Mathematics Education* **20**. <https://doi.org/10.2307/749515>.
- Hemmings, B. and Kay, R. (2010), 'Prior achievement, effort, and mathematics attitude as predictors of current achievement', *The Australian Educational Researcher* **37**(2), 41–58. <https://doi.org/10.1007/bf03216921>.
- Hoyles, C., Newman, K. and Noss, R. (2001), 'Changing patterns of transition from school to university mathematics', *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* **32**(6), 829–845. <https://doi.org/10.1080/00207390110067635>.
- Hunsley, J. and Flessati, S. L. (1988), 'Gender and mathematics anxiety: The role of math-related experiences and opinions', *Anxiety Research* **1**(3), 215–224. <https://doi.org/10.1080/08917778808248720>.
- Jameson, M. M. and Fusco, B. R. (2014), 'Math anxiety, math self-concept, and math self-efficacy in adult learners compared to traditional undergraduate students', *Adult Education Quarterly* **64**(4), 306–322. <https://doi.org/10.1177/0741713614541461>.
- Jansen, B. R., Louwse, J., Straatemeier, M., der Ven, S. H. V., Klinkenberg, S. and der Maas, H. L. V. (2013), 'The influence of experiencing success in math on math anxiety, perceived math competence, and math performance', *Learning and Individual Differences* **24**, 190–197. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.12.014>.
- Jung, K.-R., Zhou, A. Q. and Lee, R. M. (2017), 'Self-efficacy, self-discipline and academic performance: Testing a context-specific mediation model', *Learning and Individual Differences* **60**, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.10.004>.
- Kline, R. (2015), *Principles and Practice of Structural Equation Modeling, Fourth Edition*,

Methodology in the Social Sciences, Guilford Publications.

- Knekta, E., Runyon, C. and Eddy, S. (2019), 'One size doesn't fit all: Using factor analysis to gather validity evidence when using surveys in your research', *CBE—Life Sciences Education* **18**(1), rml. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-04-0064>.
- Krumrei-Mancuso, E. J., Newton, F. B., Kim, E. and Wilcox, D. (2013), 'Psychosocial factors predicting first-year college student success', *Journal of College Student Development* **54**(3), 247–266. <https://doi.org/10.1353/csd.2013.0034>.
- Kruskal, W. H. and Wallis, W. A. (1952), 'Use of ranks in one-criterion variance analysis', *Journal of the American Statistical Association* **47**(260), 583–621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>.
- Lent, R. W., Lopez, F. G. and Bieschke, K. J. (1991), 'Mathematics self-efficacy: Sources and relation to science-based career choice.', *Journal of Counseling Psychology* **38**(4), 424–430. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.38.4.424>.
- Li, F., Kauffman, Y., Thomas, M., Dempsey, M. S., Wang, S. and Kauffman, D. F. (2017), 'Validating the inventory of school motivation with mainland chinese students', *Frontiers in Education* **2**. <https://doi.org/10.3389/feduc.2017.00025>.
- Lilliefors, H. W. (1967), 'On the kolmogorov-smirnov test for normality with mean and variance unknown', *Journal of the American Statistical Association* **62**(318), 399–402. <https://doi.org/10.1080/01621459.1967.10482916>.
- Maddy, P. (1980), 'Perception and mathematical intuition', *Philos. Rev.* **89**(2), 163. <https://doi.org/10.2307/2184647>.
- Marchant Díaz, D. E. (2021), 'Explorando el impacto de la metodología de resolución de problemas en la escuela de ingeniería y ciencias'. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181588>.
- May, D. K. (2009), Mathematics self-efficacy and anxiety questionnaire. [https://getd.libs.uga.edu/pdfs/may\\_diana\\_k\\_200908\\_phd.pdf](https://getd.libs.uga.edu/pdfs/may_diana_k_200908_phd.pdf).
- Mayo, C. (2018), 'Anxiety disorders'. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/anxiety/symptoms-causes/syc-20350961>.
- McInerney, D. M. and Sinclair, K. E. (1992), 'Dimensions of school motivation', *Journal of Cross-Cultural Psychology* **23**(3), 389–406. <https://doi.org/10.1177/0022022192233009>.
- Missall, K., Hojnosi, R. L., Caskie, G. I. L. and Repasky, P. (2014), 'Home numeracy environments of preschoolers: Examining relations among mathematical activities, parent mathematical beliefs, and early mathematical skills', *Early Education and Development* **26**(3), 356–376.
- Mutodi, P. and Ngirande, H. (2014), 'Exploring mathematics anxiety: Mathematics students' experiences', *Mediterranean Journal of Social Sciences* . <https://doi.org/10.5901/mjss.2014.v5n1p283>.
- Navarro Saldaña, G., Flores Oyarzo, G., González Navarro, M. G. et al. (2019), 'Diferencias por sexo en el nivel de autoeficacia percibida en una muestra de estudiantes de la Provincia de Concepción: ¿ qué papel juegan los roles de género en la educación?', *Revista de educación inclusiva* . <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7017829>.
- Nemenyi, P. (1963), *Distribution-free Multiple Comparisons*, Princeton University.

- Pajares, F. (1996), 'Self-efficacy beliefs in academic settings', *Rev. Educ. Res.* **66**(4), 543. <https://doi.org/10.2307/1170653>.
- Pajares, F. and Miller, M. D. (1995), 'Mathematics self-efficacy and mathematics performances: The need for specificity of assessment.', *Journal of Counseling Psychology* **42**(2), 190–198. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.42.2.190>.
- Pérez-Tyteca, P., Enrique, C. M., Luis, R. R. and Encarnación, C. M. (2011), 'Ansiedad matemática, género y ramas de conocimiento en alumnos universitarios', *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas* **29**(2), 237–250. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/243835>.
- RAE. (2014), *Diccionario de la lengua española*, 23th edn, Real Academia Española.
- Reavis, P. S. (1987), 'Mathematics anxiety and the relationship between attitude, sex, ethnicity and achievement in mathematics in three high school curriculum tracks'. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/184306>.
- Richardson, F. C. and Suinn, R. M. (1972), 'The mathematics anxiety rating scale: Psychometric data.', *Journal of Counseling Psychology* **19**(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>.
- Saadati, F., Giaconi, V. and Barrera-Pedemonte, F. (2023), 'Mathematical problem-solving-related affect across gender and grade-level among upper primary students', *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* pp. 1–22. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2022.2159890>.
- Schunk, D. H. and Pajares, F. (2002), The development of academic self-efficacy, in 'Development of Achievement Motivation', Elsevier, pp. 15–31. <https://doi.org/10.1016/B978-012750053-9/50003-6>.
- Skaalvik, E. M. and Skaalvik, S. (2006), 'Self-concept and self-efficacy in mathematics: Relation with mathematics', *The Concept of Self in Education, Family, and Sports* **51**.
- Smith, A. D. (2001), 'Perception and belief', *Philosophy and Phenomenological Research* **62**(2), 283–309. <https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2001.tb00057.x>.
- Teo, T., ed. (2014), *Handbook of quantitative methods for educational research*, 2013 edn, Sense, Rotterdam, Netherlands.
- Usher, E. L. and Pajares, F. (2009), 'Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study', *Contemporary Educational Psychology* **34**(1), 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.09.002>.
- VandenBos, G. (2015), *APA Dictionary of Psychology*®, 2nd edn, American Psychological Association. <http://www.jstor.org/stable/j.ctv1chrw2d>.
- Velicer, W. (1976), 'Determining the number of components from the matrix of partial correlations', *Psychometrika* **41**, 321–327. <https://doi.org/10.1007/BF02293557>.
- Wigfield, A., Eccles, J. and Pintrich, P. (1999), 'Development between the ages of 11 and 25.', *Handbook of educational psychology* pp. 148–185.
- Wilcoxon, F. (1945), 'Individual comparisons by ranking methods', *Biometrics Bulletin* **1**(6), 80. <https://doi.org/10.2307/3001968>.
- Zeldin, A. L. and Pajares, F. (2000), 'Against the odds: Self-efficacy beliefs of women in mathematical, scientific, and technological careers', *Am. Educ. Res. J.* **37**(1), 215. <https://doi.org/10.2307/1163477>.

# Anexo A

## Anexo de tablas y figuras

Tabla A.1: Duracion de las entrevistas por estudiante

Cohorte de ingreso 2022		Cohorte de ingreso 2021		Cohorte de ingreso 2020	
Estudiante	Duración	Estudiante	Duración	Estudiante	Duración
Masculino 1	0:10:43	Masculino 1	0:10:19	Masculino 1	0:11:39
Masculino 2	0:12:39	Masculino 2	0:11:25	Masculino 2	0:15:47
Masculino 3	0:13:47	Masculino 3	0:12:18	Masculino 3	0:11:41
Masculino 4	0:14:01	Masculino 4	0:08:20	Masculino 4	0:10:54
Femenino 1	0:09:56	Femenino 1	0:12:29	Femenino 1	0:11:45
Femenino 2	0:07:56	Femenino 2	0:14:12	Femenino 2	0:09:10

Tabla A.2: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según reprobación antes del Semestre Otoño 2022

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	0,001	0,970	1,285	0,257
Ansiedad	0,157	0,692	0,017	0,895
Esfuerzo	3,772	0,052	0,107	0,743

Tabla A.3: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis obtenidos según región de residencia, cohorte 2022

	Pre		Post	
	$H$	$p$	$H$	$p$
Autoeficacia	0,944	0,331	0,093	0,760
Ansiedad	0,007	0,932	0,323	0,570
Esfuerzo	2,320	0,128	1,926	0,165

Tabla A.4: p-valores obtenidos de la aplicación del test de Kolmogorov Smirnov con corrección de Lilliefors para cada criterio de agrupación

			Autoeficacia		Ansiedad		Esfuerzo	
			Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Género	Todos	Masculino	0,001	0,019	0,003	0,004	<0,001*	<0,001*
		Femenino	0,024	<0,001*	<0,001*	0,004	<0,001*	<0,001*
	Cohorte 2022	Masculino	0,057	0,123	0,118	0,200	<0,001*	<0,001*
		Femenino	0,153	0,002*	0,026	0,001	<0,001*	0,045
	Cohorte 2021	Masculino	0,059	0,090	0,015	0,047	0,020	0,011
		Femenino	0,083	0,067	0,007	0,263	0,002*	0,003
	Cohorte 2020	Masculino	0,021	0,395	0,222	0,642	0,107	0,013
		Femenino	0,820	0,205	0,025	0,233	0,211	0,085
Cohorte	2022		0,002*	0,012	0,001	0,001	<0,001*	<0,001*
	2021		0,017	0,141	<0,001*	0,002*	0,008	0,001
	2020		0,004	0,316	0,272	0,492	0,421	0,001
Puntaje ingreso	< 722 puntos		0,108	0,362	0,169	0,012	0,021	0,248
	[722, 736] puntos		0,065	0,269	0,358	0,205	0,003	0,067
	[737, 753] puntos		0,216	0,051	0,409	0,080	0,189	0,019
	> 753 puntos		0,610	0,150	0,514	0,274	0,010	0,022
Curso	MA1001	Eximiendose	0,150	0,203	0,898	0,591	0,091	0,010
		Pasando	0,209	0,265	0,015	0,022	<0,001*	<0,001*
		Reprobando	0,007	0,007	0,012	0,019	0,003	0,064
	MA1101	Eximiendose	0,713	0,443	0,124	0,901	0,205	0,237
		Pasando	0,021	0,233	0,118	0,240	<0,001*	0,004
		Reprobando	0,003	0,002*	<0,001*	0,009	<0,001*	0,003
	MA2001	Eximiendose	0,042	0,113	0,006	0,883	0,062	<0,001*
		Pasando	0,240	0,278	0,093	0,045	0,157	0,018
		Reprobando	0,176	0,035	0,257	0,523	0,523	0,025
	MA3403	Eximiendose	0,141	0,516	0,744	0,701	0,643	0,030
		Pasando	0,002*	0,658	0,253	0,062	0,332	0,092
		Reprobando	0,842	0,414	0,659	0,143	0,683	0,925
Colegio egreso 2022	Municipal		0,036	0,756	0,082	0,041	0,021	0,063
	Subvencionado		0,062	0,193	0,021	0,065	0,005	0,213
	Particular		0,108	0,062	0,824	0,044	<0,001*	<0,001*
Reprobación	No reprobó		0,002*	0,083	<0,001*	0,001	0,004	<0,001*
	Si reprobó		0,578	0,545	0,322	0,077	0,517	0,250
Region	Todos	Metropolitana	<0,001*	0,001	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
		Región	0,013	0,257	<0,001*	0,040	0,030	<0,001*
	Cohorte 2022	Metropolitana	0,003	0,006	0,005	<0,001*	<0,001*	<0,001*
		Región	0,223	0,440	0,083	0,021	0,112	0,084

Tabla A.5: Proporción masculina-femenina de rendimiento en los cursos previo a instancia Post

	MA1001			MA1101			MA2001			MA3403		
	N	% M	% F	N	% M	% F	N	% M	% F	N	% M	% F
Eximiéndose	31	96,77	3,23	13	84,62	15,38	57	70,18	29,82	25	80,00	20,00
Pasando	102	68,63	31,37	67	80,60	19,40	48	70,83	29,17	23	47,83	52,17
Reprobando	68	60,29	39,71	121	62,81	37,19	17	47,06	52,94	4	50,00	50,00
Total	201	70,15	29,85	201	70,15	29,85	122	67,21	32,79	52	63,46	36,54

Tabla A.6: Proporción masculina-femenina en los grupos de puntaje de ingreso, cohorte 2022

	Total	Menos de 722	Entre 722 y 736	Entre 737 y 753	Más de 753
% Masculino	70,20	47,06	67,31	79,63	90,24
% Femenino	29,80	52,94	32,69	20,37	9,76

Tabla A.7: Rendimiento en cursos de primer año según puntaje de ingreso, cohorte 2022

Puntaje de ingreso	N	MA1001			MA1101		
		% Exim	% Pasa	% Repr	% Exim	% Pasa	% Repr
Menos de 722	51	0,00	37,25	62,75	0,00	9,80	90,20
Entre 722 y 736	52	15,38	53,85	30,77	1,92	36,54	61,54
Entre 737 y 753	54	12,96	55,56	31,48	3,70	37,04	59,26
Mas de 753	41	39,02	53,66	7,32	24,39	53,66	21,95

Figura A.1: Histograma de densidad de la autoeficacia matemática percibida en ambas instancias para quienes se estaban eximiendo en cada curso

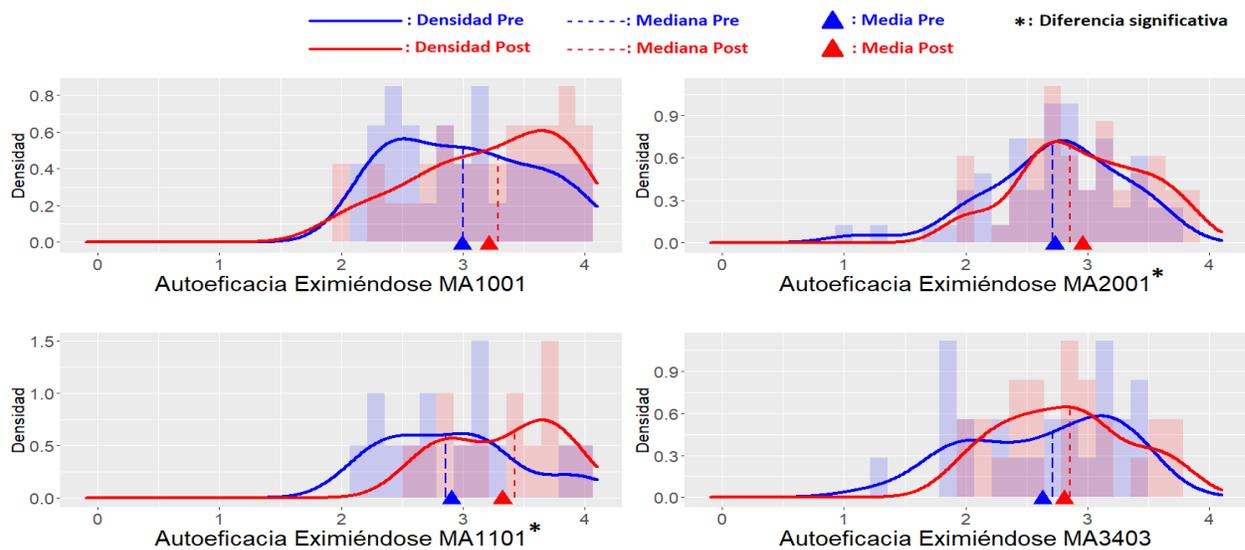


Figura A.2: Histograma de densidad de la ansiedad matemática percibida en ambas instancias para quienes se estaban eximiendo en cada curso

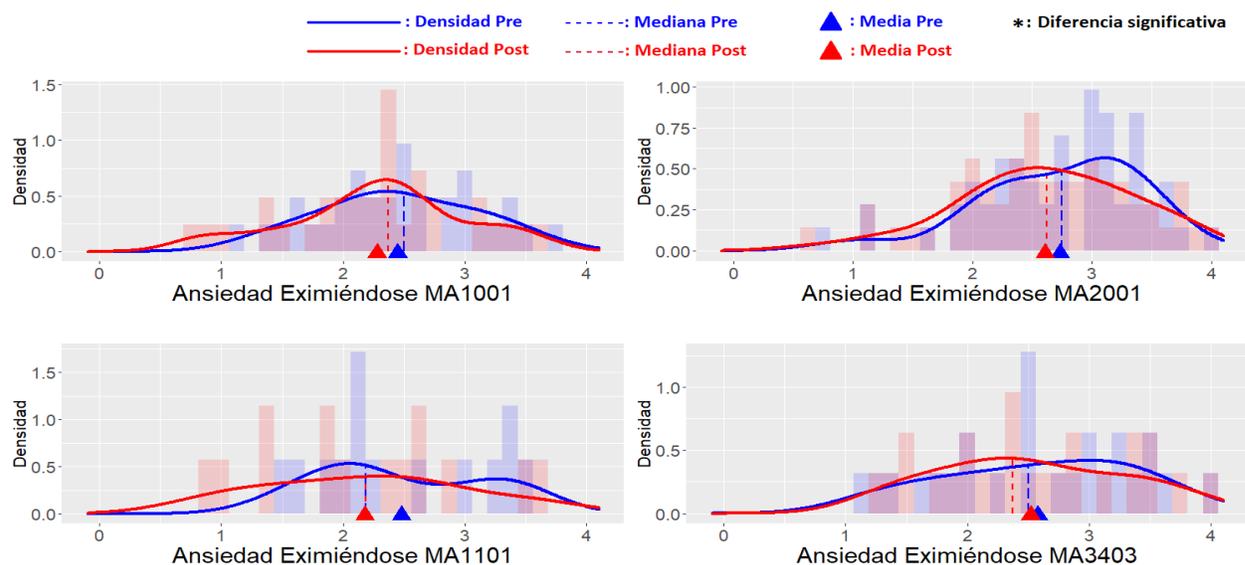


Tabla A.8: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°16 “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto”.

			Pre		Post		Z	P
			Media	SD	Media	SD		
Género	Todos	Masculino	0,542	0,774	0,576	0,851	-0,498	0,618
		Femenino	0,525	0,698	0,558	0,765	-0,297	0,767
	Cohorte 2022	Masculino	0,489	0,765	0,590	0,875	-1,239	0,215
		Femenino	0,483	0,676	0,517	0,770	-0,275	0,783
	Cohorte 2021	Masculino	0,625	0,807	0,568	0,868	-0,599	0,549
		Femenino	0,561	0,743	0,610	0,802	-0,196	0,845
	Cohorte 2020	Masculino	0,541	0,730	0,541	0,730	-0,138	0,890
		Femenino	0,647	0,702	0,588	0,712	-0,226	0,821
Cohorte		2022	0,488	0,736	0,567	0,841	-1,167	0,243
		2021	0,605	0,785	0,581	0,845	-0,335	0,737
		2020	0,564	0,714	0,582	0,738	0,000	1,000
Puntaje ingreso		Bajo 722 puntos	0,510	0,758	0,647	0,955	-0,988	0,323
		Entre 722 y 736 puntos	0,519	0,828	0,538	0,874	-0,126	0,900
		Entre 737 y 753 puntos	0,537	0,693	0,556	0,744	0,000	1,000
		Sobre 753 puntos	0,293	0,602	0,512	0,810	-1,626	0,104
Curso	MA1001	Eximiendose	0,394	0,704	0,333	0,692	-0,413	0,680
		Pasando	0,510	0,737	0,519	0,724	-0,180	0,857
		Reprobando	0,507	0,801	0,753	0,997	-2,105	0,035*
	MA1101	Eximiendose	0,143	0,535	0,143	0,363	0,000	1,000
		Pasando	0,529	0,722	0,485	0,743	-0,509	0,611
		Reprobando	0,512	0,785	0,669	0,900	-1,841	0,066
	MA2001	Eximiendose	0,596	0,776	0,579	0,885	-0,107	0,914
		Pasando	0,714	0,764	0,612	0,862	-0,939	0,348
		Reprobando	0,474	0,772	0,632	0,761	-0,687	0,492
MA3403	Eximiendose	0,400	0,645	0,320	0,476	-0,513	0,608	
	Pasando	0,522	0,665	0,652	0,885	-0,418	0,676	
	Reprobando	1,000	0,816	1,000	0,816	0,000	1,000	
Colegio egreso 2022		Municipal	0,415	0,631	0,634	0,799	-1,395	0,163
		Subvencionado	0,579	0,823	0,684	0,948	-0,652	0,515
		Particular	0,470	0,731	0,480	0,797	-0,112	0,910
Reprobación		No reprobó	0,584	0,723	0,530	0,799	-0,916	0,359
		Si reprobó	0,600	1,046	1,000	0,795	-1,848	0,065
Region	Todos	Metropolitana	0,548	0,741	0,584	0,829	-0,594	0,552
		Región	0,475	0,729	0,545	0,819	-0,618	0,537
	Cohorte 2022	Metropolitana	0,542	0,752	0,582	0,840	-0,517	0,605
		Región	0,326	0,668	0,522	0,863	-1,238	0,216

Tabla A.9: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°17 “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos”.

			Pre		Post		Z	P
			Media	SD	Media	SD		
Género	Todos	Masculino	0,553	0,879	0,625	0,939	-1,234	0,217
		Femenino	0,792	1,068	0,958	1,162	-1,607	0,108
	Cohorte 2022	Masculino	0,518	0,828	0,604	0,930	-0,987	0,324
		Femenino	0,917	1,062	1,233	1,280	-2,056	0,040*
	Cohorte 2021	Masculino	0,602	0,941	0,614	0,915	-0,154	0,878
		Femenino	0,707	1,123	0,634	0,915	-0,404	0,686
	Cohorte 2020	Masculino	0,568	0,929	0,730	1,045	-1,042	0,297
		Femenino	0,647	0,996	0,882	1,111	-0,513	0,608
Cohorte		2022	0,632	0,919	0,796	1,079	-2,205	0,027*
		2021	0,636	1,000	0,620	0,912	-0,190	0,850
		2020	0,600	0,935	0,800	1,061	-1,334	0,182
Puntaje ingreso		Bajo 722 puntos	0,647	0,890	1,039	1,058	-2,217	0,027
		Entre 722 y 736 puntos	0,846	1,178	0,865	1,268	-0,102	0,919
		Entre 737 y 753 puntos	0,593	0,740	0,833	1,005	-1,738	0,082
		Sobre 753 puntos	0,415	0,774	0,366	0,859	-0,315	0,753
Curso	MA1001	Eximiendose	0,303	0,529	0,242	0,663	-0,477	0,634
		Pasando	0,740	0,945	0,894	1,123	-1,636	0,102
		Reprobando	0,616	0,995	0,932	1,084	-1,986	0,047*
	MA1101	Eximiendose	0,214	0,579	0,214	0,579	0,000	1,000
		Pasando	0,662	0,857	0,662	1,016	-0,030	0,976
		Reprobando	0,661	0,978	0,953	1,119	-2,737	0,006*
	MA2001	Eximiendose	0,684	1,055	0,561	0,866	-0,898	0,369
		Pasando	0,571	0,707	0,531	0,892	-0,447	0,655
		Reprobando	0,684	1,376	0,842	0,958	-0,525	0,599
MA3403	Eximiendose	0,560	0,917	0,640	1,075	-0,093	0,926	
	Pasando	0,478	0,898	0,783	0,951	-1,458	0,145	
	Reprobando	1,250	1,500	1,750	1,708	-0,943	0,346	
Colegio egreso 2022		Municipal	0,390	0,703	0,780	1,107	-2,725	0,006*
		Subvencionado	0,649	0,813	0,912	1,023	-1,930	0,054
		Particular	0,740	1,041	0,740	1,107	-0,037	0,970
Reprobación		No reprobó	0,602	0,959	0,608	0,920	-0,007	0,995
		Si reprobó	0,750	1,118	1,150	1,137	-1,675	0,094
Region	Todos	Metropolitana	0,609	0,924	0,740	1,045	-2,251	0,024*
		Región	0,673	1,011	0,733	0,968	-0,597	0,551
	Cohorte 2022	Metropolitana	0,621	0,932	0,843	1,125	-2,596	0,009*
		Región	0,674	0,896	0,674	0,920	-0,022	0,982

Tabla A.10: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes”

			Pre		Post		Z	P
			Media	SD	Media	SD		
	Todos	Masculino	3,360	0,721	3,367	0,743	-0,300	0,764
		Femenino	3,333	0,771	3,408	0,739	-0,780	0,435
Género	Cohorte 2022	Masculino	3,367	0,782	3,367	0,772	-0,211	0,833
		Femenino	3,267	0,841	3,433	0,745	-1,173	0,241
	Cohorte 2021	Masculino	3,375	0,700	3,398	0,687	-0,246	0,805
		Femenino	3,341	0,693	3,415	0,774	-0,552	0,581
Cohorte 2020	Masculino	3,297	0,520	3,297	0,777	0,000	1,000	
	Femenino	3,529	0,717	3,235	0,664	-1,556	0,120	
Cohorte	2022		3,338	0,797	3,388	0,761	-0,898	0,369
	2021		3,364	0,695	3,403	0,713	-0,547	0,584
	2020		3,382	0,593	3,255	0,751	-1,311	0,190
Puntaje ingreso	Bajo 722 puntos		3,216	0,901	3,333	0,792	-0,592	0,554
	Entre 722 y 736 puntos		3,500	0,672	3,692	0,544	-1,886	0,059
	Entre 737 y 753 puntos		3,352	0,731	3,389	0,627	-0,389	0,697
	Sobre 753 puntos		3,244	0,888	3,049	0,973	-1,167	0,243
MA1001	Eximiendose		3,485	0,712	3,364	0,994	-0,421	0,674
	Pasando		3,288	0,832	3,394	0,689	-1,329	0,184
	Reprobando		3,315	0,848	3,384	0,757	-0,417	0,677
MA1101	Eximiendose		3,500	0,760	3,429	0,852	-0,298	0,766
	Pasando		3,309	0,815	3,294	0,899	-0,117	0,907
	Reprobando		3,315	0,833	3,425	0,673	-1,256	0,209
MA2001	Eximiendose		3,333	0,664	3,421	0,565	-0,991	0,322
	Pasando		3,388	0,640	3,449	0,792	-0,645	0,519
	Reprobando		3,526	0,513	3,316	0,820	-1,027	0,305
MA3403	Eximiendose		3,400	0,577	3,320	0,802	-0,513	0,608
	Pasando		3,435	0,662	3,130	0,757	-1,845	0,065
	Reprobando		3,000	0,000	3,500	0,577	-0,943	0,346
Colegio egreso 2022	Municipal		3,341	0,965	3,293	0,680	-0,569	0,570
	Subvencionado		3,333	0,764	3,351	0,744	-0,140	0,889
	Particular		3,340	0,755	3,460	0,797	-1,929	0,054
Reprobación	No reprobó		3,337	0,675	3,343	0,728	-0,071	0,944
	Si reprobó		3,650	0,489	3,550	0,686	-0,513	0,608
Region	Todos	Metropolitana	3,359	0,719	3,427	0,651	-1,391	0,164
		Región	3,347	0,793	3,297	0,867	-0,517	0,605
	Cohorte 2022	Metropolitana	3,327	0,793	3,438	0,647	-1,643	0,100
		Región	3,391	0,829	3,283	1,004	-0,577	0,564

Tabla A.11: Comparación de los puntajes Pre y Post obtenidos para el ítem N°19 “Creo que las matemáticas son fáciles de aprender”

			Pre		Post		Z	P
			Media	SD	Media	SD		
	Todos	Masculino	1,769	0,891	1,644	0,936	-2,066	0,039*
		Femenino	1,833	0,892	1,483	0,926	-3,617	<0,001*
Género	Cohorte 2022	Masculino	1,878	0,928	1,655	0,968	-2,666	0,008*
		Femenino	1,683	0,792	1,333	0,968	-2,489	0,013*
	Cohorte 2021	Masculino	1,636	0,873	1,580	0,931	-0,530	0,596
		Femenino	2,146	0,937	1,634	0,915	-2,961	0,003*
	Cohorte 2020	Masculino	1,676	0,747	1,757	0,830	-0,686	0,493
		Femenino	1,529	0,943	1,529	0,717	0,000	1,000
Cohorte	2022		1,816	0,889	1,547	0,979	-3,725	0,000*
	2021		1,798	0,922	1,597	0,923	-2,253	0,024*
	2020		1,636	0,802	1,691	0,791	-0,593	0,553
Puntaje ingreso	Bajo 722 puntos		1,569	0,728	1,373	0,916	-1,393	0,164
	Entre 722 y 736 puntos		1,769	0,962	1,519	0,939	-1,720	0,085
	Entre 737 y 753 puntos		1,741	0,873	1,463	1,023	-2,101	0,036*
	Sobre 753 puntos		2,220	0,852	1,878	0,954	-1,987	0,047*
MA1001	Eximiendose		1,970	0,984	1,909	1,042	-0,393	0,694
	Pasando		1,817	0,833	1,558	0,954	-2,566	0,010*
	Reprobando		1,740	0,882	1,397	0,924	-2,826	0,005*
MA1101	Eximiendose		2,143	0,949	2,000	0,961	-0,433	0,665
	Pasando		1,809	0,851	1,691	1,011	-0,860	0,390
	Reprobando		1,780	0,881	1,433	0,931	-3,948	0,000*
MA2001	Eximiendose		1,754	0,969	1,702	0,865	-0,521	0,602
	Pasando		1,776	0,919	1,612	0,996	-0,989	0,323
	Reprobando		1,895	0,994	1,105	0,875	-2,495	0,013*
MA3403	Eximiendose		1,640	0,757	1,800	0,866	-0,930	0,352
	Pasando		1,783	0,795	1,609	0,722	-1,020	0,308
	Reprobando		1,500	1,291	2,250	0,500	-0,894	0,371
Colegio egreso 2022	Municipal		1,805	0,980	1,537	1,002	-1,925	0,054
	Subvencionado		1,825	0,759	1,474	0,868	-2,255	0,024*
	Particular		1,820	0,936	1,600	1,044	-2,240	0,025*
Reprobación	No reprobó		1,771	0,864	1,639	0,889	-1,883	0,060
	Si reprobó		1,650	1,089	1,600	0,883	-0,052	0,959
Region	Todos	Metropolitana	1,783	0,902	1,605	0,969	-2,868	0,004*
		Región	1,772	0,859	1,554	0,854	-2,301	0,021*
	Cohorte 2022	Metropolitana	1,804	0,918	1,562	1,012	-2,958	0,003*
		Región	1,848	0,816	1,522	0,888	-2,148	0,032*

Tabla A.12: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°16 “Creo que cada problema matemático tiene solo una forma de ser resuelto”

		Pre		Post	
		H	P	H	p
Genero	Todos	0,037	0,847	0,083	0,774
	Cohorte 2022	0,111	0,739	0,048	0,827
	Cohorte 2021	0,114	0,736	0,302	0,583
	Cohorte 2020	0,433	0,511	0,099	0,752
Cohorte		2,724	0,256	0,342	0,843
Puntaje ingreso		3,962	0,266	0,903	0,825
Curso	MA1001	0,884	0,643	5,922	0,052
	MA1101	4,566	0,102	6,268	0,044*
	MA2001	2,292	0,318	0,362	0,834
	MA3403	2,893	0,235	3,724	0,155
Colegio egreso 2022		0,742	0,690	3,154	0,207
Reprobación		0,609	0,435	8,441	0,004*
Región	Todos	0,870	0,351	0,168	0,682
	Cohorte 2022	3,713	0,054	0,371	0,542

Tabla A.13: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°17 “Creo que solo los “genios” o “genias” pueden resolver problemas matemáticos”

		Pre		Post	
		H	P	H	p
Genero	Todos	4,190	0,041*	7,478	0,006*
	Cohorte 2022	7,253	0,007*	12,758	<0,001*
	Cohorte 2021	0,079	0,779	0,007	0,933
	Cohorte 2020	0,066	0,798	0,366	0,545
Cohorte		0,267	0,875	1,888	0,389
Puntaje ingreso		3,930	0,269	14,019	0,003*
Curso	MA1001	5,786	0,055	14,010	0,001*
	MA1101	4,087	0,130	9,995	0,007*
	MA2001	0,841	0,657	2,286	0,319
	MA3403	1,490	0,475	2,920	0,232
Colegio egreso 2022		3,643	0,162	2,245	0,325
Reprobación		0,222	0,637	5,945	0,015*
Región	Todos	0,149	0,699	0,025	0,873
	Cohorte 2022	0,403	0,525	0,486	0,486

Tabla A.14: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°18 “Creo que las matemáticas son desafiantes”

		Pre		Post	
		H	P	H	p
Genero	Todos	0,035	0,853	0,245	0,620
	Cohorte 2022	0,670	0,413	0,286	0,593
	Cohorte 2021	0,107	0,743	0,100	0,752
	Cohorte 2020	2,798	0,094	0,260	0,610
	Cohorte	0,058	0,971	2,160	0,340
Puntaje ingreso		3,060	0,382	15,971	0,001*
Curso	MA1001	1,419	0,492	0,396	0,820
	MA1101	0,813	0,666	0,446	0,800
	MA2001	1,032	0,597	0,941	0,625
	MA3403	2,508	0,285	1,299	0,522
	Colegio egreso 2022	0,421	0,810	3,939	0,140
Reprobación		3,961	0,047	1,903	0,168
Región	Todos	0,037	0,848	0,698	0,404
	Cohorte 2022	0,493	0,483	0,092	0,762

Tabla A.15: Resultados del test  $H$  de Kruskal-Wallis para todos los criterios de agrupación del ítem N°19 “Creo que las matemáticas son faciles de aprender”

		Pre		Post	
		H	P	H	p
Genero	Todos	0,265	0,606	1,316	0,251
	Cohorte 2022	2,367	0,124	3,723	0,054
	Cohorte 2021	8,223	0,004*	0,268	0,605
	Cohorte 2020	0,267	0,606	0,337	0,562
	Cohorte	1,606	0,448	1,389	0,499
Puntaje ingreso		12,509	0,006*	6,314	0,097
Curso	MA1001	2,543	0,280	5,655	0,059
	MA1101	2,835	0,242	5,980	0,051
	MA2001	0,394	0,821	5,313	0,070
	MA3403	0,669	0,716	2,387	0,303
	Colegio egreso 2022	0,003	0,998	0,486	0,784
Reprobación		0,070	0,792	0,000	0,983
Región	Todos	0,016	0,898	0,055	0,814
	Cohorte 2022	0,060	0,807	0,056	0,813

# Anexo B

## Guión semi-estructurado de la entrevista

1. En general, a las matemáticas ¿Las encuentras entretenidas?
2. (a) ¿Sientes que tienes talento para las matemáticas? ¿Crees que hay gente con “talento natural” para comprender bien las matemáticas?  
(b) ¿Crees que comprender bien las matemáticas también se puede lograr con disciplina y esfuerzo?
3. (a) ¿Tienes un grupo de estudio en la facultad? ¿Sientes que tienes capacidades similares a esas personas para comprender las matemáticas?  
(b) ¿Sientes algo sobre tus capacidades cuando ves que a alguno/s de ellos le va bien o mal en matemáticas?
4. Cuando estudias matemáticas, ¿crees que te das el tiempo para comprender bien la materia? Si no te lo das ¿es porque no puedes o porque no quieres?
5. Cuando estás estudiando matemáticas y no logras comprender un concepto o una parte de la materia ¿Qué sientes en ese momento?
6. Cuando estás estudiando y logras resolver un problema de matemáticas ¿crees que serías capaz de resolver, en un corto plazo, un problema similar pero de mayor complejidad? ¿Y en un control crees que podrías?
7. ¿Cómo sientes que te influye el resultado del primer control, o los primeros controles, de un curso matemático para afrontar lo que resta de este curso?
8. ¿Qué sensaciones experimentas cuando, durante el estudio de un curso matemático, te demoras más de lo que “deberías” en resolver un problema? ¿Y si eso ocurre en un control?
9. Cuando resuelves un problema matemático ¿te surge la duda de si está realmente bien? ¿Y si eso ocurre en un control

## Anexo C

### Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM

## Cuestionario sobre percepciones y creencias acerca de las matemáticas en la Escuela de Ingeniería y Ciencias, FCFM

Estimado(a) estudiante, la siguiente encuesta forma parte de un estudio cuya finalidad es conocer percepciones y creencias en general acerca de las matemáticas en los estudiantes de la facultad. No existen respuestas correctas o incorrectas, sólo queremos saber **cuán de acuerdo estas con las afirmaciones que se presentan**.

Esta encuesta se volverá a aplicar a final de semestre con el fin de relacionar respuestas. **Toda la información obtenida será confidencial**. Esta encuesta es **voluntaria**, ¡pero tu participación es muy importante, pues puede ayudarnos a **construir una mejor facultad!**

Antes de responder, por favor completa los siguientes datos:

**RUT:**..... **Correo electrónico:**.....

**Año de ingreso a la Facultad:**..... **Género:** Masculino..... Femenino..... Otro:.....

N°	¿Cuán de acuerdo estás con la siguiente afirmación? Marca <u>una</u> casilla en cada <u>fila</u>	En total desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	Creo que soy capaz de aprender bien la materia de un curso de matemáticas					
2	Creo que puedo obtener una buena nota en un control de un curso matemático					
3	Creo que puedo completar un control de un curso matemático en el tiempo que se me solicita					
4	Puedo pensar en una estrategia para resolver un problema matemático, sin importar si es fácil o difícil					
5	Puedo resolver un problema matemático cuando me esfuerzo					
6	Puedo resolver un problema matemático, sin importar si es fácil o difícil					
7	Puedo encontrar más de una forma de resolver un problema matemático					
8	Me da ansiedad cuando me demoro más de la cuenta en aprender un concepto matemático					
9	Me produce nervios preguntar algo en la clase de los cursos de matemáticas					

N°	¿Cuán de acuerdo estás con la siguiente afirmación? Marca <u>una</u> casilla en cada fila	En total desacuerdo	Algo en desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
10	Me pongo tenso(a) cuando estudio para un control de matemáticas					
11	Me produce nervios dar un control de matemáticas					
12	Me preocupa no sacar una nota buena en un control de matemáticas					
13	Cuando no puedo resolver un problema matemático en poco tiempo creo que no podré resolverlo.					
14	Tengo miedo de dar una respuesta incorrecta durante la clase de un curso de matemáticas					
15	Cuando resuelvo un problema matemático me surge la duda si es que está realmente bien					
16	Creo que cada problema matemático tiene solo una manera de ser resuelto.					
17	Creo que solo los "genios" o "genias" pueden resolver problemas matemáticos					
18	Creo que las matemáticas son desafiantes					
19	Creo que las matemáticas son fáciles de aprender					
20	Creo que en las matemáticas es más importante comprender cosas que memorizarlas					
21	Si no logro comprender un concepto me esfuerzo hasta comprenderlo					
22	Me esfuerzo en poder aprender la materia de un curso matemático					
23	Cuando no me sale un ejercicio inmediatamente trato de abordarlo de otra manera antes de rendirme					
24	Me esfuerzo más cuando un problema matemático es más difícil					
25	Creo que vale la pena tomarse harto tiempo para resolver un problema matemático					

**¡Muchas gracias por participar!**