



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

ESTUDIO DEL *SELF-EFFICACY* EN LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

CRISTIAN NICOLÁS CHEHADE BARROUX

PROFESOR GUÍA  
OMAR CERDA INOSTROZA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
JUANITA GANA QUIROZ  
MARCOS DÍAZ QUEZADA

SANTIAGO DE CHILE  
2014

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
POR: CRISTIAN CHEHADE BARROUX  
FECHA: 27/10/2014  
PROFESOR GUÍA: SR. OMAR CERDA I.

## **ESTUDIO DEL SELF-EFFICACY EN LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

Bandura postula que el *Self-Efficacy* -los juicios de las personas acerca de sus capacidades para alcanzar niveles determinados de rendimiento- determina los resultados de las personas mediante cuatro procesos psicológicos (procesos cognitivos, motivacionales, afectivos y de selección) y puede ser influido por medio de cuatro fuentes (*mastery experiences*, *vicarious experiences*, *social persuasion* y *emotional arousal*). El *Self-Efficacy* ha demostrado influir positivamente en varios ámbitos como el emprendimiento, la innovación, el ámbito profesional y académico, siendo este último el ámbito más estudiado.

En el presente trabajo se realiza una investigación que busca ver la relación existente entre las fuentes de *Self-Efficacy* en matemática y los resultados académicos de los estudiantes de primer semestre de la Facultad. Se usa un instrumento previamente desarrollado y validado por Uscher y Pajares (2008) para medir las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas. Se vuelve a confirmar el instrumento en el nuevo contexto mediante un análisis factorial exploratorio y confirmatorio, obteniendo índices de ajustes válidos al igual que el instrumento original.

Siguiendo los pasos de Loo y Choy (2013), se realiza una Regresión Jerárquica Lineal para ver cómo influyen las fuentes de *Self-Efficacy* en los resultados académicos. Se obtiene que existe un aumento de rendimiento de un 12% y un 14% gracias a un aumento de una desviación estándar de las fuentes *vicarious experiences* y *emotional arousal* respectivamente. En segmentos particulares de estudiantes se obtiene entre un 12% a un 41% de aumento. Las cuatro fuentes del *Self-Efficacy* son significativas en al menos un segmento.

Se postula que en la Facultad existen tres ámbitos de relevancia para el *Self-Efficacy*: el académico, el del emprendimiento e innovación y el de las habilidades profesionales. Se proponen maneras de medir cada uno de ellos, se discuten estrategias que aumenten el *Self-Efficacy* en cada ámbito y se proponen líneas de investigación futuras.

No se puede sino concluir lo expresado por Bandura hace 21 años: "existe una gran diferencia entre poseer habilidades y conocimientos y ser capaz de usarlos de buena manera bajo situaciones complejas. Los logros personales necesitan no solo habilidades sino también una percepción de que uno es hábil para poder usar las habilidades correctamente." Siendo el *Self-Efficacy* una percepción que puede ser incrementada, es un concepto relevante para la Facultad tanto para el diseño del currículo, para sistemas de seguimiento al rendimiento de estudiantes y para planes estratégicos como "Nueva Ingeniería para el 2030".

## **AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco profundamente a todos los que de una u otra forma me ayudaron a realizar este trabajo, desde los estudiantes que me contestaron la encuesta, las personas que me ayudaron con la metodología, los que me facilitaron información, los que me dieron su apoyo y a todos los que participaron en la formación de la persona que soy hoy. Quiero personificar algunos agradecimientos no obstante, me siento agradecido de muchas más personas.

Quiero dar las gracias a Marcos Díaz, quien me introdujo en el tema que investigue y mucho aprendí, gracias también por su continua ayuda.

Agradezco a Omar Cerda, quien me acompañó desde el principio y aportó fuertemente a que es este trabajo resultara correctamente.

Agradezco a Juanita Gana quien me ayudo a ser riguroso, y me dio todo el apoyo en el proceso.

Agradezco profundamente a Paula Cabrera, quien me ayudo en varios momentos cruciales de la memoria.

Agradezco a Carlos Vignolo, por preocuparse de las cosas importantes y por haber sido el académico que más influyó en mí durante mis estudios.

A mis padres, hermanos y a toda mi familia que me apoyo a lo largo de toda la carrera de diversas formas.

Agradezco a mis amigos, que me dieron el ánimo necesario, gracias a Nicolás, Daniel, Robert, Alex, Cristóbal, Anita, Pablo, Belén, entre otros.

Agradezco también a todos mis amigos del CEIN 2013, Xime, Javier, Javier, Pablo, Ale, Diego Andrés, Coni, Jesu, Rita, Molina, Cona, con los que mucho aprendí, y pude hacer importante amigos.

## **TABLA DE CONTENIDO**

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SU JUSTIFICACIÓN .....	3
3	OBJETIVOS.....	5
	3.1 Objetivo General.....	5
	3.2 Objetivos Específicos .....	5
4	RESULTADOS ESPERADOS .....	6
5	ALCANCES.....	6
6	MARCO CONCEPTUAL .....	7
	6.1 Cómo opera el <i>Self-Efficacy</i> .....	7
	6.2 Fuentes de <i>Self-Efficacy</i> .....	8
	6.3 <i>Self-Efficacy</i> y resultados académicos.....	9
	6.4 <i>Self-Efficacy</i> y emprendimiento .....	12
	6.5 <i>Self-Efficacy</i> e innovación .....	12
7	ANTECEDENTES .....	13
	7.1 Estudios y casos de <i>Self-Efficacy</i> .....	13
	7.1.1 "Sources of <i>Self-Efficacy</i> Influencing Academic Performance of Engineering Students" Loo y Choy (2013) [5] .....	13
	7.1.2 "Sources of <i>Self-Efficacy</i> in mathematics: A validation study" Uscher y Pajares (2009) [7].....	14
	7.1.3 "Exploring the Relationship Between <i>Self-Efficacy</i> and Retention in Introductory Physics" Sawtelle, Brewe y Kramer (2012) [10] .....	15
	7.1.4 "A Soft Circuit Curriculum to Promote Technological <i>Self-Efficacy</i> " Lovell (2008) [16].....	16
	7.1.5 "Enhancing <i>Self-Efficacy</i> to enable entrepreneurship: the case of CMI's Connections" Lucas y Cooper (2004) [17].....	17
	7.1.6 " <i>Self-Efficacy</i> and classroom learning" Shunk (1985) [18].....	18
	7.2 Situación actual en la FCFM.....	19
8	METODOLOGÍA .....	21

8.1	Diseño del experimento .....	21
8.2	Instrumento a utilizar: "Escala de <i>Self-Efficacy</i> en matemática" .....	22
8.3	Muestreo .....	23
8.4	Procedimiento estadístico.....	24
	8.4.1 Análisis Descriptivo .....	24
	8.4.2 Análisis Factorial exploratorio.....	25
	8.4.3 Análisis Factorial Confirmatorio .....	26
	8.4.4 Relación entre las Fuentes de <i>Self-Efficacy</i> y resultados académicos .....	29
9	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	30
9.1	Análisis Descriptivo .....	30
9.2	Análisis Factorial Exploratorio .....	33
9.3	Análisis Factorial Confirmatorio.....	35
9.4	Relación entre las Fuentes de <i>Self-Efficacy</i> y resultados académicos .....	38
9.5	Conclusiones del estudio.....	45
10	IMPORTANCIA DEL <i>SELF-EFFICACY</i> EN LA FCFM.....	47
10.1	<i>Self-Efficacy</i> Académico .....	48
	10.1.1 .....	Rel
	evancia del <i>Self-Efficacy</i> Académico .....	48
	10.1.2 .....	Me
	dición del <i>Self-Efficacy</i> Académico .....	49
	10.1.3 .....	Est
	rategias para aumentar el <i>Self-Efficacy</i> Académico. ....	50
10.2	<i>Self-Efficacy</i> en Emprendimiento e Innovación.....	51
	10.2.1 .....	Rel
	evancia del <i>Self-Efficacy</i> en Emprendimiento e Innovación .....	51
	10.2.2.....	Me
	dición del <i>Self-Efficacy</i> en Emprendimiento e innovación.....	52
	10.2.3 .....	Est
	rategias para aumentar el <i>Self-Efficacy</i> en Emprendimiento e Innovación.....	53
10.3	<i>Self-Efficacy</i> en habilidades profesionales .....	55
	10.3.1 .....	Rel
	evancia del <i>Self-Efficacy</i> en Habilidades Profesionales ...	55
	10.3.2.....	Me
	dición del <i>Self-Efficacy</i> en habilidades profesionales.....	56
	10.3.3 .....	Est
	rategias para aumentar el <i>Self-Efficacy</i> en habilidades profesionales .....	57

11	INVESTIGACIONES FUTURAS.....	58
12	CONCLUSIONES GENERALES .....	59
13	BIBLIOGRFÍA.....	61
14	ANEXO.....	64
	14.1 Encuesta a estudiantes de primer año: .....	64
	14.2 Preguntas realizadas por Usher y Pajares(2009) [7].....	67
	14.3 Perfil del egresado .....	68
	14.4 Tabla de estadísticos descriptivos .....	69
	14.5 Asimetría .....	70
	14.6 Test de Normalidad .....	71
	14.7 Escala de <i>Self-Efficacy</i> en emprendimiento e innovación .....	72
	14.8 Escala de <i>Self-Efficacy</i> en habilidades profesionales .....	73
	14.9 Cálculo error muestral .....	74
	14.10 Correlaciones .....	75

## **1 INTRODUCCIÓN**

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile fue fundada en 1842, siendo la escuela de ingeniería más antigua del país. Hoy estudian en la Facultad aproximadamente 4.500 estudiantes de pregrado, distribuidos en trece carreras diferentes. Nueve de ellas son programas de Ingeniería; además, se imparten las carreras de Geología, Licenciatura en Física, Astronomía y Geofísica. Los alumnos de todas las carreras entran a un programa común, el cual dura cuatro semestres, recibiendo una sólida base en matemáticas y ciencias para luego realizar ocho semestres más, en la mayor parte de los programas de ingeniería.

A lo largo de la historia de la Facultad, se han realizado diversos cambios al plan de estudios. El último fue implementado el año 2007 bajo los conceptos de CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar). El CDIO usa una metodología basada en problemas para generar aprendizajes en los estudiantes. Bajo esta metodología nacieron nuevos cursos obligatorios tales como Introducción a la Ingeniería I y II, los cuales se basan en proyectos para desarrollar habilidades en los estudiantes.

La Facultad ha crecido de la mano de proyectos estratégicos tales como "Acción del 97" o "Pensando la Década" a comienzos del año 2013. Durante el año 2013, CORFO (Corporación de Fomento a la Producción) desarrolló un programa de apoyo a las universidades que imparten la carrera de ingeniería civil lo que vino a apoyar los planes estratégicos de la Facultad. Este programa se llama "Nueva Ingeniería para el 2030" y busca según sus propias palabras "transformar sus Escuelas de Ingeniería para llegar a ser de clase mundial, con particular foco en la tercera misión y en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento con base en I+D+i" [1]. El programa diseñado por CORFO cuenta con tres etapas:

1. La elaboración de planes estratégicos.
2. Implementación de planes estratégicos.
3. Seguimiento de iniciativas.

El programa funciona como un concurso al que las instituciones pueden postular a apoyo económico. La FCFM ganó, como otras instituciones, la primera y segunda etapa.

La misión definida por la Facultad para el proyecto “Nueva Ingeniería para el 2030” es:

“Se busca superar el estilo antiguo de ingeniería y ciencias de la FCFM, característico del siglo XX, mediante la transformación y fortalecimiento de nuestras estructuras académicas, de gestión y de R&D+i+e. Los focos de los cambios estructurales son la investigación multidisciplinaria, la educación activa, la internacionalización y el compromiso con nuestra sociedad e industria. Por lo tanto, se espera brindar una experiencia educativa de excelencia y diversa, que potencie a los estudiantes a ser líderes y a enfrentar los desafíos nacionales y globales de nuestra sociedad. Además, se pretende mejorar sustancialmente nuestra posición en el ranking de las instituciones académicas y establecer a la FCFM como un polo de innovación y emprendimiento basado en la ciencia y tecnología”.

Marcos Díaz, quien es académico del Departamento de Ingeniería Eléctrica y uno de los participantes de la iniciativa “Nueva Ingeniería para el 2030”, en el marco de esta nueva iniciativa, ha solicitado el estudio de la relevancia del *Self-Efficacy* dentro de la Facultad.

Albert Bandura es un psicólogo y profesor de la Universidad de Stanford. Es reconocido por su trabajo en teoría del aprendizaje social, siendo visto como el cuarto psicólogo más importante de la historia [3]. Bandura desarrolla un nuevo concepto llamado *Self-Efficacy* y lo define como “los juicios de las personas acerca de sus capacidades para alcanzar niveles determinados de rendimiento” [4]. El término *Self-Efficacy* se traduce muchas veces al español como Autoeficacia, sin embargo se decide utilizarlo en inglés tal como aparece en la mayor parte de la literatura revisada.

Existen diversos estudios que relacionan el concepto de *Self-Efficacy*, con rendimiento académico, actitudes de emprendimiento e innovación. Bandura, entre otros, ha determinado la importancia de éste en cómo operamos y en los resultados que obtenemos. Cuando una persona piensa que es capaz de hacer algo, se plantea metas más ambiciosas, planea mejor cómo llegar al éxito y persevera más en sus esfuerzos por conseguirlo [2]. En particular se ha demostrado que los estudiantes con un mayor *Self-Efficacy* tienen mejores rendimientos académicos [3].

## **2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SU JUSTIFICACIÓN**

Después del aporte de Albert Bandura sobre el *Self-Efficacy*, son numerosos los estudios que han permitido comprender mejor el fenómeno y comprobar en diferentes ámbitos sus posibles usos. Existen diversas investigaciones que demuestran cómo el *Self-Efficacy* influye positivamente el rendimiento académico, el emprendimiento y la innovación [2] [4] [5] [3] [6] [7] [8]. Dentro de la literatura revisada no se encontraron estudios ni en la FCFM, ni en Chile sobre cómo esta variable influye en los estudiantes. Si bien el *Self-Efficacy* afecta múltiples ámbitos de la vida, y dentro del estudio de ingeniería son varios ámbitos en los cuales puede afectar, se decide investigar prioritariamente uno. El ámbito escogido es el *Self-Efficacy* académico de los estudiantes de ingeniería.

El *Self-Efficacy* afecta de diferentes maneras los procesos de aprendizaje. Un estudiante con una mayor *Self-Efficacy* tiene mayores probabilidades de éxito académico mientras que un estudiante con menor *Self-Efficacy* tiene mayores probabilidades de tener malos resultados académicos. Si se conociera quiénes tienen bajos niveles de *Self-Efficacy* se podría anticipar malos resultados académicos y brindar apoyo académico focalizado de manera anticipada. Además, al rediseñar el currículo de tal manera que se aumente el *Self-Efficacy* académico del estudiante, podría aumentar el aprendizaje del estudiante, los resultados académicos, disminuir las tasas de reprobación y de deserción de la Facultad [10]. Por último, un buen uso de esta variable podría potenciar el plan estratégico que pretende aumentar el emprendimiento y la innovación dentro de la Facultad, al aumentar el *Self-Efficacy* de estudiantes y académicos en este ámbito.

El presente estudio pretende ser un importante paso dentro del entendimiento de esta variable en la FCFM. Para esto se buscará estudiar las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas de los estudiantes de la FCFM de primer año y buscar su relación con los resultados académicos. Es relevante estudiar las fuentes, ya que al distinguir cuál es más relevante en los resultados, se puede focalizar mejor los esfuerzos para aumentar el *Self-Efficacy*. Para medir el *Self-Efficacy* se usará una adaptación de una encuesta validada por otros investigadores (Ver capítulo 8.2). Al validar la relación entre la variable y los resultados académicos se pretende corroborar la importancia del concepto dentro de la Facultad, para luego conversar en un sentido más amplio. Esta conversación se pretende dar identificando los ámbitos en los cuales puede ser relevante medir o tomar acciones en torno al *Self-Efficacy*, para finalmente crear instrumentos que faciliten su investigación posterior.

Se ha decidido realizar una investigación que pueda responder a las siguientes tres hipótesis:

- H1: Los ítems de la encuesta propuestos (Ver capítulo 8.2) miden las fuentes del *Self-Efficacy* en matemáticas bajo un modelo que representa los cuatro factores propuestos por Bandura.
- H2: Las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas influyen positivamente en los resultados académicos de los estudiantes de primer semestre.
- H3: Las fuentes del *Self-Efficacy* influyen con distinta intensidad en los diferentes segmentos de estudiantes.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

**Estudiar las fuentes de *Self-Efficacy* y su relación con los resultados académicos de los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Chile.**

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas de estudiantes de primer semestre.
- Analizar la relación entre las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas y los resultados académicos de estudiantes de primer semestre.
- Identificar los ámbitos en los cuales el *Self-Efficacy* puede ser relevante en ingeniería.
- Analizar la importancia del *Self-Efficacy* en la Facultad.

#### **4 RESULTADOS ESPERADOS**

1. Documentar material relevante para la Facultad acerca de la teoría, casos e investigaciones sobre el *Self-Efficacy*.
2. Determinar si las preguntas de la encuesta realizada (Ver capítulo 8.2) se explican bajo los cuatro factores expuestos por Bandura.
3. Determinar si las fuentes influyen en los resultados académicos.
4. Determinar los ámbitos en los cuales es relevante el concepto de *Self-Efficacy*, usando la teoría y casos estudiados en el mundo.
5. Proponer maneras de medir el *Self-Efficacy* en los ámbitos que sean relevantes para la Facultad.
6. Discutir estrategias de mejoras basadas en la teoría del *Self-Efficacy*.
7. Proponer líneas futuras de investigación.

#### **5 ALCANCES**

- Se medirá el *Self-Efficacy* de manera muestral solo a estudiantes de primer año.
- El único ámbito en el cual serán medidas las fuentes de *Self-Efficacy* y los resultados académicos es en matemáticas.
- Se determinarán solo los ámbitos más relevantes en los cuales el *Self-Efficacy* influye; el análisis se basará en la literatura, en los ámbitos donde se ha demostrado relevancia y no se realizarán investigaciones propias para determinar otros ámbitos que puedan ser relevantes.
- Se propondrán instrumentos para medir los niveles de *Self-Efficacy*, dados por la revisión de la literatura, en otros ámbitos relevantes además del académico, pero no se validarán estas encuestas de manera práctica.
- Se discutirán estrategias que permiten aumentar el *Self-Efficacy*, pero no se discutirá en qué cursos o de qué manera éstas pueden ser implementadas.

## 6 MARCO CONCEPTUAL

### 6.1 Cómo opera el Self-Efficacy

Bandura, entre otros, ha determinado la importancia del *Self-Efficacy* en cómo operamos y en nuestros resultados. Cuando una persona piensa que es capaz de hacer algo, se plantea metas más ambiciosas, planea mejor cómo llegar al éxito y persevera más en sus esfuerzos por conseguirlo. Las personas con altos niveles de *Self-Efficacy* suelen preocuparse más de sus logros personales que de compararse con los logros de los demás. Por otro lado, una persona con una baja percepción de sus habilidades no piensa que puede salir exitoso de situaciones complejas, lo que provoca que quiera evitarlas en vez de intentar resolverlas. El *Self-Efficacy* se aplica a un ámbito particular, como por ejemplo: se puede tener alta confianza académica, en las habilidades profesionales, en la capacidad de emprender o en innovar [2]. Bandura propone que existen cuatro formas mediante las cuales el *Self-Efficacy* influye en la conducta de las personas [2]:

- **Procesos Cognitivos:** Las personas que tienen un mayor nivel de confianza en sus habilidades se plantean metas más altas y perseveran más en ellas. Al tener metas más altas tienen una perspectiva más positiva de los escenarios posibles. Bajo estos escenarios positivos se preparan, lo que da un apoyo y genera mejores rendimientos. Por otro lado, las personas que piensan no ser capaces son más erráticos en sus pensamientos analíticos bajo presión.
- **Procesos Motivacionales:** El *Self-Efficacy* de una persona influye de diferentes maneras en su motivación, le ayuda a determinar metas más ambiciosas, le permite dedicar más esfuerzo, mantener el esfuerzo por más tiempo y ser más resiliente frente a las dificultades. Además, las personas con alta confianza en sus capacidades piensan que fallan debido a esfuerzo insuficiente, mientras que personas de baja confianza lo atribuyen a ser poco hábiles.
- **Procesos Afectivos:** Una persona con baja confianza en sus habilidades cree que su ambiente está rodeado de amenazas y exagera los potenciales peligros. Además, está más propensa al estrés, a la ansiedad y a la depresión.
- **Procesos de Selección:** Las personas evitan las situaciones en las cuales no se sienten capaces de enfrentar. Al escoger estar en ciertas situaciones potencian sus conocimientos y habilidades, las cuales a su vez determinan la vida de las personas. Por ejemplo, la elección de una carrera universitaria se realiza de acuerdo a lo que uno piensa en lo que es bueno y esta decisión cambia a la persona a lo largo de los años.

## 6.2 Fuentes de *Self-Efficacy*

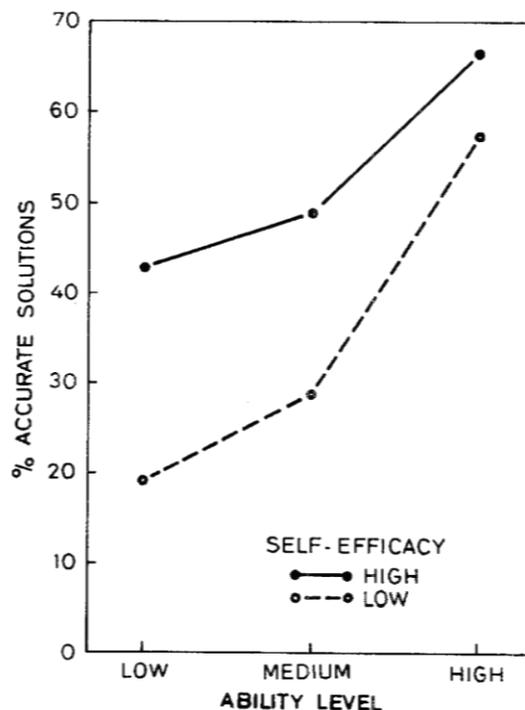
De acuerdo a la teoría desarrollada por Bandura [2] existen cuatro factores que influyen en los niveles de *Self-Efficacy* en una persona. Estos son importantes para desarrollar estrategias que permitan fortalecer el *Self-Efficacy* y los rendimientos de un estudiante. Los factores se presentan a continuación:

- ***Mastery experiences***: Las experiencias pasadas influyen de manera positiva o negativa en el *Self-Efficacy*. No influye directamente la experiencia o el resultado objetivo en un ámbito, sino la percepción de éxito o fracaso en tal. Si una persona siente que ha tenido éxito en un ámbito cree que esto se puede repetir dentro del mismo ámbito. Se genera una mayor sensación de *Self-Efficacy* cuando los éxitos suceden al comienzo de la experimentación y cuando la meta era considerada difícil. Por otro lado, cuando existen fracasos iniciales se hace difícil construir un nivel alto de *Self-Efficacy*. Esta es la fuente que más influye en el *Self-Efficacy*.
- ***Vicarious experiences***: El *Self-Efficacy* no se basa solo en lo que uno ha hecho, sino también en cómo uno aprende de lo que pueden hacer los demás. Es normal que las personas piensen que tienen habilidades parecidas en algún ámbito a otra persona que consideran parecida. De esta manera, conocer a personas parecidas a uno que son exitosos en cierto ámbito hace pensar que uno puede resolver de manera exitosa los mismos escollos. Sin embargo, creer que personas parecidas fallan en un ámbito, disminuye los niveles de *Self-Efficacy*; esto explica por qué a algunas minorías les cuesta insertarse en ciertos ambientes académicos.
- ***Social persuasion***: Uno puede ser persuadido de que puede o no realizar una acción de buena manera. El efecto de desalentar a alguien es más potente que el de alentarlo, ya que el segundo puede ser fácilmente comprobado si es falso. Pero si se convence a alguien de que no puede, podría no intentarlo con todas las ganas y no tendría los éxitos potenciales.
- ***Emotional arousal***: La interpretación de los estados emocionales afectan el *Self-Efficacy* de una persona. Por ejemplo, si una persona tiene estrés realizando una tarea y piensa que esto le pasa porque no es capaz, podría no seguir esforzándose de la misma manera. Más importante que la reacción emocional es la interpretación que se le da a ésta. Las personas que no atribuyen a su falta de capacidad, el estrés u otro malestar al realizar una tarea, tendrán un mejor rendimiento.

### 6.3 Self-Efficacy y resultados académicos

El *Self-Efficacy* aumenta de múltiples maneras los resultados académicos de estudiantes. El efecto es notorio independiente del nivel de habilidad que tenga el estudiante. Para ilustrar la relevancia en los resultados académicos, se muestra una investigación en la cual participan niños de colegio. En este estudio se miden los resultados académicos en problemas de matemática diferenciando entre estudiantes con alto o bajo *Self-Efficacy* y con habilidades en matemáticas bajas, medias o altas. En la Figura 1 se puede observar cómo el resultado de los alumnos está influenciado de manera significativa por el *Self-Efficacy*. Incluso, en este caso, estudiantes con bajas habilidades pero con alta *Self-Efficacy* tienen mejores rendimientos que estudiantes con una habilidad media, pero con una baja *Self-Efficacy*. Y entre estudiantes de misma habilidad, los grupos de estudiantes con un alto *Self-Efficacy* tienen un mejor promedio de respuestas correctas. Bandura concluye que **“existe una gran diferencia entre poseer habilidades y conocimientos y ser capaz de usarlos de buena manera bajo situaciones complejas. Los logros personales necesitan no solo habilidades sino también una percepción de que uno es hábil para poder usar las habilidades correctamente.”** [3] Además, este experimento muestra que el *Self-Efficacy* no es sólo un reflejo de las habilidades o conocimientos de un estudiante.

Figura 1: “Promedios de respuestas correctas de estudiantes de matemáticas como una función de sus habilidades y de su *Self-Efficacy*”



Fuente: “Perceived *Self-Efficacy* in Cognitive Development and Functioning” [3]

El *Self-Efficacy* influye en la conducta de un estudiante de una manera compleja en diferentes etapas del aprendizaje. Varios mecanismos influyen en una misma conducta, por ejemplo, las metas de una persona son influidas tanto por los procesos motivacionales como por los procesos cognitivos que dependen del *Self-Efficacy*. A continuación se presentan los modos en los cuales los cuatro procesos del *Self-Efficacy* influyen en la conducta de la persona que tiene una alta percepción de sus habilidades de acuerdo a lo expuesto por Bandura [2]:

Primero, mediante **los procesos de selección**, las personas escogen las situaciones en las cuales quieren vivir. Pueden escoger una carrera universitaria, un curso de idiomas o enfrentar otro desafío personal. Esta elección es influenciada por las habilidades que la persona piensa tener. Las continuas interacciones con el entorno modifican a la persona. En particular gracias a la selección del entorno, influida por el *Self-Efficacy*, la persona adquiere nuevas habilidades, nuevos conocimientos e incluso un renovado sentido del *Self-Efficacy*. Es así como el aprendizaje de las personas se ve profundamente influido por los diferentes desafíos que eligen.

En segundo lugar, **los procesos cognitivos** de las personas influyen en las metas que eligen. Una persona que piensa que puede sacar una puntuación elevada en una asignatura podrá tomarlo como meta. Es difícil que una persona se plantee metas que piensa no ser capaz de cumplir. Después de haber fijado una meta, la persona busca las estrategias con las cuales poder cumplir su objetivo, tales como estudiar una elevada cantidad de horas, conseguirse apuntes, estudiar con compañeros, etc. De esta manera la persona se prepara mejor ante las pruebas de una asignatura. Debido a lo anterior, la persona ha aprendido más y puede tener mejores resultados. Además, una persona que cree que puede alcanzar altas metas académicas es menos errático en su pensamiento analítico, lo que le permite tener mejores resultados en sus evaluaciones.

En tercer lugar, **los procesos motivacionales** influyen en diferentes etapas del aprendizaje. Al igual que los procesos cognitivos, influyen en las metas que se fijan los estudiantes, siendo más ambiciosos en éstas. Por otro lado la motivación ayuda a que los estudiantes sean más persistentes en sus esfuerzos por llegar al éxito. Después de haber rendido evaluaciones, los estudiantes con alto *Self-Efficacy* que fallan se sobrepondrán de mejor manera, teniendo un alto sentido de la resiliencia ante obstáculos.

Finalmente, **los procesos afectivos** entre las personas con alto *Self-Efficacy* les generan una menor ansiedad frente a dificultades. Tienen menores niveles de estrés y depresión. Además, no sobreestiman las dificultades, lo que no los deja en un contexto perjudicial para el aprendizaje.

En concreto un alto *Self-Efficacy* mejora el rendimiento de los estudiantes, su selección dentro de programas más desafiantes y aumenta la retención de estudiantes universitarios. A continuación se detalla cómo se ven mejorados esos tres aspectos:

- **El aprendizaje y el rendimiento académico** mejoran por los procesos cognitivos que fijan metas más altas, por las estrategias planteadas para cumplir dichas metas y por la preparación para cumplirlas. Los procesos motivacionales permiten tener el esfuerzo necesario para aprender. Los alumnos que tienen una alta percepción de sus capacidades en un ámbito, tienen mejores resultados que compañeros de capacidades similares [5]; en específico, se ha probado que los resultados académicos en estudiantes de ingeniería están correlacionados con la percepción de sus capacidades [7].
- **Su selección a programas más desafiantes.** Un elevado *Self-Efficacy* permite escoger ambientes más desafiantes, estos posibilitan incrementar habilidades o conocimientos. Es así como personas con alta confianza en sus capacidades se inscribirán en carreras o en programas de magíster más desafiantes. Además, dentro de una carrera escogerán cursos o profesores más complejos, como también pensarán ser más capaces de realizar proyectos personales que representen un reto (emprendimientos, proyectos tecnológicos, iniciar una investigación, etc..).
- **La retención de estudiantes** incrementa. Esto se debe a que los estudiantes tienen una mayor persistencia, se sobreponen mejor a los fallos, interpretan de una manera diferente los fallos y éxitos, tienen menor ansiedad y depresión. Los estudiantes que tienen altos niveles de *Self-Efficacy* tienen por ejemplo una mayor tasa de aprobación en su primer año universitario. Además el "Self-Efficacy" en algunas minorías suele ser bajo en el ámbito universitario, y generar un currículo que aumente el "Self-Efficacy" ha resultado ser eficaz a la hora de querer incluir a minorías [11].

## **6.4 Self-Efficacy y emprendimiento**

Se entiende emprendimiento como la capacidad de tomar acción ante problemas u oportunidades, especialmente si estos son complejos o desafiantes. Esa definición incluye emprendimientos empresariales, sociales o cualquier iniciativa en la cual se enfrente una dificultad mayor.

Lo primero que una persona hace al emprender es tomar la decisión de realizarlo. Gracias a los procesos de selección, se sabe que si una persona se cree capaz de emprender es más posible que lo haga. Además la persona, mediante sus procesos cognitivos, se fijará metas más altas, por ejemplo cuanto piensa qué puede vender o a cuántas personas va a ayudar. Bajo estas metas planea su estrategia y se prepara para el éxito, generando así una conceptualización más ambiciosa de lo que cree que puede hacer, planeándola de una mejor manera. Por otro lado, los procesos motivacionales de la persona la ayudan a perseverar más en sus esfuerzos, lo que es absolutamente necesario en el ámbito del emprendimiento en donde, para ser exitoso, hay que saber sobrepasar las dificultades. Es así como Bandura, en 1994, afirma que los emprendedores sociales con altos niveles de *Self-Efficacy* son más capaces de cambiar las realidades existentes [2]. Posteriormente se ha encontrado una fuerte relación entre el *Self-Efficacy* y el éxito de emprendimientos empresariales [11]. Esto puede ser explicado porque el *Self-Efficacy* influencia tanto aumentando las intenciones de emprender como potenciando las acciones y la persistencia de éstas en los emprendedores [4].

## **6.5 Self-Efficacy e innovación**

Bandura afirma que para ser exitoso en el ámbito de la innovación se requiere tener un alto *Self-Efficacy*, ya que es necesario realizar esfuerzos prolongados en pos de resultados que son inciertos [2]. Al igual que en el emprendimiento, para que una persona innove es vital que crea que pueda hacerlo, que tome la decisión para poder realizar las acciones o investigaciones necesarias. Además, las metas que fije, la persistencia y la resiliencia que tenga la persona, harán la diferencia en los resultados de la innovación.

Posteriormente a lo propuesto por Bandura, se ha probado una relación positiva entre el nivel de *Self-Efficacy* de las personas y su capacidad de innovación [6], además el *Self-Efficacy* afecta el éxito empresarial de las patentes, ya que aquellos inventores que comienzan una empresa suelen tener mayores niveles de confianza comparados con los que tienen una patente pero no tuvieron éxito empresarial [12].

## **7 ANTECEDENTES**

### **7.1 Estudios y casos de Self-Efficacy**

A continuación se presentan una selección de estudios y casos sobre el *Self-Efficacy*, los que se usaron como guía para el estudio, el entendimiento y para conocer los posibles usos del concepto.

#### **7.1.1 "Sources of *Self-Efficacy* Influencing Academic Performance of Engineering Students" Loo y Choy (2013) [5]**

Loo y Choy realizaron un estudio a 178 estudiantes de tercer año de ingeniería eléctrica en la Universidad Republic Polytechnic de Singapur. Este estudio busca encontrar la correlación entre cada una de las cuatro fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas con los resultados académicos de los estudiantes. Por otro lado, este estudio busca saber cuál es la fuente que más influye en el rendimiento de sus estudiantes. Dado que el *Self-Efficacy* es propio a un ámbito decidieron usar el ámbito de las matemáticas para contrastar tanto los resultados en matemáticas de los estudiantes como de otros cursos de ingeniería. Se decide usar el ámbito de las matemáticas bajo el argumento de que tanto las matemáticas como la ingeniería necesitan de complicados manejos de números, pensamiento crítico y habilidades para resolver problemas. Además, existen estudios que muestran una correlación entre la base matemática de los alumnos y sus resultados en ingeniería [13] [14], por esto tienen la hipótesis de que el *Self-Efficacy* en matemáticas es crucial para el éxito académico en ingeniería. Para medir las fuentes de *Self-Efficacy* usaron una escala tipo Likert de 6 niveles. Para cada una de las fuentes obtuvieron consistencias internas entre 0,56 y 0,9. Además, las cuatro fuentes demostraron estar correlacionadas con el promedio de notas entre 0,13 a 0,65. La fuente que demostró ser la más fuerte fue *mastery experiences*. Ellos afirman que la mayoría de los estudios en el área se enfocan en probar la relación entre las fuentes y el *Self-Efficacy* o entre el *Self-Efficacy* y los resultados, pero son pocos los que relacionan como los autores las fuentes con resultados, por lo que lo proponen para investigaciones futuras. Finalmente, concluyen que es importante fijar los conocimientos previos de los estudiantes que ingresan a ingeniería, realizando actividades que les muestren su utilidad para que se sientan seguros. Además, existen estrategias curriculares tales como dividir los problemas en tareas más chicas que se tienen que cumplir progresivamente para fijar su confianza en sus habilidades en matemáticas.

Este trabajo sirve de inspiración, ya que busca conocer en ingeniería las correlaciones entre las fuentes y los resultados académicos. Un entendimiento de estas relaciones permite mejorar el diseño de cursos para que aumente el *Self-Efficacy* de los estudiantes y mejoren sus resultados académicos.

### 7.1.2 "Sources of *Self-Efficacy* in mathematics: A validation study" Uscher y Pajares (2009) [7]

Esta investigación buscó desarrollar y validar una serie de ítems que permitan medir las cuatro fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas de acuerdo a la teoría de Bandura. Para consolidar los ítems de la encuesta realizan un proceso de tres etapas a estudiantes de colegio.

En la primera fase encuestan a 1.111 estudiantes. El principal objetivo de esta fase fue desarrollar y refinar los ítems a utilizar. Para esto parten con 84 preguntas tipo Likert con 6 niveles. Se identifican los ítems que tienen una correlación menor a 0,30 con la fuente respectiva a la que corresponde cada ítem. Los ítems con baja correlación se reescriben en la etapa siguiente. En la etapa dos participan 824 estudiantes, las fuentes consiguen una consistencia interna entre 0,89 y 0,94. Se realiza un análisis factorial exploratorio de donde se concluye que existen 4 factores subyacentes que explican un 98% de la varianza. Además, se eliminan los ítems que correlacionan menos que 0.35 con la fuente respectiva. En la fase final participan 803 estudiantes. Esta vez se realiza un análisis factorial confirmatorio, para comprobar que los ítems seleccionados en esta etapa están descritos bajo un modelo de cuatro factores subyacentes. Se realizan diversos tests para probar que el modelo se ajusta tales como Satorra-Bentler, CFI, RMSEA y se comprueba que el modelo se ajusta a un modelo de cuatro factores que explican las diferentes preguntas siendo estos factores, las cuatro fuentes de *Self-Efficacy*. Finalmente quedan 24 ítems, 6 para cada factor descrito en la teoría. Los ítems finales se encuentran en el Anexo 14.2.

Dentro de la literatura revisada, son pocas las investigaciones que explicitan las preguntas utilizadas para medir el *Self-Efficacy* cosa que la investigación de Uscher y Pajares si hace. Además, esta investigación muestra con más detalle y rigurosidad cómo se formularon las preguntas, en particular para crear y validar los diferentes ítems se contó con la participación de especialistas en la teoría del aprendizaje social, y se validaron cada una de las preguntas con la participación de numerosos estudiantes. Por la rigurosidad empleada en la formulación y validación de las preguntas se decide usar esta encuesta como base para esta investigación.

### 7.1.3 "Exploring the Relationship Between *Self-Efficacy* and Retention in Introductory Physics" Sawtelle, Brewe y Kramer (2012) [10]

Los autores realizan una investigación para comprender mejor la retención de estudiantes en cursos introductorios de física. Una de sus preocupaciones es la retención de mujeres y otras minorías en sus cursos ya que están subrepresentados. En Florida International University existen dos tipos de cursos de física, uno tradicional lectivo y otro llamado *Modeling Instruction*. *Modeling Instruction* es un curso práctico basado en experiencias grupales, en el cual son los estudiantes los que van comprendiendo los conceptos por su cuenta. Para lograr esto se realizan experimentos guiados y existen momentos reflexivos en los que los estudiantes en grupo van armando la teoría. Este tipo de curso ha demostrado que mejora la comprensión conceptual de los estudiantes y además mejora la retención de minorías subrepresentadas.

Durante las tres primeras semanas de clases, 352 estudiantes responden una encuesta que mide su *Self-Efficacy* en Física. Se encuentran diferencias significativas entre los que aprobaron el curso y los que no. Sin embargo, las fuentes en las cuales se basa el *Self-Efficacy* de hombres y mujeres resultan ser diferentes; para los hombres, fue más relevante su *mastery experiences* y para las mujeres el *vicarious experiences* predecía mejor quiénes pasaban. Las mujeres en el aprendizaje en física, basarían su impresión de lo que pueden o no hacer en lo que hacen sus pares más que en sus propias experiencias. Esto reafirma lo propuesto por Brotman y Moore (2008) [15] en un estudio de género. Ellos proponen que en el aprendizaje de la ciencia algunas metodologías tienen un impacto positivo en todos los estudiantes, pero particularmente en mujeres. Estas metodologías plantean un currículo basado en integrar experiencias de estudiantes, aprendizaje colaborativo y participación activa.

Las conclusiones del estudio son que el *Self-Efficacy* es una buena manera de predecir el éxito tanto en cursos lectivos como en cursos más activos. Además, los cursos activos, los que aumentan el *Self-Efficacy* son más eficaces a la hora de retener a minorías.

#### 7.1.4 "A Soft Circuit Curriculum to Promote Technological *Self-Efficacy*" Lovell (2008) [16]

Emily Lovell diseñó un taller para subir el *Self-Efficacy* tecnológico de estudiantes de colegio. Se busca elevar el interés por el área de la computación, especialmente el interés de minorías mediante el aumento de la percepción de las capacidades en el área de la tecnología. Se usaron *Soft Circuit*, que son circuitos eléctricos flexibles en textiles.

Se diseña un taller con cinco actividades bajo los conceptos desarrollados por Bandura. Los estudiantes trabajan en grupo, en actividades prácticas con el objetivo de entender conceptos básicos de la electrónica. Los desafíos están contruidos en un ambiente en el que es difícil fallar, existen facilitadores, explicaciones claras por escrito y una guía ante errores frecuentes, además, las etapas del taller van aumentando de manera progresiva la dificultad. Las primeras cuatro actividades son armar un circuito simple, armar un circuito con switch, armar un circuito paralelo y finalmente un circuito con un microcontrolador. En estas primeras cuatro etapas, se les enseñan los conceptos necesarios para que entiendan el funcionamiento de los circuitos. En la última actividad pasan por un periodo de reflexión sobre las experiencias previas y construyen un nuevo circuito diseñado por ellos. Con la reflexión se busca que se den cuenta de lo que lograron, y de que son capaces de hacer proyectos tecnológicos interesantes. Las fuentes usadas para mejorar el *Self-Efficacy* son las *mastery experiences*, al darse cuenta de que ellos pueden realizar desafíos tecnológicos y *vicarious experiences*, ya que el ver a pares les potencia el pensamiento de que ellos también pueden.

A los estudiantes se les hizo un test antes y después del taller para conocer el incremento de *Self-Efficacy*. Hubo un incremento en algunas de las habilidades tecnológicas tales como: dibujar un circuito o armar un circuito. Además, varios estudiantes mostraron su interés en aprender cómo programar los circuitos. Este caso es interesante porque (1) muestra cómo se puede diseñar un taller para incrementar el *Self-Efficacy* (2) muestra que incrementando el *Self-Efficacy* se puede interesar a estudiantes por ciertas carreras o, en términos generales, se puede hacer que cambien sus procesos de selección.

### 7.1.5 "Enhancing *Self-Efficacy* to enable entrepreneurship: the case of CMI's Connections" Lucas y Cooper (2004) [17]

Para hacer crecer la economía inglesa el estado ha potenciado diferentes iniciativas, algunas de ellas están enfocadas en fomentar el emprendimiento. Este programa se llama "CMI's Conexions" (CMI= Cambridge-MIT Intitute) y busca potenciar la cultura emprendedora. CMI's Conexions reúne a estudiantes interesados en el emprendimiento de 6 universidades diferentes, tanto del MIT como de otras cinco universidades de Reino Unido. Durante una semana participan 10 estudiantes y 2 facilitadores de cada institución. Los estudiantes pertenecen a diversas carreras.

El programa está diseñado para mejorar las habilidades y las intenciones de emprender, pero también las redes de conexión de los estudiantes. Se desarrollaron principalmente cuatro temas:

- Conocer lo que es el emprendimiento y las motivaciones personales.
- Entender el proceso creativo y de planificación del proyecto.
- Liderazgo, trabajo en equipo y redes de contacto.
- Cómo mantener la motivación, cómo celebrar los logros.

La mayor parte de los talleres eran expositivos, para que los estudiantes entendieran bien los conceptos. Pero también existían módulos activos, por ejemplo, se realizaron ejercicios de cómo presentar una idea. Además, se realizaron charlas de emprendedores destacados, tanto para aumentar el conocimiento de los estudiantes como para motivarlos a emprender. Los estudiantes fueron persuadidos de mantener una actitud reflexiva del aprendizaje y de tener un registro de éste.

Para comprobar si hubo un incremento en el *Self-Efficacy* se realizaron mediciones del programa justo antes, justo después y seis meses después. Hubo un cambio significativo en el incremento de la percepción de las capacidades. Por ejemplo, se muestra a continuación el incremento de las personas que contestaron que se sentían capaces o muy capaces:

- |   |           |
|---|-----------|
| • "Puedo crear un negocio exitoso si quisiera"  | 20% ->67% |
| • "Entiendo lo que es necesario para emprender" | 24% ->72% |
| • "Puedo reconocer una buena oportunidad"       | 66% ->83% |

Este aumento no sólo se registró justo después de la experiencia sino que se mantuvo seis meses después, lo que muestra lo efectivo de la intervención. Además, no sólo el *Self-Efficacy* fue aumentado, sino que también cambiaron las perspectivas laborales de los estudiantes, el porcentaje

de estudiantes que considera la opción de tener un negocio propio subió de un 27% a un 44%.

Se puede concluir que este programa fue exitoso en promover la cultura emprendedora. Si bien durante el programa no existieron experiencias de emprender, se desarrollaron habilidades necesarias para emprender y se les dijo que éstas eran importantes. Además, se les potenció el *Self-Efficacy* al traer expositores que tuvieron buenos resultados usando la fuente de *vicarious experiences*, siendo este efecto más potente cuando los expositores se parecen al público.

#### 7.1.6 "Self-Efficacy and classroom learning" Shunk (1985) [18]

Shunk, quien es un psicólogo educacional y ha realizado investigaciones junto a Bandura, desarrolla un artículo que busca comprender mejor cómo diferentes estrategias aplicadas en la sala de clase afectan el *Self-Efficacy* de los estudiantes, basándose para sus aseveraciones en diversos estudios.

Primero, enuncia factores que influyen en el desarrollo del *Self-Efficacy*. Por ejemplo, la atribución de los estudiantes, que es cómo explican el comportamiento de las personas, afecta a qué atribuyen los estudiantes los éxitos o fracasos. Estudiantes que atribuyan el éxito a sus capacidades, aumentarán su *Self-Efficacy*, mientras que si otros lo atribuyen a la facilidad de la tarea, no lo harán.

A continuación se presentan algunas estrategias discutidas:

1. Experiencias exitosas en clases aumentan el *Self-Efficacy* del estudiante, sobre todo cuando éstas le muestran claramente al estudiante que está adquiriendo conocimientos y habilidades. La fuente que potencia esto es *mastery experiences*.
2. Una estrategia es hacer que los estudiantes vean a compañeros resolver ejercicios o explicar la materia de manera exitosa; esto aumenta vía *vicarious experiences* el *Self-Efficacy*
3. Un *feedback* positivo ayuda a generar *Self-Efficacy* en los estudiantes. Para esto se sugiere decir que los estudiantes están haciendo progreso en su aprendizaje, y remarcar que son capaces usando la fuente de *social persuasion*.

## 7.2 Situación actual en la FCFM

Para ingresar a la Facultad, los estudiantes son seleccionados por diferentes mecanismos, el principal es la Prueba de Selección Universitaria (PSU). Este año entraron 685 alumnos bajo ese sistema. Además, existen otros mecanismos de ingreso para generar más equidad. Ejemplo de ello es que existen 40 cupos especiales para mujeres del Programa de Ingreso Prioritario de Equidad de Género (PEG) y otros 20 cupos del Sistema de Ingreso Prioritario de Equidad Educativa (SIPEE) [19].

Los estudiantes que ingresan son en su mayoría hombres; sin embargo, gracias al programa PEG, el que comenzó a operar este año, se aumentó considerablemente el porcentaje de mujeres en la Facultad. Este programa demuestra el compromiso de la Facultad por la equidad de género. A continuación se muestra la evolución porcentual por género:

Año	2011	2012	2013	2014
Mujeres	18%	21%	20%	28%
Hombres	82%	79%	80%	72%

Tabla 1: "Porcentajes de hombres y mujeres" Fuente: FCFM [20]

Los alumnos vienen de diferentes tipos de establecimientos escolares: 48% de colegios particulares pagados, 30% de colegios particulares subvencionados y 22% de colegios municipales (2012). La mayor parte de los estudiantes, un 73% , proviene de la Región Metropolitana, mientras que un 16% proviene de las regiones cercanas (IV, V, VI y VII).

Los estudiantes en sus primeros años se separan en secciones de gran tamaño, donde cada una bordea las 100 personas. Durante el primer semestre académico los estudiantes deben tomar 6 cursos diferentes: Química, Introducción al Cálculo, Introducción al Álgebra, Introducción a la Física Newtoniana, Introducción a la Ingeniería I, Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias.

La docencia dentro de la Facultad se basa en un proceso centrado en el alumno y su aprendizaje, un currículo basado en competencias, un temprano contacto con la ingeniería y el desarrollo de habilidades profesionales. Los dos primeros años de plan común pretenden dar al estudiante un profundo conocimiento en ciencias básicas y sólidas herramientas analíticas. Además, según el perfil de egreso (Anexo 14.3), la Facultad busca desarrollar tanto las habilidades de comunicación efectiva oral y escrita de los estudiantes, como las habilidades para innovar y emprender.

Durante el año 2014 la Facultad pasa por un proceso de acreditación en el que se analiza el estado actual para proponerse metas a futuro. En uno de los informes del proceso [21], se presentan algunas de las fortalezas y debilidades encontradas:

### **Fortalezas:**

- La Facultad cuenta con un cuerpo académico de prestigio.
- Los estudiantes que realizan el plan común reciben una formación sólida en matemáticas y ciencias.
- Existe una diversidad del cuerpo estudiantil, lo que se ve potenciado con diversos mecanismos de ingreso.
- Existe un sentido de pertenencia de los estudiantes hacia la Escuela de Ingeniería y Ciencias.

### **Debilidades:**

- Existe una baja exposición de los estudiantes de plan común a experiencias de emprendimiento o investigación.
- Falta de estrategias para mejorar la excelencia académica del grueso de los estudiantes, fuera de las existentes a estudiantes que necesitan apoyo.
- Falta de desarrollo de las habilidades profesionales. Por ejemplo, solo un 13% de los académicos de plan común y un 12% de los estudiantes egresados de plan común considera adecuado el desarrollo de habilidades de comunicación durante plan común.
- Baja motivación durante los estudios de plan común sin que la Escuela cuente con una estrategia que promueva la motivación por el aprendizaje y aprovechamiento de la vida estudiantil. Esta carencia impacta en la autoconfianza y el aprendizaje autodirigido de los estudiantes <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Si bien la autoconfianza no es exactamente lo mismo que el *Self-Efficacy*, no queda claro a cuál se refiere exactamente el texto. Es importante notar que el efecto podría ser también al revés, ya que si se eleva el *Self-Efficacy* aumentaría la motivación del estudiante según la teoría de Bandura, además esto tendría un impacto en las metas y esfuerzo de los estudiantes.

## **8 METODOLOGÍA**

### **8.1 Diseño del experimento**

Con el objetivo de comprender cómo influye el *Self-Efficacy* en los resultados académicos de los estudiantes se diseñó una investigación que buscó responder a las tres hipótesis anteriormente planteadas. La investigación consistió en realizar una encuesta a estudiantes de primer año antes de que tengan controles y validar que la encuesta mida las fuentes del *Self-Efficacy* mediante un análisis factorial (imitando el trabajo realizado de Uscher y Pajares 2009), para después comparar al final de semestre la relación entre las fuentes observadas de *Self-Efficacy* en matemática con los resultados académicos de su primer semestre (imitando el trabajo de Loo y Choy 2013). La encuesta se realizó de manera escrita y se pidió el consentimiento de los estudiantes para conocer sus resultados al final del semestre.

Se decidió realizar la investigación con estudiantes de primer año dada la relevancia que tienen las primeras experiencias en la formación de un sentido del *Self-Efficacy* en ellos. Esto podría permitir realizar en un futuro, mejoras al currículo que permitan incrementar los resultados de los estudiantes, tanto en primer año, como durante toda su carrera. Además, investigar esta población podría dar luces de cómo mejorar la retención de minorías dentro de la Facultad.

Dado que los resultados académicos de los estudiantes de ingeniería están relacionados con sus capacidades en matemáticas [8], e incluso se ha estudiado que el *Self-Efficacy* en matemática está correlacionada con los resultados académicos en ingeniería [5], se decidió medir el *Self-Efficacy* en el ámbito de las matemáticas para observar cómo influyen en los resultados académicos.

El estudio buscó no sólo comprender la relevancia del *Self-Efficacy* en los resultados académicos de los estudiantes, sino también entender cómo sucede esto. Para lograr dicho objetivo, se analizaron las fuentes del *Self-Efficacy* descritas por Bandura, para luego buscar la relevancia de éstas en los resultados académicos. Para medir dichas fuentes se usará un instrumento validado por otros investigadores, el que se detalla a continuación.

## **8.2 Instrumento a utilizar: "Escala de *Self-Efficacy* en matemática"**

Anteriormente se escogió medir el *Self-Efficacy* en matemáticas de los estudiantes. Existen diversos instrumentos que lo miden, por lo que se decidió aplicar uno ya existente y validado. Los estudiantes a encuestar recién ingresaron a la carrera y cursaron apenas tres semanas de clases. Dentro de la variedad de encuestas hay algunas diseñadas para estudiantes de colegio y otras para universitarios. Las diseñadas para universitarios en ingeniería están hechas para alumnos de cursos superiores, por lo tanto se decide usar una escala hecha para estudiantes de colegio, pues es donde estudiantes recién ingresados formaron mayoritariamente su sentido del *Self-Efficacy*.

Dentro de los instrumentos revisados destaca uno, debido a que los autores explican detalladamente cómo lo construyeron y además tenía una muestra superior a otros, 803 a 1111 estudiantes en cada una de tres etapas. Este instrumento es la escala diseñada por Uscher y Pajares (2009) [7] para alumnos de colegio, que fue desarrollada dentro de un estudio que tenía como principal fin la creación y validación de la escala, dicho estudio está descrito en el capítulo 7.1.2.

El instrumento utilizado se diseñó para estudiantes de colegio, por lo que se cambiaron algunos conceptos para que correspondieran con estudiantes chilenos que están entrando a la universidad. Para esto se realizaron pequeños cambios a las preguntas 4, 7, 9, 13, 15, 21 y 22. Por ejemplo en la pregunta 4 se cambió de "Tuve buenos resultados en matemática en mi último reporte de notas" a "Tuve buenos resultados en matemática en enseñanza media", o en la pregunta 13 se pasó de "Mi profesor de matemáticas me dijo que soy bueno aprendiendo matemáticas" a "Un profesor de matemáticas me dijo que soy bueno aprendiendo matemáticas".

La encuesta usada como base consta de 24 preguntas, 6 ítems para cada una de las 4 fuentes de *Self-Efficacy* para analizar después la fuente que tiene mayor correlación con los resultados académicos. La puntuación para cada pregunta va de "totalmente en desacuerdo" a "totalmente de acuerdo" en una escala que va del 1 al 6 tipo Likert. Además, se preguntaron diversos datos para caracterizar de mejor manera la muestra: edad, tipo de colegio, región de procedencia, sexo, puntaje PSU, Notas de Enseñanza Media (NEM). La encuesta incluyó también una pregunta abierta sobre si piensan que serán exitosos y en qué se basan para creer esto. La encuesta completa se puede ver en el Anexo 14.1.

### **8.3 Muestreo**

Se decidió medir el *Self-Efficacy* de los estudiantes antes de que tuvieran evaluación alguna. Además, se buscó aplicarla en pocos días para que no hubiera diferencias en la experiencia universitaria entre unos y otros. Por otro lado, la encuesta podía realizarse por internet o de manera presencial. Las encuestas realizadas por internet no aseguraban una cantidad relevante de estudiantes que respondieran, por lo que se decidió aplicarlas presencialmente.

Durante los días jueves 27 y viernes 28 de marzo, correspondientes a la tercera semana de clases, se encuestaron presencialmente todas las secciones que se pudo visitar en sus salas de clases, con un total de 6 de las 8 secciones de primer año. A los estudiantes se les dieron las mismas instrucciones y contestaron la encuesta en aproximadamente 15 minutos.

La muestra lograda incluyó 404 de los 794 estudiantes de primer año. A continuación se presenta el detalle de los cursos en los cuales fueron encuestados y la cantidad de estudiantes:

- Sección 1: 34 personas, en auxiliar de Introducción al Cálculo.
- Sección 2: 94 personas, en cátedra de Introducción a la Ingeniería I.
- Sección 3: 73 personas, en auxiliar de Introducción al Cálculo.
- Sección 4: 80 personas, en cátedra de Introducción a la Ingeniería I.
- Sección 5: 49 personas, después de cátedra de Química.
- Sección 6: 78 personas, en laboratorio de Introducción a la Ingeniería I.

Dentro de las 404 personas encuestadas 25 no confirmaron su intención de participar, quedando 379 y otras 25 (6,6%) no respondieron todas las preguntas. Se decidió eliminar estos casos y se obtuvo finalmente una muestra de 356 estudiantes de primer año. Esta muestra tiene un error muestral de un 3,32%(Cálculo en anexo 14.9) con un grado de confianza del 95%.

A los estudiantes se les pidió autorización para poder obtener sus resultados académicos del semestre de primavera 2014 con el único objetivo de realizar la presente investigación. Después gracias a la Escuela de Ingeniería y Ciencias se obtuvieron las notas finales a pruebas y exámenes de los cursos de Introducción al Cálculo e Introducción al Álgebra. Estas notas son las que se utilizaron en los análisis posteriores para medir los resultados académicos de los estudiantes. Se utilizó el promedio final de cada curso según la ponderación que se usa en las actas finales de cada uno para la aprobación o reprobación de los estudiantes.

## **8.4 Procedimiento estadístico**

El análisis estadístico se realizó en cuatro etapas. La primera, es un análisis descriptivo de los datos para caracterizar a los individuos encuestados y las respuestas obtenidas en la encuesta. La segunda etapa busca verificar la cantidad de factores subyacentes, mediante un Análisis Factorial Exploratorio. La tercera etapa busca ver si los datos se ajustan al modelo teórico propuesto por Bandura, mediante un Análisis Factorial Confirmatorio y así confirmar que la encuesta mide efectivamente los cuatro factores enunciados por Bandura. La última etapa busca establecer si las fuentes del *Self-Efficacy* influyen en los resultados académicos de los estudiantes.

### **8.4.1 Análisis Descriptivo**

Se realizó un análisis descriptivo que busca conocer mejor los datos para los siguientes análisis: por un lado, se hizo una caracterización de los estudiantes involucrados en el estudio, describiendo la cantidad de estudiantes por género, por procedencia geográfica, por rendimientos académicos anteriores y otros indicadores que permitan conocer mejor a los participantes.

Por otro lado, se analizaron las respuestas a las preguntas, para así poder entender de una manera general los resultados y al mismo tiempo permitir una interpretación correcta del análisis y de las conclusiones finales de la investigación. Para esto se analizaron descriptivamente las respuestas a la encuesta y se obtuvieron: medias, desviaciones estándar y histogramas. Además, se analizó la simetría de las respuestas y su normalidad.

#### 8.4.2 Análisis Factorial exploratorio

El Análisis Factorial Exploratorio (AFE) se utiliza comúnmente para generar teoría a partir de los datos. Este tipo de análisis busca encontrar factores subyacentes no observables de los datos que expliquen variables observables. En este caso las variables observables son las respuestas a las 24 preguntas, las cuales serán llamadas "ítems" o "preguntas" y las variables no observables son las fuentes de *Self-Efficacy* las cuales se las nombrará como "factores" o "fuentes". Pero en el AFE la intención es solo explorar la estructura de los resultados por lo que se analizaron factores potenciales y solo en el análisis factorial confirmatorio se analizaron los factores propuestos por Bandura. En el presente estudio el principal fin del AFE será el de validar el número de factores que explican la respuesta a las 24 preguntas. Esto será una medida más para confirmar que las preguntas realizadas corresponden a las cuatro fuentes del *Self-Efficacy* expuestas por Bandura.

Es importante saber diferenciar el AFE del Análisis de Componentes Principales (ACP), ya que suelen ser confundidos según explica Matsunaga (2010) [22]. El ACP busca resumir las variables en nuevas variables mientras que el AFE busca encontrar factores subyacentes a los datos, además el ACP asume que los datos fueron medidos sin errores, mientras que el AFE sí contempla que los datos pudieron tener errores tal como ocurre en una encuesta. Por último, si bien en ACP las variables no correlacionan, en AFE se puede esperar que sí lo hagan. Como las fuentes según la teoría correlacionan, en SPSS se utilizará una rotación oblicua llamada PROMAX que permite estas correlaciones.

Para encontrar el número correcto de factores, se busca que cada pregunta sea explicada por sólo un factor y que una parte importante de su varianza sea explicada por dicho factor. Se calcula mediante SPSS el eigenvalor de cada factor potencial, siendo el eigenvalor del factor la cantidad de varianza explicada, que se calcula a partir de la matriz de covarianzas.

Para seleccionar la cantidad de factores, la técnica más usada es retener todos los factores que tengan un eigenvalor superior a 1 siguiendo el criterio de Kaiser-Guttman. Esta técnica puede sobreestimar los factores subyacentes (Hayton, Allen y Scarpello 2004) [23]. Es por esto que se realizará además un Análisis Paralelo (AP) el que consiste en realizar una simulación de los posibles eigenvalores obteniendo un valor promedio para cada factor. El criterio del AP consiste en retener los factores que tengan un eigenvalor superior a 1 y superior al valor promedio de simular el valor de los posibles eigenvalores [22].

### 8.4.3 Análisis Factorial Confirmatorio

El Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) sirve para validar una teoría existente sobre la estructura de los resultados. Particularmente permite demostrar que los resultados a la encuesta se ajustan a un modelo en el cual las preguntas se explican por factores subyacentes. En la teoría de Bandura son cuatro los factores subyacentes que determinan el *Self-Efficacy* de la persona y estos fueron los factores usados por Uscher y Pajares (2009) para realizar sus preguntas.

Cada ítem de la encuesta es explicado por un solo factor planteado en la teoría. En la figura 2, se puede observar gráficamente los resultados del AFC de Uscher y Pajares, en donde se muestran las correlaciones entre factores y las correlaciones entre los factores y las variables. Para realizar este análisis es necesario conocer la cantidad de factores subyacentes. Además, es necesario especificar qué variable corresponde a qué factor. Después de construido el modelo es necesario encontrar un software que permita realizar este tipo de análisis; en este caso se usará LISREL 8.80.

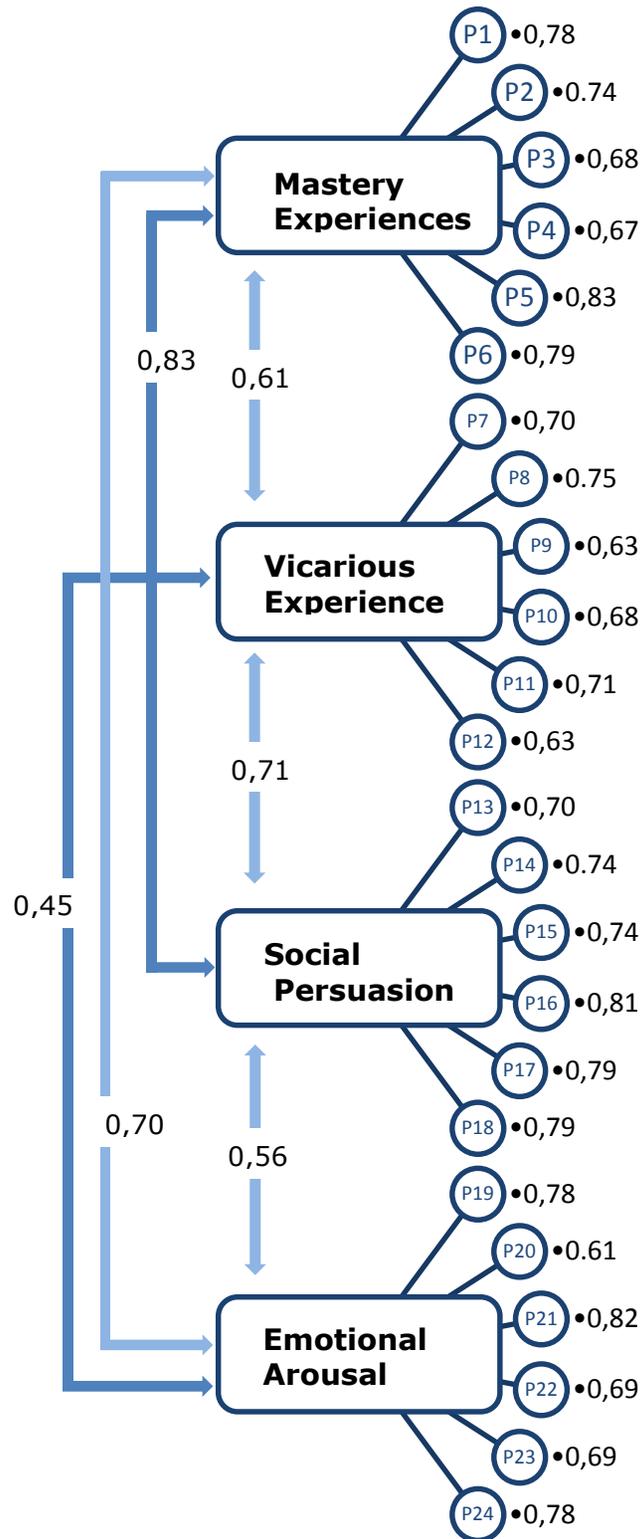
Para ver si el modelo ajusta a los datos obtenidos se analizaron un conjunto de criterios. Por un lado, se analizó carga del ítem con el factor, luego la consistencia interna dentro de los factores y finalmente se analizaron un set de estadísticos de ajuste del modelo.

La primera acción para ver si el modelo se ajusta será ver si la carga del ítem con el factor que lo explica es de al menos 0,3 para una muestra de 350 personas [24].

Por otro lado, se estudiará la consistencia interna entre los ítems de cada factor; esto es, que los diferentes ítems de un mismo factor estén midiendo lo mismo. Para esto, se utilizará el indicador Alpha de Cronbach, el cual es considerado aceptable sobre 0,7 y bueno sobre 0,8 [25].

Figura 2: "Análisis Factorial Confirmatorio de Uscher y Pajares (2009)"

En esta figura los factores (fuentes del *Self-Efficacy*) correlacionan entre si lo cual es mostrado con las flechas entre ellos, además cada uno de estos factores influye en 6 preguntas, los cuales correlacionan según lo indicado a la derecha de cada pregunta.



Fuente: Uscher y Pajares (2009) [7].

A continuación se buscará ver si el modelo con todos sus factores e ítems se ajusta a los datos. Para esto se recomienda probar un conjunto de estadísticos que se presentan a continuación:

- **Chi-Cuadrado Satorra-Bentler ( $\chi^2$  S-B)**, busca ver si la matriz de covarianzas real es igual a la esperada. Esta prueba es una adaptación del  $\chi^2$  para datos que no son normales como los obtenidos por Uscher y Pajares. El inconveniente de este índice es que se ve afectado con el tamaño muestral. En muestras grandes se puede rechazar un modelo pese a ser correcto [26]. Es por esto que se corregirá este valor al dividirlo por el número de grados de libertad. Kline(1998) señala que este ratio tiene que ser inferior a 3 [27]; sin embargo, Ullman(2001) señala que este ratio tiene que ser menor a 2 [28]. Se evaluarán ambos criterios.
- **Non Normed Fit Index (NNFI)**, este índice analiza la diferencia entre el chi-cuadrado obtenido y el esperado. NNFI no tiene problemas con el tamaño de la muestra como el Chi-cuadrado original. Un NNFI superior a 0,90 se considera aceptable y sobre 0,95 se considera un buen ajuste [29].
- **Comparative Fit Index (CFI)**, busca el grado en el cual el modelo logra explicar la variabilidad de los datos encontrados. El modelo explica de manera aceptable la variabilidad cuando tiene un CFI superior 0,90 y la explica bien cuando es superior a 0,95 [22].
- **The Root Square Error of Aproximation( RMSEA )** calcula el error por cada grado de libertad del modelo; este índice tiene que ser menor a 0,08 para tener un ajuste aceptable y menor a 0,06 para tener un buen ajuste [22].
- **Standarized Root Mean Square Residual (SRMR)** calcula la diferencia entre las covarianzas teóricas del modelo y las covarianzas reales. Debería ser menor a 0,1 [22].

#### 8.4.4 Relación entre las Fuentes de *Self-Efficacy* y resultados académicos

Se realizó un trabajo inspirado por el estudio realizado por Loo y Choy (2013) [5] en el que se estudió la relación entre las fuentes del *Self-Efficacy* y los resultados académicos de estudiantes de tercer año en ingeniería. En un primer lugar se analizaron las correlaciones entre las fuentes y los resultados académicos. En el estudio de Loo y Choy las correlaciones mostraron estar entre 0,13 y 0,65.

En una segunda etapa se realizó una Regresión Jerárquica Lineal (RJL), siguiendo el procedimiento realizado por Loo y Choy. La aplicación de la Regresión Jerárquica Lineal se justifica porque los cuatro factores que determinan el *Self-Efficacy* correlacionan de acuerdo a lo propuesto por Bandura, lo que ha sido comprobado en diversas investigaciones [2] [5]. A diferencia de la regresión lineal clásica, la RJL permite ingresar los factores en un orden determinado con el fin de determinar la capacidad predictiva de cada fuente independiente de las otras. De esta manera, si primero se controla la fuente 2 y después se controla la 3, sólo se aceptará introducirla al modelo si agrega un nivel adicional de capacidad predictiva. La Regresión Jerárquica Lineal es una técnica muy usada en psicología y en educación. El modelo descrito por RJL queda expuesto a través de las siguientes ecuaciones:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + e_1$$
$$B_{n-1} = B_nX_n + e_n \text{ para } n = 2,3,4$$

En donde "Y" son las notas de los estudiantes, " $X_n$ " es la fuente del *Self-Efficacy* a probar y " $e_n$ " representa el error. El modelo se probará con cuatro niveles "n", uno por cada fuente de *Self-Efficacy*. Además, se probará la introducción de las fuentes en todos los órdenes posibles. El ajuste del modelo se medirá de dos maneras; por un lado se hará un test de Fischer a cada modelo y, por otro, sólo se incluyeron los factores que tengan un Beta significativo. Ambos niveles de significancia mínimos serán al 95%.

Por último se analizaron segmentos de estudiantes que pudieran tener diferentes fuentes explicativas de sus resultados. Se analizaron los siguientes segmentos:

- Género (Hombres, Mujeres)
- Región (Región Metropolitana, Otras Regiones)
- Por PSU (<720, 720-750, 750-850)
- Tipo de ingreso (PSU, Otros)
- Tipo de colegio de procedencia (Particular Pagado, Particular Subvencionado, Municipal)

## 9 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 9.1 Análisis Descriptivo

Se analiza primero las características de los estudiantes y luego las respuestas a la encuesta. Los estudiantes de la muestra son en su mayoría hombres; sin embargo, el porcentaje de mujeres es mayor al histórico, reflejando la entrada de más mujeres a la Facultad durante el 2014.

Tabla 2: Estudiantes por género dentro de la muestra.

Género	Mujeres	Hombres
	88	268
	24,7%	75,3%

Elaboración propia.

La mayor parte de los estudiantes son de la región metropolitana; sin embargo, un 30% de los estudiantes procede de otras regiones. Este factor es importante, ya que estos estudiantes suelen tener condiciones de vida y estudios diferentes a los de estudiantes que viven con su familia en Santiago.

Tabla 3: Procedencia de los estudiantes de la muestra.

Procedencia	R.M.	Otras Regiones
	250	106
	70%	30%

Elaboración propia.

Los estudiantes proceden principalmente de colegios particulares pagados. Sin embargo, la participación es bastante homogénea siendo la menor los colegios municipales, con un 23%.

Tabla 4: Tipo de establecimiento de procedencia de los estudiantes de la muestra.

Tipo de Colegio	Municipal	Particular Subvencionado	Particular Pagado
	84	118	154
	23%	33%	43%

Elaboración propia.

Los estudiantes que llegan a la Facultad están dentro del 3% de los mejores estudiantes del país; esto se refleja en que tanto sus Notas de Enseñanza Media(NEM) como sus puntajes en la Prueba de Selección Universitaria (PSU) son sobresalientes, lo que se muestra en las tabla 5 y 6. Es importante notar que existen estudiantes que tienen un puntaje en la PSU más bajo que el puntaje de corte 720; esto se explica por los diferentes mecanismos de ingreso existentes.

Tabla 5: NEM de los estudiantes de la muestra.

NEM	6 o menos	6,1-6,4	6,5-6,7	6,8 o más
	13	145	158	36
	4%	41%	45%	10%

Elaboración propia.

Tabla 6: Resultados PSU de los estudiantes de la muestra.

Puntaje PSU	720 o menos	721-749	750-779	780 o mas
	49	189	77	42
	14%	53%	21%	12%

Elaboración propia.

Un 88% de los estudiantes de la muestra entró gracias a su puntaje en la PSU. Los tipos de ingreso se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7: Tipo de ingreso de los estudiantes.

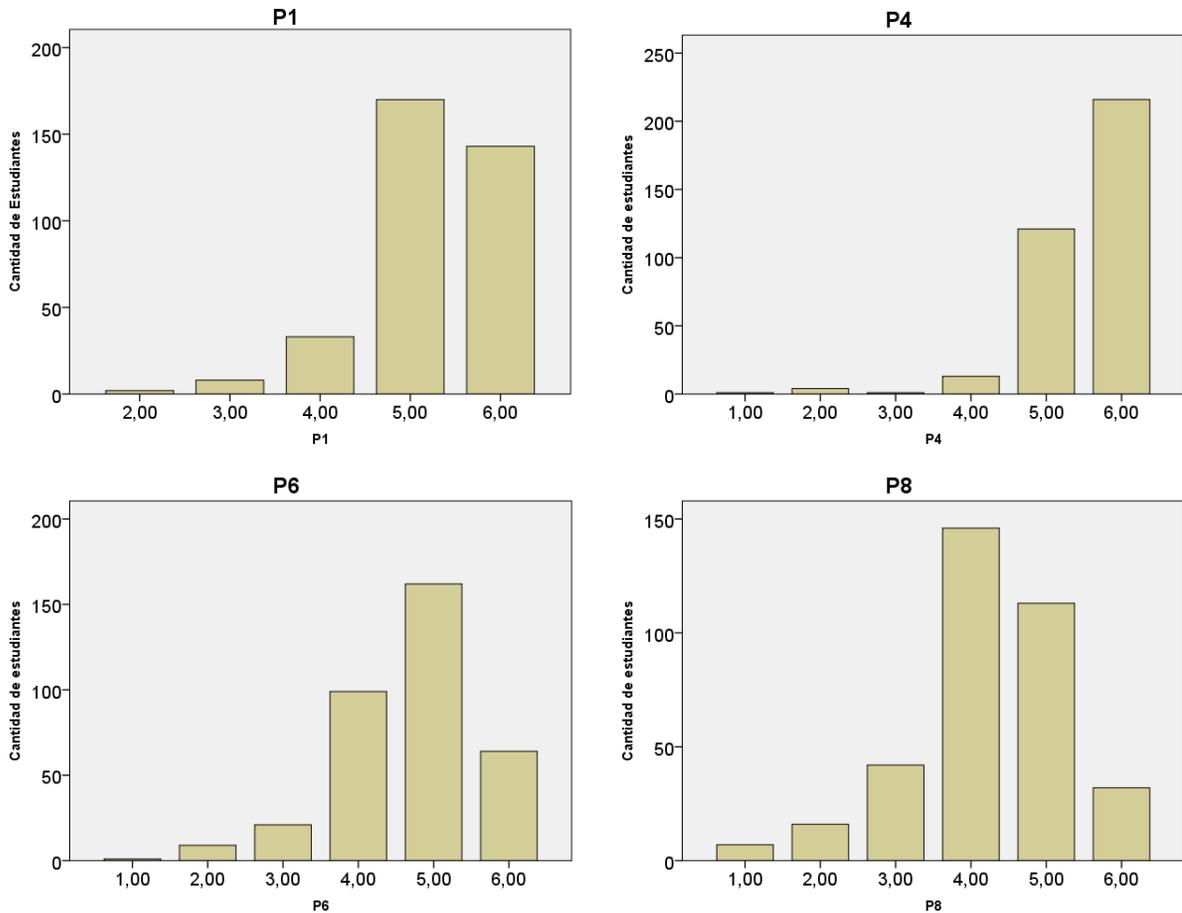
Tipo de ingreso	Estudiantes	Porcentaje
5% Colegios Municipalizados	11	3%
Deportista	4	1%
Equidad de Género	16	4%
Extranjero	2	1%
PSU	313	88%
Sistema de Ingreso Prioritario de Equidad Educativa	9	3%
Transferencia	1	0,3%
Total Muestra	356	100%

Elaboración propia.

A continuación, se describe brevemente las respuestas a la encuesta. Los estudiantes, respondieron a 24 preguntas que pretenden medir sus fuentes de Self-Efficacy, a cada afirmación (6 por cada fuente) responden en una escala Likert desde "completamente en desacuerdo" (1) hasta completamente de acuerdo". En general los estudiantes muestran tener altos niveles en las fuentes de *Self-Efficacy*. En las preguntas 1-24, los promedios van entre 4,2 y 5,2 (sobre 6 puntos), los promedios y desviaciones estándar se encuentran en el Anexo 14.4. Estos altos niveles generan una asimetría en las respuestas, lo que se ve reflejado en el indicador *skewness*, que presenta valores entre -0,470 y -2,598 (Anexo 14.5). Esto significa que la mayor parte de las respuestas a las preguntas se encuentran con valores altos (de 4 a 6). Esta asimetría es fácilmente observable en la figura 3. Es importante notar que este es un resultado esperable, puesto que los estudiantes que entran a estudiar ingeniería tienen mayores habilidades en matemática y es normal que se

sientan más capaces que otras poblaciones o no tomarían la decisión de estudiar una carrera basada en matemáticas. Lo relevante de este estudio es analizar cómo las diferencias en las fuentes influyen en los resultados académicos, independiente de que en general sean altas.

Figura 3: Frecuencias de respuestas de los estudiantes para las preguntas 1, 4, 6 y 8.



1= completamente en desacuerdo (Bajo nivel en la fuente de Self-Efficacy)  
 6= completamente de acuerdo (Alto nivel en la fuente de Self-Efficacy)

Elaboración propia.

Al ver la figura anterior, se generan dudas sobre la normalidad de las respuestas a las preguntas, por lo que se realizan tanto el test de Kolmogorov-Smirnov como el de Shapiro-Wilk. Ambos test rechazan la hipótesis nula de que los resultados tienen una distribución normal. Debido a lo anterior es que para el AFC se usaron índices ajustados a la no normalidad de los datos, tal como fue realizado por Loo y Choy.

## 9.2 Análisis Factorial Exploratorio

Se realiza un AFE para comprobar que las preguntas pueden ser explicadas por cuatro factores. Para esto se analizan todos los factores potenciales, aún cuando estos no tengan una interpretación directa al contrario del siguiente capítulo. Se encuentra que existen cinco factores potenciales que tienen un eigenvalor superior a 1 usando la regla de Kaiser y Guttman, pero el quinto valor tiene un eigenvalor casi igual a 1 (1,034) y solo aporta en un 4% adicional en la varianza explicada.

Tabla 8: Eigenvalores obtenidos.

Factores potenciales	Suma cuadrática de la carga extraída		
	Total	% de la varianza	Varianza acumulada %
<b>1</b>	8,21	34,2	34,2
<b>2</b>	2,52	10,5	44,7
<b>3</b>	1,85	7,7	52,4
<b>4</b>	1,45	6,0	58,4
<b>5</b>	1,03	4,3	62,8

Elaboración Propia usando SPSS.

Debido a que la técnica de los eigenvalores superiores a 1 puede sobreestimar los factores latentes, se realiza un análisis paralelo, que da los siguientes valores promedios de los eigenvalores al ser simulados.

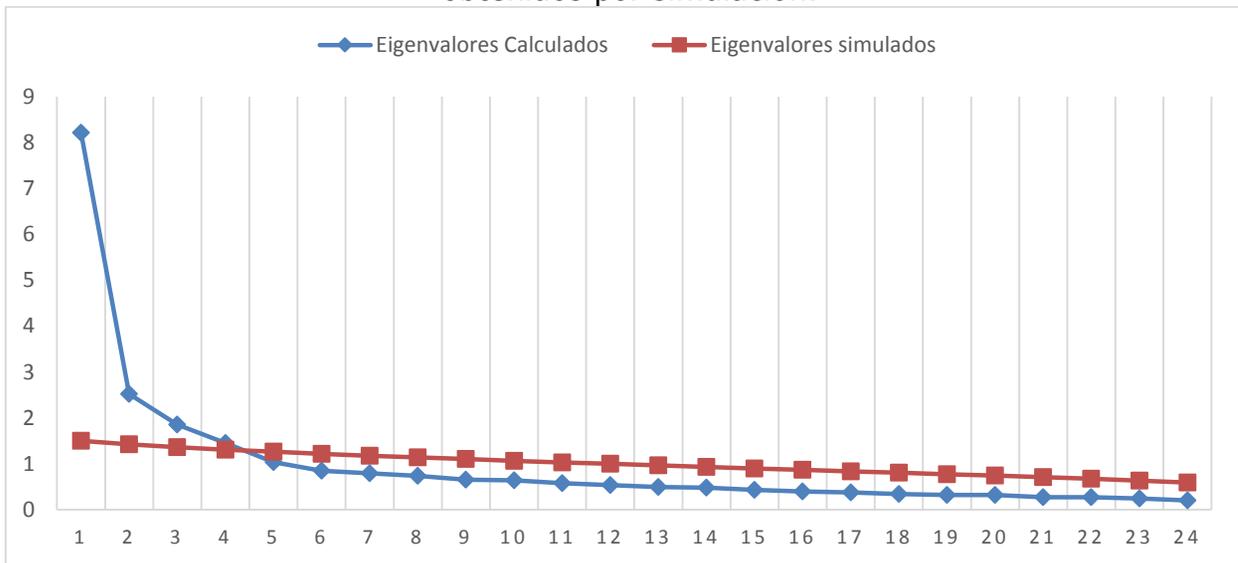
Tabla 9: Eigenvalores promedios simulados (24 ítems, 356 personas, 500 iteraciones).

Factores	Eigenvalor promedio simulado
<b>1</b>	1,50
<b>2</b>	1,42
<b>3</b>	1,36
<b>4</b>	1,30
<b>5</b>	1,26
<b>6</b>	1,21
<b>7</b>	1,17
<b>8</b>	1,13
<b>9</b>	1,10
<b>10</b>	1,06

Elaboración propia usando "Monte Carlo PCA for Parallel Analysis".

En el siguiente gráfico se puede ver una comparación entre los eigenvalores obtenidos y los eigenvalores promedios simulados. Para determinar cuáles son los factores a mantener se usa la regla del Análisis Paralelo: se mantienen los factores potenciales que tienen un eigenvalor superior al promedio de los eigenvalores de la simulación. Esto corresponde a 4 factores, comprobando que la encuesta mide el mismo número de factores propuestos por la teoría de Bandura.

Figura 4: Gráfico de comparación entre los Eigenvalores calculados y los promedios obtenidos por simulación.



Elaboración Propia.

### 9.3 Análisis Factorial Confirmatorio

Las preguntas realizadas se formularon por Uscher y Pajares(2009) de forma tal que midan las fuentes de *Self-Efficacy*. Es así como cada una de las preguntas corresponde a uno de los cuatro factores anunciados por Bandura. Además, en el AFE se comprobó que las preguntas podían describirse adecuadamente con 4 factores subyacentes, por lo tanto se usará el mismo modelo de Uscher y Pajares para realizar el AFC.

Primero se analizarán las consistencias internas dentro de los factores. Los factores *mastery experiences*, *social persuasion*, *emotional arousal* tienen una consistencia superior a 0,8, lo que es considerado una buena consistencia interna. El factor *vicarious experiences* tiene una consistencia interna de 0,78 considerado aceptable por ser superior a 0,7 y cerca de ser considerada buena. Las consistencias internas son en general mejores que el estudio de Loo y Choy(2013), el que usó otro set de preguntas para fines similares a los del presente trabajo. Además, los resultados de consistencia interna son similares a los de Uscher y Pajares(2009) en la misma encuesta. Es posible afirmar entonces que existe una adecuada consistencia interna entre los factores.

Tabla 10: Comparación de la consistencia interna (Alpha de Cronbach).

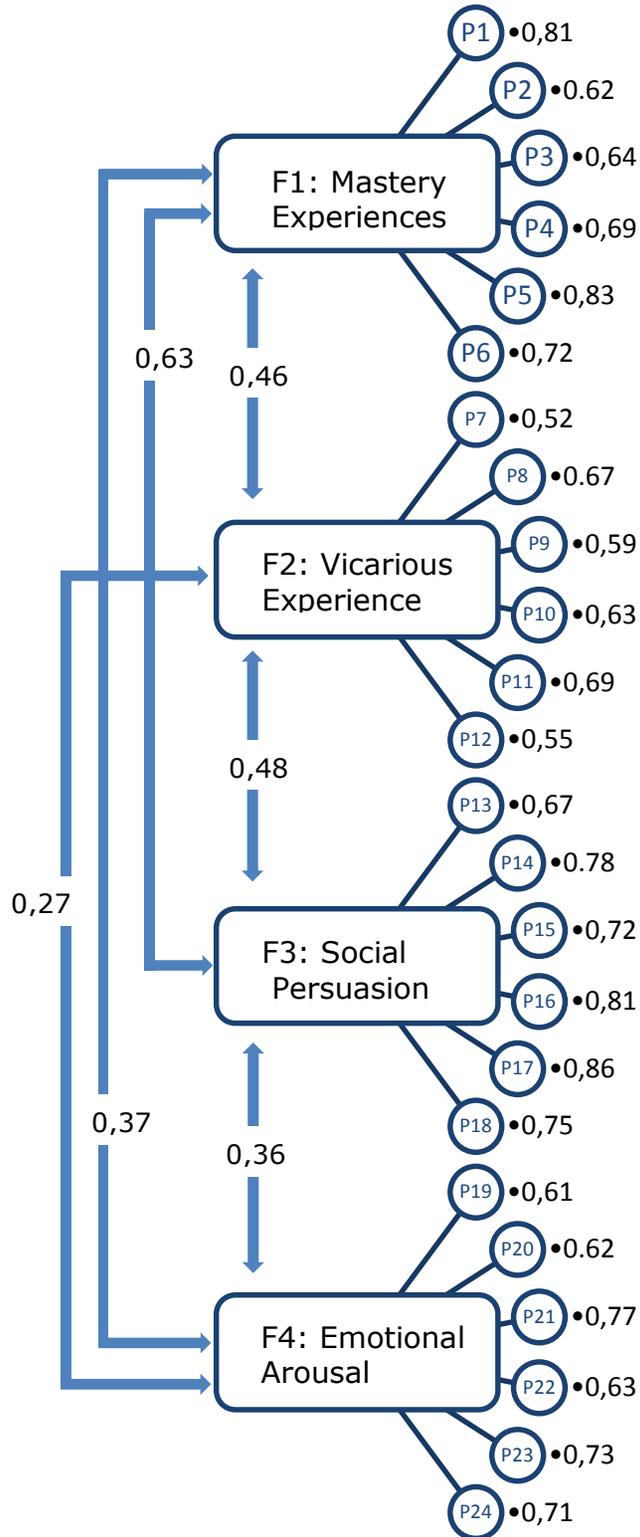
	<b>Presente Estudio</b>	<b>Uscher y Pajares (2009)</b>	<b>Loo y Choy (2013)</b>
<b><i>Mastery experiences</i></b>	0,86	0,88	0,82
<b><i>Vicarious experiences</i></b>	0,78	0,84	0,53
<b><i>Social persuasion</i></b>	0,89	0,88	0,59
<b><i>Emotional arousal</i></b>	0,83	0,87	0,89

Elaboración propia usando SPSS.

A continuación se realiza el AFC con el software Lisrel 8.8, cuyos resultados se pueden visualizar en la figura 5. La carga de las preguntas en los factores va desde 0,52 a 0,86, todos valores muy superiores a 0,3 que corresponde al criterio de corte para muestras sobre 350 personas. Esto indica que las preguntas efectivamente se ven influidas por los cuatro factores. Además, se puede observar que los factores se correlacionan entre sí, entre un 0,27 y un 0,63, lo cual está conforme a la teoría, ya que esta anuncia que las fuentes correlacionan entre sí. Se muestra gráficamente el modelo obtenido en el AFC donde se puede observar las cargas de las preguntas en los factores, las correlaciones entre los factores y la variabilidad explicada por cada uno de los ítems:

Figura 5: "Análisis Factorial Confirmatorio"

En esta figura los factores (F1, F2, F3 y F4) correlacionan entre si lo cual es mostrado con las flechas entre ellos, además cada uno de estos factores influye en 6 variables, los cuales correlacionan según lo indicado en las flechas.



Elaboración propia usando Lisrel 8.80.

Se analizan los siguientes índices para ver el ajuste del modelo con diferentes métricas, se presenta además, una tabla que resume la información:

Tabla 11: Comparación de indicadores de ajuste.

	<b>Presente estudio</b>	<b>Uscher y Pajares (2009)</b>	<b>Criterio de validez</b>
<b><math>\chi^2</math> S-B</b>	439(246GL) P<0,001	601(246GL) P<0,001	
<b><math>\chi^2</math> S-B corregido</b>	1,74	2,44	<2(Kline1998) <3(Ullman2001)
<b>NNFI</b>	0,98	N/A	>0,95
<b>CFI</b>	0,98	0,96	>0,95
<b>RMSEA</b>	0,047	0,04	<0,06
<b>SRMR</b>	0,06	0,04	<0,10

Elaboración propia.

- **Chi-Cuadrado Satorra-Bentler corregido( $\chi^2$  S-B):** Tanto el presente estudio como el de Uscher y Pajares(2009) cumplen con el criterio de Ullman. Además, el presente estudio cumple con el criterio de Kline, que es más estricto, por lo que la matriz de covarianzas es similar a la esperada.
- **Non Normed Fit Index (NNFI):** El presente modelo cumple con el ajuste recomendado, indicando que el  $\chi^2$  obtenido es similar al esperado.
- **Comparative Fit Index (CFI):** Tanto el presente estudio como el de Uscher y Pajares, cumplen con el criterio, lo que indica que logran explicar adecuadamente la variabilidad de los datos encontrados.
- **The Root Square Error of Aproximation( RMSEA ):** Ambos estudios presentan índices correctos de ajustes, indicando que hay poco error por cada grado de libertad del modelo.
- **Standarized Root Mean Square Residual (SRMR):** La diferencia entre las covarianzas teóricas y reales de ambos modelos es baja, lo que representa un buen ajuste.

En conclusión, el modelo presenta un buen ajuste ante una estructura de cuatro factores subyacentes. Como las preguntas fueron desarrolladas por expertos en la teoría del aprendizaje social se puede aseverar que éstas miden correctamente las cuatro fuentes de *Self-Efficacy* de la teoría de Bandura. Además, se ha validado esta escala para el uso de estudiantes ingresando al estudio de ingeniería.

#### 9.4 Relación entre las Fuentes de *Self-Efficacy* y resultados académicos

En la siguiente tabla se muestran las correlaciones entre las fuentes de *Self-Efficacy* y los resultados académicos de Introducción al Cálculo e Introducción al Álgebra -en el análisis posterior se hablará simplemente de Álgebra y Cálculo-. Se puede observar que todas las fuentes están correlacionadas entre sí con una significancia del 99%, tal como ha sido propuesto por la teoría de Bandura. Las correlaciones entre las diferentes fuentes van entre 0,27 a 0,63. Dado lo anterior se reafirma la necesidad de realizar una Regresión Jerárquica Lineal en vez de una Regresión Lineal Simple.

Las correlaciones de las fuentes con los resultados académicos más significativos son S2 (*vicarious experiences*) y S4 (*emotional arousal*) al 99% de confianza. S3 (*social persuasion*) correlaciona con ambos resultados académicos al 95% de confianza y S1 (*mastery experiences*) sólo correlaciona con las notas de Cálculo al 95%. Además, se puede observar que existe una elevada correlación entre los resultados en Álgebra y en Cálculo de un 0,86.

Tabla 12: Correlaciones entre fuentes y resultados.

<b>Correlaciones</b>						
	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>Nota Cálculo</b>	<b>Nota Álgebra</b>
<b>S1</b>	1					
<b>S2</b>	0,46**	1				
<b>S3</b>	0,63**	0,48**	1			
<b>S4</b>	0,37**	0,27**	0,36**	1		
<b>Nota Cálculo</b>	0,12*	0,16**	0,12*	0,17**	1	
<b>Nota Álgebra</b>	0,05	0,16**	0,10*	0,17**	0,86**	1

\*\* . Correlación significativa al 99% (2-colas).  
 \* . Correlación significativa al 95% (2-colas).

Elaboración propia.

A continuación, se realiza un Análisis Jerárquico Lineal. En una primera instancia se hace una regresión con todos los estudiantes. Se prueban los diferentes órdenes posibles de entrada de los factores y se muestran los modelos que dan una significancia superior al 95%. Se presentan tablas que resumen los resultados. Se mostrarán los Betas de cada modelo, los que se interpretan como el porcentaje en que aumentarían las notas de los estudiantes al aumentar en una desviación estándar la fuente de *Self-Efficacy* correspondiente. Se muestran sólo los Betas del modelo aceptado, el orden en el que los factores fueron incluidos, la varianza explicada, la significancia del modelo y se señala la significancia de los betas al 95%(\*) o al 99%\*\*).

El siguiente cuadro muestra los Betas obtenidos en el pronóstico de las notas de Cálculo y Álgebra para todos los estudiantes. En este caso los Betas de Cálculo y Álgebra coinciden. El factor que más influye es el *emotional arousal*, el que aumenta en un 14% las notas por un aumento de una desviación estándar en dicha fuente. El siguiente factor que más influye es el *vicarious experiences*, con un aumento de un 12% por un aumento de una desviación estándar. Esto se puede interpretar como que el grueso de los estudiantes forma principalmente su confianza en la interpretación de sus estados emocionales y en segundo lugar en lo que piensan que los pares pueden hacer.

Tabla 13: Betas Generales.

	<b>Betas</b>	
	<b>Cálculo</b>	<b>Álgebra</b>
<b>S1</b>	-	-
<b>S2</b>	0,12*	0,12*
<b>S3</b>	-	-
<b>S4</b>	0,14**	0,14**
<b>R2</b>	0,04	0,04
<b>Significancia de Modelo</b>	0,000	0,000
<b>Orden de los Factores</b>	S4, S2, S1, S3	S4, S2, S1, S3
<small>** . Correlación significativa al 99% (2-colas).            * . Correlación significativa al 95% (2-colas).</small>		

Elaboración propia.

Estos resultados difieren de lo encontrado por Loo y Choy(2013) [5] en estudiantes de tercer año de ingeniería. Loo y Choy encuentran que el único factor relevante es *mastery experience*. A diferencia de los estudiantes del estudio de Loo y Choy, los estudiantes del presente estudio tenían experiencias anteriores diferentes, sus habilidades se desarrollaron en contextos dispares y viven en otro entorno cultural; esto puede influir en que al evaluar en el segmento general, la fuente *mastery experiences* no parece ser significativa.

Se analizan diferentes segmentos de estudiantes con el objetivo de entender cómo opera el *Self-Efficacy* con cierto tipo de alumnos. Hay segmentos que no se mostrarán, por ejemplo las notas de cálculo en el segmento de mujeres, dado que el modelo no tuvo la significancia mínima para ser aceptado al 95%.

En una primera instancia se ejecutan modelos para hombres y mujeres por separado, lo cual puede ser observado en la siguiente tabla. En el caso de Cálculo, sólo el modelo con hombres logró ser significativo; las fuentes que influyen en los rendimientos son las mismas que en el modelo general, impactando cada una en un porcentaje prácticamente igual. Por otro lado, en Álgebra los factores son los mismos, pero S2 (*vicarious experiences*) sólo afecta a las mujeres. Resultados similares se encontraron en otros estudios [10]. Además, el impacto de este factor es significativamente mayor que el modelo general, al aumentar en un 20% las notas de los estudiantes ante un aumento de una desviación estándar de esa fuente. Los estudiantes hombres aumentan en un 19% en sus resultados académicos, pero basado en otra fuente, *emotional arousal*.

Tabla 14: Betas por sexo.

<b>Betas</b>			
	<b>Cálculo</b>	<b>Álgebra</b>	
<b>Sexo</b>	<b>Hombres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
<b>S1</b>	-	-	-
<b>S2</b>	0,13*	-	0,20*
<b>S3</b>	-	-	-
<b>S4</b>	0,15**	0,19**	-
<b>R2</b>	0,05	0,04	0,04
<b>Significancia del Modelo</b>	0,001	0,002	0,050
<b>Orden de los Factores</b>	S4, S2, S1, S3	S4, S2, S1, S3	S2, S4, S3, S1

\*\* . Correlación significativa al 99% (2-colas).  
 \* . Correlación significativa al 95% (2-colas).

Elaboración propia.

El siguiente factor en estudio fue el tipo de ingreso, tabla 15. Solo se obtuvieron resultados significativos en el segmento que ingresó mediante el sistema general con la prueba PSU. Esto se puede entender debido que en los otros segmentos había muy pocos estudiantes como para obtener resultados significativos. El ingreso especial más numeroso es el PEG con 16 estudiantes en la muestra. Los resultados indican que son los mismos factores los que influyen en los resultados de Cálculo y Álgebra. Respecto del modelo general, el factor *vicarious experiences* aumenta de un 12% (tabla 13) a un 15% de

impacto en ambos cursos, mientras que el factor *emotional arousal* se mantiene prácticamente igual.

Tabla 15: Betas por tipo de ingreso.

<b>Betas</b>		
	<b>Cálculo</b>	<b>Álgebra</b>
<b>Ingreso</b>	<b>PSU</b>	<b>PSU</b>
<b>S1</b>	-	-
<b>S2</b>	0,15*	0,15*
<b>S3</b>	-	-
<b>S4</b>	0,15**	0,14**
<b>R2</b>	0,06	0,05
<b>Significancia del Modelo</b>	0,000	0,000
<b>Orden de los Factores</b>	S4, S2, S3, S1	S2, S4, S3, S1

\*. Correlación significativa al 99% (2-colas).  
\*. Correlación significativa al 95% (2-colas).

Elaboración propia.

A continuación se realizan modelos según la procedencia geográfica de los estudiantes. Los estudiantes de la Región Metropolitana tienen un aumento de un 16% en las notas, debido a *social persuasion* en Cálculo y un 15% gracias a *emotional arousal* en Álgebra ante un aumento de una desviación estándar en el factor. Los estudiantes que no son de la región metropolitana son influidos por el *emotional arousal*, en un 22% en el caso de cálculo y en un 19% gracias al *vicarious experiences*, ante un aumento de una desviación estándar de éstas. En el modelo por procedencia geográfica, no se obtienen resultados fácilmente interpretables como en otras segmentaciones.

Tabla 16: Betas por procedencia geográfica.

<b>Betas</b>				
	<b>Cálculo</b>		<b>Álgebra</b>	
<b>Región</b>	<b>Metropolitana</b>	<b>Otras</b>	<b>Metropolitana</b>	<b>Otras</b>
<b>S1</b>	-	-	-	-
<b>S2</b>	-	-	-	0,19*
<b>S3</b>	0,16**	-	-	-
<b>S4</b>	-	0,22*	0,15*	-
<b>R2</b>	0,03	0,05	0,02	0,04
<b>Significancia del Modelo</b>	0,010	0,021	0,020	0,046
<b>Orden de los Factores</b>	S3, S4, S1, S2	S4, S2, S1, S3	S4, S2, S1, S3	S2, S4, S1, S3

\*. Correlación significativa al 99% (2-colas).  
\*. Correlación significativa al 95% (2-colas).

Elaboración propia.

Se realiza un análisis por segmento según puntaje de ingreso en la PSU. Los estudiantes con un puntaje menor a 720 no ajustan a un modelo particular. Los alumnos que se encuentran entre el rango 720-750 puntos, tanto en Cálculo (24%) como en Álgebra (23%), se ven influidos por la fuente *vicarious experiences*. Lo que podría explicarse debido a que son un grupo de estudiantes con habilidades promedios, por lo que ven que los resultados de otros son similares a los que tendrán ellos. Por otro lado, los estudiantes en el rango superior 750-850 ven influidos sus resultados por la fuente *emotional arousal* en un 25% en Cálculo y en un 19% en Álgebra ante un aumento de una desviación estándar de la fuente. Esto podría explicarse teniendo en cuenta que es un segmento de alta autoexigencia y que no está acostumbrados al fracaso. Lo anterior puede provocar que ante estrés debido a rendimientos promedios o inferiores, piensen que esto es un síntoma de que no son capaces, lo que terminaría afectando su rendimiento.

Tabla 17: Betas por resultados PSU.

<b>Betas</b>				
	<b>Cálculo</b>		<b>Álgebra</b>	
<b>PSU</b>	<b>720-750</b>	<b>750-850</b>	<b>720-750</b>	<b>750-850</b>
<b>S1</b>	-	-	-	-
<b>S2</b>	0,24**	-	0,23**	-
<b>S3</b>	-	-	-	-
<b>S4</b>	-	0,24**	-	0,19*
<b>R2</b>	0,06	0,06	0,05	0,04
<b>Significancia del Modelo</b>	0,001	0,008	0,002	0,042
<b>Orden de los Factores</b>	S2, S3, S1, S4	S4, S1, S2, S3	S2, S4, S1, S3	S4, S2, S1, S3

\*. Correlación significativa al 99% (2-colas).  
 \*. Correlación significativa al 95% (2-colas).

Elaboración propia.

Se analizaron los Betas según el colegio de procedencia de los estudiantes. En las evaluaciones de Cálculo, los resultados de los estudiantes se ven fuertemente impactadas por *mastery experiences*; en el caso de los colegios particulares pagados, en un 30% y en los particulares subvencionados en un 17%, por cada aumento de una desviación estándar. Esto puede explicarse debido a que en varios colegios de esos dos tipos, se enseñan matemáticas avanzadas con unidades parecidas a las de Cálculo, teniendo así experiencias más parecidas a las de Cálculo universitario en los cuales basar su *mastery experiences*. En las notas de Álgebra, los estudiantes se ven afectados en un 18% y 19%, para los particulares pagados y particulares subvencionados respectivamente. Basándose en ambos casos en la fuentes de *vicarious experiences*.

Tabla 18: Betas por tipo de colegio de procedencia 1.

<b>Betas</b>				
	<b>Cálculo</b>		<b>Álgebra</b>	
<b>Colegios</b>	<b>Particulares Pagados</b>	<b>Particulares Subvencionados</b>	<b>Particulares Pagados</b>	<b>Particulares Subvencionados</b>
<b>S1</b>	0,30**	0,17*	-	-
<b>S2</b>	-	-	0,18*	0,19*
<b>S3</b>	-	-	-	-
<b>S4</b>	-	-	-	-
<b>R2</b>	0,09	0,04	0,05	0,04
<b>Significancia del Modelo</b>	0,000	0,05	0,022	0,036
<b>Orden de los Factores</b>	S1, S4, S2, S3	S1, S4, S2, S3	S2, S4, S1, S3	S2, S3, S4, S1
*. Correlación significativa al 99% (2-colas). *. Correlación significativa al 95% (2-colas).				

Elaboración propia.

En la tabla 19 se muestran los Betas de los estudiantes de colegios municipales. Se puede observar que la fuente *emotional arousal* influye significativamente en los resultados académicos de Álgebra. Sin embargo, se puede observar betas negativos en la fuente de *mastery experiences* significativos para la población. Se cree que la heterogeneidad de la población podría provocar este resultado contrario a la teoría. En particular, se cree que existen dos poblaciones significativamente diferentes: estudiantes con altas capacidades provenientes de colegios emblemáticos con un *Self-Efficacy* medio y estudiantes con capacidades medias o bajas, comparadas con el primer grupo, pero con un alto *Self-Efficacy*. Así, pese a que el *Self-Efficacy* hace un efecto positivo, la fuente *mastery experiences* puede aparentar ser negativa solo en conjuntos de estudiantes que tienen habilidades dispares y un *Self-Efficacy* creado en contextos diferentes.

Tabla 19: Betas por tipo de colegio de procedencia 2.

<b>Betas</b>	
	<b>Álgebra</b>
<b>Colegios</b>	<b>Municipales</b>
<b>S1</b>	-0,31**
<b>S2</b>	-
<b>S3</b>	-
<b>S4</b>	0,30**
<b>R2</b>	0,05
<b>Significancia del Modelo</b>	0,03
<b>Orden de los Factores</b>	S4, S1, S2, S3
*. Correlación significativa al 99% (2-colas).	
*. Correlación significativa al 95% (2-colas).	

Elaboración propia.

Se analizan dos nuevos segmentos, estudiantes de colegios municipales de los 15 mejores establecimientos municipales según resultados PSU y estudiantes de colegios municipales que no pertenecen a colegios top 15. Sólo el modelo de estudiantes municipales que no pertenecen a los colegios top 15 muestra un modelo significativo con una confianza del 95%. En este modelo solo el factor *emotional arousal* es significativo, aumentando en un 41% las notas de Álgebra de los estudiantes ante un aumento de una desviación estándar del factor. Desaparece el efecto negativo de la fuente *mastery experiences*. Se postula que el resultado en todos los colegios municipales es sesgado debido a una elevada heterogeneidad presente entre dichos estudiantes. Se cree importante estudiar en un futuro mejores segmentos para lo que es necesario una mayor muestra.

Tabla 20: Betas de colegios municipales sin top 15.

<b>Betas</b>	
	<b>Algebra</b>
<b>Colegios</b>	<b>Municipales(sin top 15)</b>
<b>S1</b>	-
<b>S2</b>	-
<b>S3</b>	-
<b>S4</b>	0,41*
<b>R2</b>	0,13
<b>Significancia del Modelo</b>	0,026
<b>Orden de los Factores</b>	S4, S1, S2, S3
*. Correlación significativa al 99% (2-colas).	
*. Correlación significativa al 95% (2-colas).	

Elaboración propia.

## 9.5 Conclusiones del estudio

Los estudiantes presentan en general un alto nivel en sus fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas, lo que es un resultado esperable ya que para convertirse en un estudiante de ingeniería uno tiene que pensar que uno es bueno en matemáticas.

Se realizó un Análisis Factorial Exploratorio lo que permitió comprobar que las respuestas a la encuesta aplicada son explicables por cuatro factores subyacentes, la misma cantidad que los determinados por la teoría de Bandura.

Se realizó un Análisis Factorial Confirmatorio, el cual permitió establecer que la estructura supuesta que explica los resultados obtenidos, es la correcta. Esto significa que cada grupo de seis preguntas es explicado por uno de los cuatro factores subyacentes -*mastery experiences, vicarious experiences, social persuasion y emotional arousal*-. Para analizar se probaron diversos índices de ajuste del modelo, además de la consistencia interna de los factores y la carga de las preguntas en cada uno de los factores, resultando en todos los casos un buen ajuste. Por lo tanto, el instrumento utilizado permite medir correctamente las cuatro fuentes descritas en la teoría de Bandura, lo que comprueba la primera hipótesis.

Se analiza la influencia de las fuentes del *Self-Efficacy* en los resultados de los estudiantes utilizando una Regresión Jerárquica Lineal debido a que los factores muestran correlación entre si tanto en la teoría como en los resultados del presente estudio. En el análisis del modelo general, el cual incluye a todos los estudiantes, se estableció que existen dos fuentes del *Self-Efficacy* que influyen de manera significativa en el rendimiento académico en los cursos de Álgebra y Cálculo. La fuente *vicarious experiences* aumenta un 12% el rendimiento de ambos cursos mientras que la fuente *emotional arousal* lo incrementa en un 14% ante un aumento de una desviación estándar en la fuente del *Self-Efficacy*. Se comprueba entonces la segunda hipótesis ya que existen fuentes del *Self-Efficacy* que influyen positivamente los resultados académicos de los estudiantes.

Al analizar diferentes segmentos de estudiantes, se descubre que las diferentes fuentes afectan los resultados académicos en matemática de diferente manera entre los grupos de estudiantes. Todas las fuentes del *Self-Efficacy* resultaron significativas en al menos un segmento de alumnos. Las diferentes fuentes que influyen distintamente de 0 con un 95% de confianza, lo hacen aumentando el rendimiento entre un 12% y un 41% en las notas de

los estudiantes ante un aumento de una desviación estándar. Cómo la influencia del *Self-Efficacy* en los resultados de los estudiantes depende del segmento, es posible entonces aseverar que la tercera hipótesis también se valida.

Cómo los diferentes segmentos de estudiantes se ven influidos distintamente por las cuatro fuentes de *Self-Efficacy*, si se busca aumentar el *Self-Efficacy* se hace necesario aumentar varias fuentes para abarcar a todos los segmentos de estudiantes.

El *Self-Efficacy* generado en los estudiantes en un contexto escolar influye significativamente a los resultados de los alumnos en otro contexto: el universitario. Esto podría demostrar que el *Self-Efficacy* que se desarrolla en los estudiantes tiene un efecto de largo plazo. Independiente de lo anterior, el *Self-Efficacy* podría cambiar a lo largo de la carrera. Sobre todo durante el primer semestre, de acuerdo a la teoría de Bandura, ya que el *Self-Efficacy* se forma principalmente en las primeras experiencias en un ámbito. Queda propuesto analizar el cambio que podría existir en el *Self-Efficacy* de los estudiantes tanto durante el primer semestre como a lo largo de la carrera.

Mediante este trabajo se logra validar localmente que el *Self-Efficacy* es relevante para los resultados académicos de los estudiantes de la Facultad. Lo que concuerda con la experiencia internacional y se concluye entonces que el *Self-Efficacy* es relevante para la Facultad. Nace una nueva pregunta. Si el *Self-Efficacy* es relevante, ¿en que ámbitos es especialmente relevante el *Self-Efficacy*? Los capítulos siguientes, buscan responder la interrogante, al identificar potenciales ámbitos, justificando cuales son relevantes y discutiendo posibles maneras de aumentarlos. Se identifican 3 ámbitos, incluido el académico.

## **10 IMPORTANCIA DEL SELF-EFFICACY EN LA FCFM**

En este capítulo se detallan los ámbitos que se consideran relevantes para el estudio o desarrollo del *Self-Efficacy* dentro de la Facultad. Tres fueron los ámbitos escogidos:

1. *Self-Efficacy* académico.
2. *Self-Efficacy* en emprendimiento e innovación.
3. *Self-Efficacy* en habilidades profesionales.

Para cada uno de los ámbitos se detallará la importancia de éste en los diferentes objetivos planteados por la Facultad y en cómo el *Self-Efficacy* puede potenciar dichos objetivos.

Se señalarán bases para medir el *Self-Efficacy* en los tres ámbitos escogidos. Se seguirá la guía de Bandura para construir escalas de *Self-Efficacy* [30], entendiendo que se puede medir las fuentes de *Self-Efficacy* o el *Self-Efficacy*. Las fuentes de *Self-Efficacy* se miden mediante escalas tipo Likert, demostrando el acuerdo o desacuerdo con la oración generando preguntas que intenten medir cada una de las cuatro fuentes. El *Self-Efficacy* se mide con una escala que parte de 0 y normalmente termina en 10, siendo el 0 "no soy capaz" y el 10 "soy totalmente capaz" de realizar alguna de las habilidades necesarias para ser exitoso en un ámbito determinado. Se mostrarán instrumentos que permiten medir dichos ámbitos.

Además, se discutirán estrategias para aumentar el *Self-Efficacy*, las cuales fueron principalmente obtenidas de la literatura y se analizará cómo esas estrategias influyen a las diferentes fuentes de *Self-Efficacy*.

## **10.1 Self-Efficacy Académico**

### 10.1.1 Relevancia del *Self-Efficacy* Académico

En capítulos anteriores se estudia cómo el *Self-Efficacy* ayuda a los estudiantes a mejorar sus resultados académicos. Esto ha sido ampliamente comprobado en la literatura [3] [2] [10] [31] [13]. Recapitulando, los estudiantes con alto *Self-Efficacy* mejoran los siguientes tres factores relevantes en el ámbito académico:

1. **El aprendizaje y el rendimiento académico.** Gracias a que el estudiante se fija metas más altas, se prepara mejor, se motiva más y se esfuerza más.
2. **Su selección a programas más desafiantes.** Dado que se sienten más capaces y creen que pueden tener éxito.
3. **La retención de estudiantes.** Debido a que aumenta su persistencia y su resiliencia. Además, tienen menos ansiedad, estrés y depresión.

En el presente estudio se validó cómo el *Self-Efficacy* en matemáticas de estudiantes recién ingresados a la Facultad afecta significativamente los resultados en matemática de primer semestre. Por lo tanto, experimentalmente se comprueba que el *Self-Efficacy* en el ámbito académico es de suma relevancia para los resultados académicos de los estudiantes.

En el actual proceso de acreditación se planteó que era una debilidad para la FCFM, la baja motivación de los estudiantes, su baja autoconfianza y que no existían mecanismos para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes promedio o de los buenos estudiantes. Un aumento del *Self-Efficacy* académico de los estudiantes permitiría aumentar la motivación de los estudiantes, su percepción de sentirse capaces y sus resultados en general. Por consiguiente, el *Self-Efficacy*, es un factor relevante para las acciones que se tomen posteriores al análisis de la situación actual de la Facultad.

La presente investigación se enfocó sólo en el *Self-Efficacy* académico en matemáticas. Es conveniente ampliar el ámbito académico a las ciencias y matemáticas para así abarcar de una mejor manera lo enseñado en los diferentes cursos de la Facultad.

### 10.1.2 Medición del *Self-Efficacy* Académico

Es relevante medir el *Self-Efficacy* académico, ya que se puede utilizar como variable a ser considerada en el rediseño de cursos, obteniendo así una variable objetiva de mejora entre diferentes versiones curriculares. Por otro lado, se puede hacer un análisis más profundo del aprendizaje de los estudiantes y de cómo varía el *Self-Efficacy* a lo largo del proceso académico del alumno. Además, una medición temprana podría permitir brindar apoyo focalizado a los estudiantes con niveles más bajos de confianza, para que esto no les afecte en sus resultados posteriores.

Para medir el *Self-Efficacy* en ciencias y matemáticas se puede utilizar dos enfoques. Se puede medir las cuatro fuentes en ciencias y matemáticas tal como se realizó en el presente estudio al usar escalas de tipo LIKERT. Lo cual podría ser más preciso, pero es más complejo de desarrollar y aumenta la cantidad de preguntas a responder. Por otro lado, se puede encontrar todas las habilidades necesarias para ser bueno en ciencias y matemáticas, y redactar un cuestionario con oraciones que indaguen si el estudiante piensa ser capaz en cada una de esas habilidades, usando para esto escalas del 0 al 10 recomendadas por Bandura. El primer enfoque permitiría saber qué fuentes del *Self-Efficacy* son las que conviene aumentar, o cuáles fueron las aumentadas. Mientras que el segundo enfoque permitiría sólo medir si el *Self-Efficacy* en el ámbito académico aumentó o no.

En el presente trabajo se utilizó un instrumento para medir las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas a estudiantes de primer año. Este instrumento fue adecuadamente validado y puede ser correctamente utilizado para medir el *Self-Efficacy* en matemáticas de estudiantes que recién ingresaron, pero es necesario hacer adaptaciones para que corresponda a estudiantes de cualquier nivel de ingeniería. Estas adaptaciones implican cambiar algunos términos, como por ejemplo es necesario cambiar "Tuve buenos resultados en matemática en enseñanza media" por "Tuve buenos resultados en matemática en ramos anteriores". Además, si se busca integrar no solo el ámbito de las matemáticas, sino también las ciencias, habría que incluir preguntas que pretendan medir la percepción de capacidades en dicha área. Para incluir el ámbito de las ciencias se podría adaptar la escala "sources of science self-efficacy" [32].

Por otro lado, si se quiere medir solo el *Self-Efficacy*, es necesario hacer una lista de las habilidades necesarias para ser eficaz en ciencias y matemáticas y seguir el procedimiento de Bandura para construir la escala.

### 10.1.3 Estrategias para aumentar el *Self-Efficacy* Académico.

1. Loo y Choy [5], proponen que es importante fijar los conocimientos y habilidades previas de los estudiantes que ingresan a ingeniería realizando actividades que muestren cómo las habilidades o conocimientos previos pueden ser aplicados. Esto podría aumentar fuertemente el *Self-Efficacy* mediante *mastery experiences*.
2. Loo y Choy [5]: Las experiencias exitosas en clases aumentan el *Self-Efficacy* del estudiante, sobre todo cuando éstas le muestran claramente al estudiante que está adquiriendo conocimientos y habilidades. Para esto se puede modelar la clase y las evaluaciones para que el estudiante obtenga éxitos progresivos y de esta manera aumentar su *mastery experiences*.
3. Sawtelle, Brewe y Kramer (2012) [10] encontraron que el aprendizaje activo aumenta más que las clases lectivas el *Self-Efficacy*. El enfoque CDIO o el enfoque del aprendizaje basado en problemas pueden ser especialmente útiles, ya que los estudiantes no sólo aprenden, sino que ponen a prueba sus habilidades y conocimientos en ambientes más prácticos. La fuente que potencia esto es *mastery experiences* mediante experiencias exitosas y en algunos contextos *vicarious experiences*, al ver a pares ser exitosos.
4. Shunk (1985) [18] propone que mediante el aprendizaje social se puede aumentar el *Self-Efficacy*. Los estudiantes que ven a otros parecidos a ellos realizar algo piensan que ellos también son capaces. En consecuencia, estrategias como sacar a estudiantes al pizarrón en contextos donde puedan ser exitosos les mostrará a sus compañeros que también son capaces. Esta estrategia aumenta el *Self-Efficacy*, mediante *vicarious experiences*.
5. Shunk (1985) [18] plantea que un *feedback* positivo ayuda a potenciar el *Self-Efficacy* en estudiantes. Para esto es importante mencionar a los estudiantes que están haciendo progresos y que son capaces. Las mismas evaluaciones de los cursos podrían estar directamente ligadas a aprendizajes y no a resultados ante problemas, para hacer así más consciente al estudiante de sus logros.

## **10.2 Self-Efficacy en Emprendimiento e Innovación**

### 10.2.1 Relevancia del *Self-Efficacy* en Emprendimiento e Innovación

La Universidad de Chile como universidad pública, está comprometida con los intereses del país. El emprendimiento es visto como una de las principales vías para hacer crecer la economía y el bienestar de la población en general de los países. Chile ha desarrollado diversos programas para aumentar el emprendimiento tales como Start-Up Chile. Un estudiante de Standford define el emprendimiento cómo “un estado mental, una actitud que moldea en la forma en se ve el mundo y sus posibilidades, nace como una insatisfacción del status quo y te da el coraje de decir esto podría ser mejor. Tener emprendedores dentro de una Facultad de ingeniería puede ayudar a traspasar el conocimiento creado hacia la sociedad en formato de productos, servicios o ayudas sociales hacia la comunidad. Por tanto, no solo es relevante el emprendimiento, sino también la innovación.

Dentro del perfil de egreso de la Facultad, se enuncia que los estudiantes tienen que “Desarrollar tanto la capacidad de invención, innovación y emprendimiento, así como el pensamiento crítico”. Por lo tanto, es de relevancia para la Facultad desarrollar y potenciar las habilidades de emprendimiento e innovación. Además, la autoevaluación para el proceso de acreditación menciona la intención de desarrollar las habilidades y proyectos en innovación y emprendimiento [21].

Además, en el programa “Nueva Ingeniería para el 2030”, se ha definido como prioritario la formación en la innovación y emprendimiento en ciencia y tecnología dentro de la Facultad. En particular, se pretende aumentar las habilidades de emprendimiento e innovación con medidas como crear un laboratorio para el emprendimiento y la innovación.

Desarrollar el *Self-Efficacy* en este ámbito permitirá a estudiantes potenciar sus proyectos en innovación y emprendimiento. Esto sucede bajo los cuatro mecanismo de acción: (1) Gracias a los procesos de selección, los estudiantes que se sientan más capaces en este ámbito tomarán más fácilmente la decisión de emprender o innovar que compañeros de una confianza menor. (2) Mediante los procesos cognitivos los estudiantes se fijarán metas más ambiciosas en sus emprendimientos o innovaciones, y bajo esas metas planearán sus estrategias de éxito. (3) Gracias a los procesos motivacionales serán capaces de mantenerse en sus proyectos por más tiempo y dedicar más esfuerzo, lo que es requerido en la mayor parte de los emprendimiento e innovaciones. (4) Gracias a los procesos afectivos, un estudiante no verá a su entorno como amenazas sino más bien como oportunidades y tendrá menos estrés, depresión y ansiedad en sus proyectos.

## 10.2.2 Medición del *Self-Efficacy* en Emprendimiento e innovación

Es relevante contar con un instrumento que permita medir el *Self-Efficacy* de los emprendedores e innovadores, tanto para conocer actualmente la percepción que tienen los estudiantes de sus capacidades a diferentes niveles de la carrera, como para poder medir la efectividad de futuras intervenciones o incluso para continuar con investigaciones posteriores. En la literatura no hay mucho acuerdo en torno a cuáles preguntas utilizar. Existen por ejemplo varios autores que se enfocan en preguntas que apuntan a conocimientos técnicos de administración y otros que se enfocan más en habilidades de los emprendedores. Muchas de las encuestas elaboradas también apuntan solo al emprendimiento empresarial y sería bueno no limitar el entendimiento del emprendimiento a solo este ámbito. Por último las habilidades que una persona piensa que son necesarias para emprender o innovar varían entre una cultura y otra, por lo que se decide construir una encuesta.

Para construir la encuesta se toman las recomendaciones propuestas por la guía de Bandura (2006) [30] para construir escalas de *Self-Efficacy*. Una de las recomendaciones es que para crear una encuesta que mida el *Self-Efficacy* se deberían buscar todas las sub-habilidades necesarias para cumplir con el objetivo. Es por esto que se buscan las habilidades necesarias para emprender según un contexto nacional. Ante esto se encuentra un trabajo desarrollado por Barahona(2009) [33] en donde compara a diferentes autores -Bhide, Varela, McClelland, Barros, Vignolo, Wills, IncubadoraCreaMe, Hornaday, Timmons, Stevensons, Salhama y Roberts- y obtiene un listado de 13 habilidades necesarias para un emprendedor chileno. Estas habilidades son posteriormente usadas por un programa de CORFO para fortalecer las habilidades de los emprendedores [34]. El set de habilidades encontradas son prácticamente las mismas que las definidas por Gerber, Elizabeth, et al. 2012 [35] para medir el *Self-Efficacy* en innovación. Por lo tanto, se podría utilizar la misma escala o una pequeña variante de las habilidades de emprendimiento para medir los ámbitos del emprendimiento e innovación que quedan definidos con las mismas habilidades.

Después de seleccionadas las habilidades, se escriben tal y como describe la guía de Bandura, esto es poniendo las preguntas en formas tales como "Soy capaz de..." ya que como bien explica, se busca medir el sentimiento de una persona de sentirse o no capaz. Por otro lado, si bien las fuentes de *Self-Efficacy* suelen medirse en escalas de tipo Likert el *Self-Efficacy*, se recomienda que se mida en una escala del 0 al 10, en donde aparezca una leyenda desde "no soy capaz" a "soy capaz de hacerlo perfectamente". Es así como se obtiene la encuesta que se encuentra en el Anexo 14.7.

### 10.2.3 Estrategias para aumentar el *Self-Efficacy* en Emprendimiento e Innovación.

Hoy existen diversas iniciativas para mejorar el emprendimiento dentro de las universidades. En el capítulo 7.1.5 se presentó un programa que, para potenciar el emprendimiento, tenía como principal objetivo aumentar el *Self-Efficacy* para incrementar el interés de los estudiantes por esta vía, lo que fue un éxito. A continuación se discutirán cómo diferentes propuestas, que no son novedosas en sí, ya que se aplican actualmente en diversas universidades chilenas, tienen un impacto en el *Self-Efficacy* y por tanto en las actitudes y resultados de los emprendedores y posiblemente también en los innovadores.

- 1. Cursos de emprendimiento:** existen hoy en día diversos cursos obligatorios o electivos, en la Facultad o en otras universidades sobre emprendimiento. Estos cursos normalmente empujan a desarrollar un proyecto de emprendimiento a estudiantes durante un semestre. Este tipo de cursos aumenta la fuente de *mastery experiences*, la que ha demostrado en varios ámbitos ser la más potente a la hora de aumentar el *Self-Efficacy*. El establecer un curso obligatorio en el cual los estudiantes tengan que emprender empresarial o socialmente, es una herramienta potente para desarrollar el *Self-Efficacy* de los estudiantes como sus intenciones y actitudes de emprendimiento. Si, además esta experiencia se vive al comienzo de la carrera, los estudiantes desde un comienzo estarán más motivados por el emprendimiento y participarán más de diversas iniciativas. Sin ir muy lejos, el curso "Introducción a la Ingeniería Industrial I" diseñado por Vignolo [36] ha demostrado un cambio profundo en los estudiantes, haciéndolos más activos sobre la realidad en la que viven y les enseña a tomar acción ante problemas u oportunidades presentes.
- 2. Eventos de emprendimiento:** en diferentes universidades existen eventos de emprendimiento que duran uno o más días, abordando de una manera profunda diferentes temas de emprendimiento. Incluso existen versiones cortas de una o dos horas de duración llamados Meetup. Durante estas jornadas uno de los principales actos es la presentación de emprendedores exitosos que muestran sus proyectos. Esto aumenta la fuente de *vicarious experiences*, ya que los participantes ven cómo otros pueden lograr un emprendimiento. Esto se potencia si los emprendedores tienen algo en común con la audiencia, por ejemplo ser jóvenes, si estudiaron la misma carrera o en la misma Facultad. Además, suele ocurrir que los emprendedores invitan al público a ser emprendedores lo que aumenta la fuente *social persuasion*. En algunas de estas jornadas se les da consejos para emprendedores o se hacen actividades que desarrollan alguna de las habilidades necesarias

para el emprendimiento; esto aumenta el *mastery experiences* de los participantes. Por último, a los no asistentes les aumenta el *vicarious experiences* si se enteran de que sus compañeros están participando. Por esto es importante la difusión de este tipo de eventos.

3. **Tutores:** En diversos programas de emprendimiento se realizan mentorías. Éstas no solo entregan más conocimientos o habilidades a un potencial emprendedor, sino que también aumentan fuertemente el *vicarious experiences*, al compartir con alguien que pudo emprender y el *social persuasion*, ya que en las mentorías se suele instaurar el mensaje de que se es capaz.
4. **Bridge UC:** Este programa lleva a estudiantes de la Universidad Católica de Chile a diferentes polos de emprendimiento en el mundo, nutriéndolos de contactos y de experiencias de otros emprendedores. Se aumenta considerablemente la fuente de *vicarious experiences*, al poner en contacto a estudiantes con emprendedores de clase mundial.
5. **CMI:** Este es un programa que pone en contacto a estudiantes de MIT con estudiantes de universidades de EEUU, durante una semana, con el principal objetivo de aumentar el interés emprendedor gracias al *Self-Efficacy*. Este tipo de programas son potentes gracias al *vicarious experiences* y *social persuasión*, que ocurre cuando los estudiantes conocen a otros emprendedores. Además, se desarrollan ciertas habilidades vitales para el emprendimiento como el *networking*, el saber vender una idea de negocios etc, lo que aumenta la fuente de *Self-Efficacy*.
6. **Innovación:** todas las iniciativas anteriores pueden, de manera análoga, aplicarse a la innovación generando, por ejemplo tutores para los innovadores, cursos o eventos para desarrollar el *Self-Efficacy* innovador.

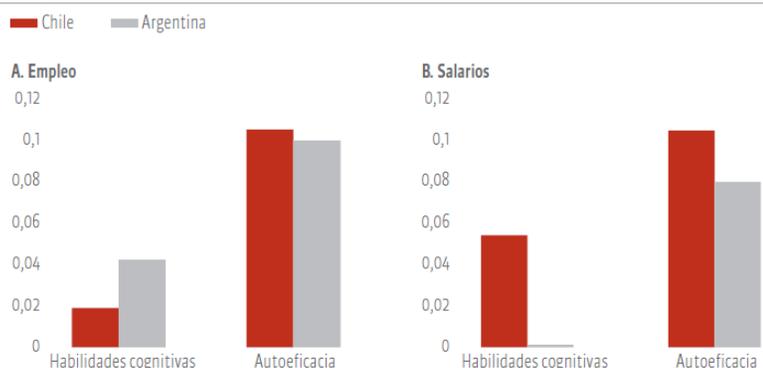
### 10.3 Self-Efficacy en habilidades profesionales

#### 10.3.1 Relevancia del *Self-Efficacy* en Habilidades Profesionales

En el perfil de egreso de los estudiantes se enuncian varias habilidades profesionales que buscan ser desarrolladas durante la carrera. Por ejemplo, se especifica que un estudiante tiene que desarrollar su capacidad de autoaprendizaje, su capacidad de comunicación, su capacidad de trabajo en equipo y su conciencia ética. Sin embargo, la principal crítica dentro de las encuestas realizadas durante el proceso de acreditación, tanto a estudiantes como a académicos muestra que el aspecto más débil es el desarrollo de habilidades profesionales. Uno de los tres ejes del plan de mejora dentro del proceso de acreditación fue el desarrollo de habilidades profesionales, lo que demuestra el compromiso de la Facultad con éstas.

En un estudio realizado en Chile y Argentina, por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se estudia la relación entre *Self-Efficacy* (Traducido como autoeficacia), empleabilidad y salarios. Los resultados muestran que existe un aumento en un 10% tanto en empleabilidad como en sueldos ante un aumento de una desviación estándar en el *Self-Efficacy* de chilenos entre 25 y 30 años. Esto demuestra lo importante que es el *Self-Efficacy* dentro del ámbito profesional.

Figura 6: Habilidades y resultados laborales.  
**Asociación entre habilidades y resultados laborales**  
(Trabajadores de 25 a 30 años de edad)



Fuente BID [37]

El *Self-Efficacy* influye de diferentes maneras en el desarrollo de las habilidades profesionales. Por un lado, mediante los mecanismos de selección los estudiantes participan de proyectos más complejos, los que ponen a prueba y desarrollan sus habilidades. Además, las metas fijadas en proyectos serán más altas, planeando así estrategias más ambiciosas para ser más exitosos. Los procesos motivacionales mantendrán el esfuerzo por más tiempo y los procesos afectivos permitirán al estudiante tener menor estrés, ansiedad y depresión, durante su desarrollo como profesional.

### 10.3.2 Medición del *Self-Efficacy* en habilidades profesionales

Actualmente, la Facultad tiene importantes debilidades dentro de la formación de las habilidades profesionales. Por esto se ha establecido un plan de acción para mejorarlas. El desarrollo del *Self-Efficacy* podría potenciar este plan aumentando el desarrollo y el uso de las habilidades profesionales de los estudiantes. Debido a que es una variable relevante, se recomienda medir el *Self-Efficacy* en las habilidades profesionales de los estudiantes para poder medir su progreso en cursos o a lo largo de la carrera.

Existen pocas escalas usadas para medir el *Self-Efficacy* profesional. Además, es conveniente enfocarse en la medición del *Self-Efficacy* de las habilidades que la escuela de ingeniería define en su perfil, ya que son las que se busca desarrollar. Estas coinciden con las habilidades profesionales definidas por ABET [38] (Accreditation Board for Engineering and Technology) cómo necesarias para la ingeniería.

Siguiendo la guía para la construcción de escalas de *Self-Efficacy* [30], primero se separan en habilidades específicas y se las redacta en oraciones que muestren la percepción de capacidad. Por ejemplo, la siguiente habilidad "Comunicarse efectivamente en forma oral, escrita y gráfica, tanto en español..." se separa en las subsiguientes habilidades específicas:

- Soy capaz de comunicarme efectivamente en forma oral en español.
- Soy capaz de comunicarme efectivamente en forma escrita en español.
- Soy capaz de comunicarme efectivamente en forma gráfica.

Finalmente el *Self-Efficacy* debería medirse según Bandura en una escala del 0 al 10, en donde aparezca una leyenda desde "no soy capaz" a "soy capaz de hacerlo perfectamente". Es así como se obtiene la encuesta que se encuentra en el Anexo 14.8.

### 10.3.3 Estrategias para aumentar el *Self-Efficacy* en habilidades profesionales

1. **El aprendizaje basado en proyectos** ayuda a los estudiantes a plantearse situaciones en las que se pone a prueba y ejercita las habilidades profesionales. Esto tiene un aumento en el *Self-Efficacy* de los estudiantes. Existen variantes más potentes tanto para el aprendizaje de las habilidades como para el *Self-Efficacy*. Hay facultades de ingeniería en EEUU que no solo ponen a los estudiantes a trabajar en equipo sino que, además, incluyen módulos formales en los cuales se les enseña a trabajar en equipo [38]. Estos módulos son desarrollados para diferentes habilidades y para diferentes niveles y son integrados modularmente en diferentes cursos que lo solicitan. Esta estrategia aumenta sustancialmente el *Self-Efficacy*, ya que la fuente *mastery experiences* se potencia. Esto sucede gracias a que esta fuente no solo se genera con los resultados objetivos, sino que con la interpretación de éstos, y al hacer al estudiante más consciente del desarrollo de habilidades, su *Self-Efficacy* incrementa. Otra variante es trabajar con problemas reales, con un cliente o un socio comunitario al cual hay que satisfacer una necesidad. Al poner a prueba las habilidades profesionales en un contexto real, se potencia la creencia de ser capaz en éstas. Por último, todo curso que pretenda incrementar las habilidades profesionales de los estudiantes, debería tener como uno de sus objetivos explícitos el que los estudiantes aumenten su *Self-Efficacy*, porque como enuncia Bandura, no solo bastan las habilidades y conocimiento ante situaciones complejas, sino que también es necesario que la persona se sienta capaz para poder tener óptimos resultados.
2. **La retroalimentación** permite aumentar el *Self-Efficacy* de los estudiantes. Los alumnos necesitan, de acuerdo a Shunk (1985) [18], una información clara respecto a que están adquiriendo nuevas habilidades. Un *feedback* hacia el estudiante que enuncie sus progresos aumentará el *Self-Efficacy* del estudiante mediante la fuente de *social persuasion*.
3. **Las prácticas profesionales** son un contexto ideal para desarrollar competencias profesionales, como para ponerlas a prueba y darse cuenta de qué se es capaz. Particularmente, se ha encontrado que hay contextos, como participar en un equipo de trabajo, que aumentan aún más el *Self-Efficacy* profesional [31]. En este caso la fuente *mastery experiences* es la que más aporta, ya que el estudiante pone a prueba sus habilidades. Si esto se realiza en un buen contexto, o con actividades paralelas como conversaciones con un tutor o módulos para desarrollar una habilidad, el incremento podría ser mayor.

## **11 INVESTIGACIONES FUTURAS**

En el presente trabajo se respondieron las inquietudes descritas por las hipótesis planteadas, pero existen otras preguntas que merecen ser estudiadas para comprender mejor cómo el *Self-Efficacy* influye en los estudiantes. Se plantea a continuación cinco líneas de investigación futuras:

1. Una primera línea de investigación es desarrollar instrumentos para medir los ámbitos relevantes no evaluados del *Self-Efficacy* y validarlos correctamente con estudiantes.
2. Cuando los instrumentos estén desarrollados se puede hacer estudios sobre cómo varía el *Self-Efficacy* de los estudiantes durante su aprendizaje en la Facultad.
3. Gracias a los instrumentos se podrá también evaluar rediseños a cursos y ver cómo impactan al *Self-Efficacy*.
4. Es relevante investigar en mayor detalle las minorías, para lo cual habría que obtener muestras más grandes para obtener resultados con una mayor significancia estadística.
5. Dado que la fuente *emotional arousal* es una de las que más influye en el rendimiento de los estudiantes de primer semestre y es a la vez una de las menos estudiadas de como poder incrementarla, es de interés investigar cómo aumentar esta fuente.
6. Es importante estudiar de manera dinámica el *Self-Efficacy*, ver cómo cambiar a lo largo de los años del proceso educativo.

## **12 CONCLUSIONES GENERALES**

El instrumento utilizado para medir las fuentes de *Self-Efficacy* de estudiantes recién ingresados a la Facultad resultó ser correcto. Así, las preguntas representan correctamente los cuatro factores subyacentes explicitados en la teoría de Bandura. Esto confirma la primera hipótesis planteada durante la investigación.

Al evaluar todos los estudiantes de la muestra, se puede observar cómo las fuentes de *Self-Efficacy* aumentan significativamente los resultados académicos. En particular *vicarious experiences* aumenta en un 12% y *emotional arousal* en un 14% los resultados de Cálculo y Álgebra ante un aumento de una desviación estándar en la fuente respectiva. Por lo tanto se puede confirmar la segunda hipótesis, las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas influyen de forma positiva los resultados académicos de los estudiantes de primer semestre.

No todos los factores demostraron ser significantes en todos los segmentos de estudiantes. Pero todos los factores demostraron ser relevante en al menos un segmento de estudiantes. Las diferentes intensidades varían entre un 12% a un 41% de aumento en las notas dado un aumento de una variación estándar del *Self-Efficacy*. Se comprueba así la tercera hipótesis la cual señala que las fuentes del *Self-Efficacy* influyen con distinta intensidad en los diferentes segmentos de estudiantes.

Durante la investigación se analizaron las fuentes de *Self-Efficacy* en matemáticas y su relación con los resultados académicos de los estudiantes, cumpliéndose así con los dos primeros objetivos específicos del trabajo de memoria. Esto demuestra que, lo enunciado tanto en la teoría de Bandura como en los cientos de artículos que confirman la importancia del *Self-Efficacy* en el comportamiento humano, también se aplica a los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Chile.

Las fuentes de *Self-Efficacy* medidas en matemáticas fueron desarrolladas principalmente con la experiencia vivida en el colegio por los estudiantes e influyeron en los resultados académicos universitarios. Por lo tanto, se cree que el *Self-Efficacy* desarrollado en un ambiente puede servir en otro, mientras existan habilidades comunes que permitan el éxito en ambos.

Se proponen tres ámbitos en los cuales es relevante medir, estudiar o idear estrategias para aumentar el *Self-Efficacy* de los estudiantes. El ámbito académico, dado la importancia del constructo en los resultados académicos de los estudiantes. El ámbito del emprendimiento e innovación, ya que se puede potenciar las intenciones, actitudes y persistencia en los proyectos de los alumnos. Y el ámbito de las habilidades profesionales, tanto para su aprendizaje como para su posterior uso. De esta manera se cumple con el tercer objetivo el cual buscaba "identificar los ámbitos en los cuales el *Self-Efficacy* puede ser relevante en ingeniería".

En el capítulo 10 se discutieron diferentes estrategias conducentes a potenciar el *Self-Efficacy* de los estudiantes mediante las diferentes fuentes de la teoría de Bandura. Se plantearon diferentes iniciativas recomendadas por la literatura, a continuación se enumeran las que se creen podrían tener más éxito en la Facultad:

- **Ámbito académico:** para aumentar el *Self-Efficacy* académico se podría aumentar el trabajo en proyectos, el trabajo en equipo y usar herramientas que permitan fijar conocimiento y habilidades previas, o ser consiente de ellas.
- **Ámbito del emprendimiento e innovación:** para aumentar el *Self-Efficacy* en este ámbito se podrían crear más cursos de innovación y emprendimiento, se podrían tener tutores de apoyo para los proyectos que surjan. Además, es importante crear una cultura de que se puede emprender, para ello es relevante el realizar eventos de emprendimiento e innovación y difundir las diferentes iniciativas dentro de la comunidad.
- **Ámbito de las habilidades profesionales:** se puede aumentar el *Self-Efficacy* mediante la incorporación de más trabajos en proyectos, siendo estos más potentes si se realizan con desafíos reales.

Además, se plantean otras líneas de investigación futuras: la validación de los instrumentos de medición, el ver si hay diferencias a lo largo del proceso educativo o al realizar cursos, y el analizar en detalle cómo el *Self-Efficacy* afecta el rendimiento o retención de minorías.

Durante el trabajo de memoria, se estudió cuánto influían las fuentes de *Self-Efficacy* en los resultados académicos, se discutió cómo es que las fuentes influyen en los resultados académicos, se discutieron los ámbitos en los cuales el *Self-Efficacy* es relevante, y por lo tanto, se cumplió con el objetivo principal de esta memoria el que es: "Estudiar las fuentes de *Self-Efficacy* y su relación con los resultados académicos de los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Chile".

### **13 BIBLIOGRAFÍA**

- [1] CORFO, «CORFO,» [En línea]. Available: <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/concurso-nueva-ingenieria-para-el-2030>. [Último acceso: 15 05 2014].
- [2] A. Bandura, «Self-Efficacy,» *Encyclopedia of human behavior (Vol. 4, pp. 71-81).*, vol. 4, pp. 71-81, 1994.
- [3] A. Bandura, «Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning,» *Educational Psychologist*, pp. 117-148, 1993.
- [4] N. G. Boyd y G. S. Vozikis, «The Influence of Self-Efficacy on the Development of Entrepreneurial Intentions and Actions,» *ENTREPRENEURSHIP THEORY and PRACTICE*, pp. 63-77, 1994.
- [5] C. Choy y J. Loo, «Sources of Self-Efficacy Influencing Academic Performance of Engineering Students,» *American Journal of Educational Research*, vol. 1, nº 3, pp. 86-92, 2013.
- [6] R. Kumar y C. Uzkuurt, «Investigating the effects of self efficacy on innovativeness and the moderating impact of cultural dimensions,» *Journal of International Business and Cultural Studies* , vol. 4, 2010.
- [7] E. Usher y F. Pajares, «Sources of self-efficacy in mathematics: A validation study,» *Contemporary Educational Psychology*, vol. 34, p. 89-101, 2009.
- [8] G. Zhang, T. Anderson , M. Ohland y b. Thorndyke, «Identifying Factors Influencing Engineering Student Graduation: A Longitudinal and Cross-Institutional Study,» *Journal of Engineering Education*, vol. 93, nº 4, pp. 313-320, 2004.
- [9] OECD, «PISA 2012 Results,» [En línea]. Available: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results.htm>. [Último acceso: 02 07 2014].
- [10] V. Sawtelle, E. Brewe y L. H. Kramer, «Exploring the Relationship Between Self-Efficacy and Retention in Introductory Physics,» *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, vol. 49, nº 9, pp. 1096-1121, 2012.
- [11] G. Markmana y R. Baronb, «Person-entrepreneurship fit: why some people are more successful as entrepreneurs than others,» *Human Resource Management Review*, vol. 2, nº 13, pp. 281-301, 2003.
- [12] G. D. B. D. B. & B. R. A. Markman, « Inventors and New Venture Formation: the Effects of General Self-Efficacy and Regretful Thinking.,» *Entrepreneurship Theory and Practice*, vol. 27, nº 2, pp. 149-165, 2002.
- [13] Brainard y Carlin, «A six-year longitudinal study of undergraduate women in engineering and science,» *Engineering education*, vol. 87, nº 4, pp. 369-369, 1998.
- [14] Budny, bjedov y lebold, «Assessment of the impact of the freshman engineering courses,» *frontiers in education conference*, 1997.

- [15] J. S. Brotman y F. M. Moore, «Girls and science: A review of four themes in the science education literature,» *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 45, nº 9, p. Journal of Research in Science Teaching, 2008.
- [16] E. Lovell, « A Soft Circuit Curriculum to Promote Technological Self-Efficacy,» MIT, 2011.
- [17] W. Lucas y S. Cooper, «Enhancing Self-Efficacy to enable entrepreneurship: The case of CMI's Conexions,» *MIT Sloan School of Management* , 2004.
- [18] D. Shunk, «Self-Efficacy and classroom learning,» *Psychology in the schools*, vol. 2, nº 22, pp. 208-223, 1985.
- [19] FCFM, [En línea]. Available: <http://ingenieria.uchile.cl/admision/admision-regular-pregrado/87138/requisitos-de-postulacion>. [Último acceso: 06 04 2014].
- [20] «Procedencias de alumnos,» [En línea]. Available: <http://ingenieria.uchile.cl/admision/admision-regular-pregrado/91180/procedencia-de-alumnos>.
- [21] FCFM, «AUTOEVALUACIÓN,Y,PLAN,DE,MEJORAMIENTO,DEL,PLAN,COMÚN (Borrador),» Santiago, 2014.
- [22] M. Matsunaga, «How to Factor-Analyze Your Data Right: Do's, Don'ts, and How-To's.,» *International Journal of Psychological Research* , vol. 3, nº 1, pp. 97-110, 2010 .
- [23] J. C. Hayton, D. G. Allen y V. Scarpello, «Factor Retention Decisions in Exploratory Factor Analysis: a Tutorial on Parallel Analysis,» *Organizational research methods,,* vol. 7, nº 2, pp. 191-205, 2004.
- [24] J. F. J. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham y W. C. Black, *Multivariate Data Analysis*, Prentice Hall, 1998.
- [25] D. & M. P. George, *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference.,* Boston: Allyn & Bacon, 2003.
- [26] H. GATIGNON, *Statistical Analysis of Management Data*, Springer, 2010.
- [27] R. B. Kline, *Principles and practice of structural equation modeling.,* 1998: NY: Guilford Press..
- [28] J. B. (. Ullman, *Structural equation modeling*. In B. G. Tabachnick & L. S. Fidell; *Using Multivariate Statistics*, Needham Heights, MA: Allyn & Bacon., 2001.
- [29] L. H. & P. M. Bentler, «Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives,» *Structural Equation Modeling*, vol. 6, nº 1, pp. 1-55, 1999.
- [30] A. Bandura, «GUIDE FOR CONSTRUCTING,» de *Self-Efficacy Beliefs of Adolescents*, Information Age Publishing, 2006, pp. 307-337.

- [31] Reisberg, Raelin, Bailey, Whitman, Hamann y Pendleton., «The effect of cooperative education on the Self-Efficacy of students in undergraduate engineering,» 2012.
- [32] S. L. Britner y F. Pajares, «Sources of Science Self-Efficacy Beliefs of Middle School Students,» *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, vol. 43, nº 5, p. 485–499, 2006.
- [33] C. BARAHONA, «PROPUESTA DE REDISEÑO DEL PROCESO DE CAPTACIÓN DE,» Santiago, 2009.
- [34] CORFO, «PROGRAMA DE APOYOAL ENTORNO DEL EMPRENDIMIENTO ESCOLAR 2011,» Santiago, 2012.
- [35] E. Gerber, C. K. Martin, E. Kramer, J. Braunstein y A. R. & Carberry, «Developing an Innovation Self-Efficacy Survey,» 2012.
- [36] S. C. Carlos Vignolo, «Active learning, Assessment, Innovation, Radical constructivism.,» 2007.
- [37] BID, «Desconectados, Habilidades, educación y empleo en América Latina,» 2012.
- [38] L. J. SHUMAN, M. BESTERFIELD-SACRE y JACKMCGOURTY, «The ABET “Professional Skills” – Can They Be Taught? Can They Be Assessed?,» *Journal of Engineering Education*, 2005.
- [39] C. Vignolo, «Emprendiendo e Innovando por la Vida: El Juego de Aprender y Emprender,» de *Roundtable on Entrepreneurship Education* , Guayaquil, 2006.
- [40] H. M. y. F. Varela, *El árbol del conocimiento*, Santiago: Grupo Editorial Lumen, 1984.
- [41] «Perfil del egresado,» [En línea]. Available: <http://ingenieria.uchile.cl/admision/futuro-alumno/87137/perfil-del-egresado>. [Último acceso: 15 03 2014].
- [42] «CORFO NEW ENGINEERING FOR 2030: DIAGNOSIS,» 2013.
- [43] C. Vignolo, Á. RAMÍREZ y C. VERGARA, «ÁNGELES Y DEMONIOS EN LA GESTIÓN PÚBLICA CHILENA,» *Reivsta Enfoques*, vol. 7, nº 13, pp. 183-196, 2010.
- [44] FCFM, «IMPLEMENTATION OF STRATEGIC PLAN –A NEW ENGINEERING FOR 2030,» Santiago, 2014.
- [45] S. J. aggbloom, R. Warnick, J. E. Warnick, V. K. Jones, G. L. Yarbrough, T. M. Russell, C. M. Borecky, R. McGahhey, J. L. Powell III, J. Beavers y E. Monte, «The 100 most eminent psychologists of the 20th century.,» *Review of General Psychology*, pp. 139-152, 2002.

## 14 ANEXO

### 14.1 Encuesta a estudiantes de primer año:

Esta encuesta está diseñada para recopilar información que permita mejorar el proceso de aprendizaje dentro de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Toda información será usada de manera confidencial y los resultados serán publicados de manera agregada a comienzos del próximo semestre.

Marque en cada respuesta su acuerdo o desacuerdo con cada afirmación según la siguiente escala:

Completamente en desacuerdo	Bastante en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Algo de acuerdo	Bastante de acuerdo	Completamente de acuerdo
1	2	3	4	5	6

M1. Suelo tener excelentes notas en pruebas de matemática.	1	2	3	4	5	6
M2. Siempre he sido exitoso en matemáticas	1	2	3	4	5	6
M3. Aunque estudie mucho, tengo malos resultados en matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M4. Tuve buenos resultados en matemática en enseñanza media.	1	2	3	4	5	6
M5. Me va bien en ramos matemáticos.	1	2	3	4	5	6
M6. Me va bien incluso en mis ramos más difíciles de matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M7. Ver a personas mayores haciéndolo bien en matemáticas me hace querer mejorar.	1	2	3	4	5	6
M8. Cuando veo a un profesor de matemáticas resolver un problema, puedo visualizarme resolviéndolo de la misma manera.	1	2	3	4	5	6
M9. Ver a compañeros haciendo mejor que yo en matemáticas me hace querer mejorar.	1	2	3	4	5	6
M10. Cuando veo a un compañero de matemáticas resolver un problema, puedo visualizarme resolviéndolo de la misma manera.	1	2	3	4	5	6

M11. Me puedo imaginar resolviendo problemas difíciles en matemáticas de manera exitosa.	1	2	3	4	5	6
M12. Compito conmigo mismo en matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M13. Un profesor de matemáticas me dijo que soy bueno aprendiendo matemáticas	1	2	3	4	5	6
M14. Me han dicho que tengo talento en matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M15. Miembros de mi familia me han dicho que soy un buen estudiante en matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M16. He sido alabado por mis habilidades en matemática.	1	2	3	4	5	6
M17. Compañeros me han dicho que soy un buen estudiante de matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M18. Mis compañeros le gusta trabajar conmigo en matemáticas porque piensan que soy bueno en ello.	1	2	3	4	5	6
M19. Estar en clases de matemática me hace sentir estresado y nervioso.	1	2	3	4	5	6
M20. Hacer un trabajo de matemáticas me agota.	1	2	3	4	5	6
M21. Me siento estresado cuando comienzo a estudiar matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M22. Mi mente se pone en blanco y no puedo pensar claramente cuando resuelvo problemas de matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M23. Me deprime pensar en estudiar matemáticas.	1	2	3	4	5	6
M24. Mi cuerpo se tensa al pensar en realizar ejercicios de matemática.	1	2	3	4	5	6

¿Crees que eres capaz de tener buenos resultados académicos en Ingeniería?  
¿Porque?

---



---



---



---



---



---



---



---

Edad: \_\_\_\_\_

Año de ingreso a la Facultad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_

Promedio de Notas en enseñanza media: \_\_\_\_\_

Promedio ponderado PSU: \_\_\_\_\_

Tipo de Colegio:

Municipal\_\_\_\_\_ Particular Subvencionado\_\_\_\_\_ Particular Pagado\_\_\_\_\_

Región de procedencia: \_\_\_\_\_

Sección: \_\_\_\_\_

Permito que se pidan las notas de primer semestre 2014 con el único objetivo de investigar la importancia del *Self-Efficacy* en el proceso de aprendizaje:

SI\_\_\_\_\_ NO\_\_\_\_\_

RUT: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Me gustaría recibir un resumen de la investigación: Si\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

Mail: \_\_\_\_\_

## **14.2 Preguntas realizadas por Usher y Pajares(2009) [7]**

1. I make excellent grades on math tests
2. I have always been successful with math
3. Even when I study very hard, I do poorly in math
4. I got good grades in math on my last report card
5. I do well on math assignments
6. I do well on even the most difficult math assignments
7. Seeing adults do well in math pushes me to do better
8. When I see how my math teacher solves a problem, I can picture myself solving the problem in the same way
9. Seeing kids do better than me in math pushes me to do better
10. When I see how another student solves a math problem, I can see myself solving the problem in the same way
11. I imagine myself working through challenging math problems successfully
12. I compete with myself in math
13. My math teachers have told that I am good at learning math
14. People have told me that I have a talent for math
15. Adults in my family have told me what a good math student I am
16. I have been praised for my ability in math
17. Other students have told me that I'm good at learning math
18. My classmates like to work with me in math because they think I'm good at it
19. Just being in math class makes feel stressed and nervous
20. Doing math work takes all of my energy
21. I start to feel stressed-out as soon as I begin my math work
22. My mind goes blank and I am unable to think clearly when doing math work
23. I get depressed when I think about learning math
24. My whole body becomes tense when I have to do math

### **14.3 Perfil del egresado**

El objetivo del nuevo Plan de Estudios -que comenzó a regir desde el 2007- es preservar y robustecer los aspectos positivos que han caracterizado y destacado tradicionalmente a los profesionales de la Facultad (rigurosidad, amplio conocimiento teórico y práctico, pensamiento crítico, capacidad de resolver problemas, entre otros) y además desarrollar habilidades adicionales que fortalezcan su condición de profesional global, innovador y de excelencia.

La labor formativa que se realiza en la Facultad se concentra mayoritariamente en carreras profesionales que incluyen geología y 9 especialidades de ingeniería civil y un número no menor de estudiantes que elige otras opciones de formación a nivel de licenciatura, incluyendo Física, Geofísica y Astronomía. Estas dos orientaciones, una enfocada hacia el ámbito profesional y la otra hacia el ámbito científico/académico tienen una base de formación compartida en Plan Común.

En relación a la formación de sus ingenieros, la Facultad busca asegurar los siguientes logros:

- Alcanzar un fuerte dominio de las matemáticas y de las ciencias básicas, incluyendo la capacidad para diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos y ser capaces de aplicar estos conocimientos donde se requieran.
- Adquirir una fuerte formación en ciencias de la ingeniería y tener dominio de la tecnología actual y adaptarse a los cambios que ella experimente.
- Desarrollar la capacidad de diseño en ingeniería y tener la capacidad de plantear y resolver problemas abiertos o que requieran un enfoque multidisciplinario y trabajo en equipo.

De la misma forma todos los profesionales que egresan de la Facultad deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Desarrollar tanto la capacidad de invención, innovación y emprendimiento, así como el pensamiento crítico.
- Adquirir y ejercitar la capacidad de auto-aprendizaje, y tomar conciencia de la importancia de mantener este hábito una vez egresados. Podrán proseguir estudios de postgrado si lo desean con el fin de maximizar su aporte en la creación y adaptación de tecnologías en los sectores productivos.
- Comunicarse efectivamente en forma oral, escrita y gráfica, tanto en español como en inglés. Esta capacidad debe ejercitarse a lo largo de todo el plan de estudios.
- Adquirir competencia en análisis económico y administración, independientemente de la especialidad que sigan.
- Comprender su rol en la sociedad y reconocer la importancia de un comportamiento ético tanto en los estudios como en la posterior vida profesional, y actuar en consecuencia.

#### 14.4 Tabla de estadísticos descriptivos

Ítem	DESV	MIN	MAX	Promedio	Ítem	DESV	MIN	MAX	Promedio
1	0,76	2	6	5,3	19	1,12	1	6	4,9
2	1,06	1	6	4,4	20	1,36	1	6	4,0
3	0,88	1	6	5,5	21	1,19	1	6	4,8
4	0,73	1	6	5,5	22	1,06	1	6	5,4
5	0,80	1	6	5,0	23	1,03	1	6	5,1
6	0,94	1	6	4,8	24	0,95	1	6	5,4
S1	0,66	1,33	6	5,1	S4	0,83	2	6	4,9
7	1,23	1	6	4,9	25	0,96	2	6	4,5
8	1,05	1	6	4,8	26	1,01	1	6	4,4
9	1,10	1	6	4,8	27	1,11	1	6	4,4
10	1,07	1	6	5,0	28	1,18	1	6	4,8
11	1,01	1	6	5,3	S5	0,91	1,75	6	4,5
12	1,13	1	6	5,4					
S2	0,76	1,5	6	5,0					
13	1,26	1	6	5,1					
14	1,06	1	6	5,1					
15	1,04	1	6	4,6					
16	1,19	1	6	4,9					
17	1,02	1	6	5,0					
18	1,07	1	6	4,9					
S3	0,89	1,5	6	4,9					

Tabla 20: Estadísticos descriptivos de la encuesta (SX representa el promedio de los valores de la fuente), elaboración propia.

## 14.5 Asimetría

		Statistics						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
N	Valid	356	356	356	356	356	356	356
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Skewness		-1,070	-1,177	-2,598	-2,346	-1,375	-,748	-1,122
Std. Error of Skewness		,129	,129	,129	,129	,129	,129	,129
Kurtosis		1,759	1,584	8,953	8,727	3,956	,873	1,054
Std. Error of Kurtosis		,258	,258	,258	,258	,258	,258	,258

		Statistics						
		P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
N	Valid	356	356	356	356	356	356	356
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Skewness		-,648	-1,134	-,736	-,804	-1,455	-1,489	-1,688
Std. Error of Skewness		,129	,129	,129	,129	,129	,129	,129
Kurtosis		,771	1,177	,682	,713	2,065	2,008	3,696
Std. Error of Kurtosis		,258	,258	,258	,258	,258	,258	,258

		Statistics						
		P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21
N	Valid	356	356	356	356	356	356	356
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Skewness		-1,758	-1,041	-1,195	-1,029	-1,135	-,470	-,842
Std. Error of Skewness		,129	,129	,129	,129	,129	,129	,129
Kurtosis		3,748	,913	1,881	1,085	,923	-,608	,099
Std. Error of Kurtosis		,258	,258	,258	,258	,258	,258	,258

		Statistics		
		P22	P23	P24
N	Valid	356	356	356
	Missing	0	0	0
Skewness		-1,346	-1,637	-1,504
Std. Error of Skewness		,129	,129	,129
Kurtosis		1,378	2,540	2,255
Std. Error of Kurtosis		,258	,258	,258

Tabla 21: Asimetría (Skewness). Elaboración propia.

## 14.6 Test de Normalidad

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
P1	,251	356	,000	,779	356	,000
P2	,253	356	,000	,827	356	,000
P3	,347	356	,000	,615	356	,000
P4	,352	356	,000	,634	356	,000
P5	,243	356	,000	,770	356	,000
P6	,262	356	,000	,865	356	,000
P7	,213	356	,000	,826	356	,000
P8	,231	356	,000	,890	356	,000
P9	,225	356	,000	,820	356	,000
P10	,231	356	,000	,888	356	,000
P11	,243	356	,000	,862	356	,000
P12	,269	356	,000	,768	356	,000
P13	,267	356	,000	,780	356	,000
P14	,256	356	,000	,760	356	,000
P15	,262	356	,000	,739	356	,000
P16	,224	356	,000	,845	356	,000
P17	,229	356	,000	,817	356	,000
P18	,246	356	,000	,846	356	,000
P19	,235	356	,000	,816	356	,000
P20	,203	356	,000	,904	356	,000
P21	,228	356	,000	,856	356	,000
P22	,257	356	,000	,772	356	,000
P23	,330	356	,000	,711	356	,000
P24	,307	356	,000	,740	356	,000

Tabla 22: Test de Normalidad. Elaboración Propia.

## **14.7 Escala de Self-Efficacy en emprendimiento e innovación**

Se debe mostrar una escala grafica del 0 al 10 en donde un 0 corresponde a creer que uno no es capaz y un 10 a estar seguro de que uno es capaz.

### **1. PROPÓSITO**

Soy capaz de perseguir propósitos de acuerdo a mis convicciones.

### **2. DISPOSICIÓN A CORRER RIESGOS**

Soy capaz de tomar riesgos para lograr algún objetivo.

### **3. PERSEVERANCIA**

Soy capaz de perseverar para obtener buenos resultados.

### **4. PODER DE DECISIÓN**

Soy capaz de priorizar las cosas importantes.

### **5. TOLERANCIA A LA AMBIGÜEDAD**

Soy capaz de ser flexible ante imprevistos

### **6. CAPACIDAD DE APRENDIZAJE**

Soy capaz de aprender nuevas habilidades para emprender

### **7. CAPACIDAD DE IDENTIFICAR OPORTUNIDADES**

Soy capaz de identificar oportunidades.

### **8. CAPACIDAD DE TRABAJAR EN EQUIPO**

Soy capaz de liderar equipos de trabajo.

### **9. CAPACIDAD DE ADMINISTRAR RECURSOS**

Soy capaz de administrar recursos escasos.

### **10. PLANIFICAR Y SISTEMATIZAR**

Soy capaz de planificarme.

### **11. HABILIDAD CREADORA E INNOVADORA**

Soy capaz de innovar para encontrar una solución original a un problema.

### **12. CAPACIDAD DE COMUNICAR**

Soy capaz de comunicar mis ideas

### **13. AUTONOMIA**

Soy capaz de hacerme responsable de las decisiones que tomo.

#### **14.8 Escala de Self-Efficacy en habilidades profesionales**

Se debe mostrar una escala grafica del 0 al 10 en donde un 0 corresponde a creer que uno no es capaz y un 10 a estar seguro de que uno es capaz. Otras habilidades pueden ser agregadas si se incorporan al curriculum.

1. Soy capaz de trabajar en equipos multidisciplinarios.
2. Soy efectivo al comunicarme en forma oral en español.
3. Soy efectivo al comunicarme en forma escrita en español.
4. Soy capaz de reconocer mis responsabilidades éticas y profesionales.
5. Soy efectivo al comunicarme en forma oral en inglés.
6. Soy efectivo al comunicarme en forma escrita en inglés.
7. Soy capaz de tener un pensamiento crítico.
8. Soy capaz de aprender por mí mismo si lo necesito.
9. Soy efectivo al comunicarme en forma gráfica.
10. Soy capaz de comprender el impacto de la ciencia y la ingeniería en la sociedad.

## 14.9 Cálculo error muestral

$$\text{Error muestral} = s \sqrt{\frac{\frac{Npq}{n} - pq}{N - 1}}$$

$s = 1,96$  (al 95% de confianza)  
 $N = 804$  (cantidad de estudiantes del universo)  
 $n =$  muestra utilizada en el estudio  
 $p =$  proporción de hombres  
 $q =$  proporción de mujeres

Supuesto: la principal heterogeneidad es el sexo de los estudiantes, por lo que se usa esa proporción. Al usar la máxima heterogeneidad ( $P=0,5$ ,  $Q=0,5$ ) el error muestral aumenta ligeramente, de 3,32% a 3,39%.

## 14.10 Correlaciones

		Correlations					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	Pearson Correlation	1	,523**	,466**	,546**	,677**	,618**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P2	Pearson Correlation	,523**	1	,449**	,475**	,481**	,408**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P3	Pearson Correlation	,466**	,449**	1	,521**	,537**	,438**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P4	Pearson Correlation	,546**	,475**	,521**	1	,609**	,409**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P5	Pearson Correlation	,677**	,481**	,537**	,609**	1	,617**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	356	356	356	356	356	356
P6	Pearson Correlation	,618**	,408**	,438**	,409**	,617**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	356	356	356	356	356	356
S1	Pearson Correlation	,815**	,745**	,736**	,748**	,834**	,758**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356

**Correlations**

		S1
P1	Pearson Correlation	,815
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P2	Pearson Correlation	,745**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P3	Pearson Correlation	,736**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P4	Pearson Correlation	,748**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P5	Pearson Correlation	,834**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P6	Pearson Correlation	,758**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
S1	Pearson Correlation	1**
	Sig. (2-tailed)	
	N	356

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Correlations**

		P7	P8	P9	P10	P11	P12
P7	Pearson Correlation	1	,339**	,537**	,302**	,259**	,321**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P8	Pearson Correlation	,339**	1	,355**	,610**	,418**	,255**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P9	Pearson Correlation	,537**	,355**	1	,305**	,341**	,413**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P10	Pearson Correlation	,302**	,610**	,305**	1	,421**	,256**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P11	Pearson Correlation	,259**	,418**	,341**	,421**	1	,458**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	356	356	356	356	356	356
P12	Pearson Correlation	,321**	,255**	,413**	,256**	,458**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	356	356	356	356	356	356
S2	Pearson Correlation	,687**	,708**	,719**	,688**	,684**	,656**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356

		S2
P7	Pearson Correlation	,687
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P8	Pearson Correlation	,708**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P9	Pearson Correlation	,719**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P10	Pearson Correlation	,688**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P11	Pearson Correlation	,684**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P12	Pearson Correlation	,656**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
S2	Pearson Correlation	1**
	Sig. (2-tailed)	
	N	356

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

		P13	P14	P15	P16	P17	P18
	Pearson Correlation	1	,627**	,471**	,477**	,565**	,493**
P13	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,627**	1	,593**	,677**	,636**	,517**
P14	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,471**	,593**	1	,633**	,585**	,483**
P15	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,477**	,677**	,633**	1	,702**	,609**
P16	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,565**	,636**	,585**	,702**	1	,697**
P17	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,493**	,517**	,483**	,609**	,697**	1
P18	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	356	356	356	356	356	356
	Pearson Correlation	,762**	,834**	,770**	,846**	,857**	,779**
S3	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356

		S3
P13	Pearson Correlation	,762
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P14	Pearson Correlation	,834**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P15	Pearson Correlation	,770**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P16	Pearson Correlation	,846**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P17	Pearson Correlation	,857**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P18	Pearson Correlation	,779**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
S3	Pearson Correlation	1**
	Sig. (2-tailed)	
	N	356

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

	P19	P20	P21	P22	P23	P24	
P19	Pearson Correlation	1	,443**	,460**	,413**	,393**	,442**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P20	Pearson Correlation	,443**	1	,554**	,393**	,412**	,370**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P21	Pearson Correlation	,460**	,554**	1	,416**	,579**	,526**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P22	Pearson Correlation	,413**	,393**	,416**	1	,450**	,465**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356
P23	Pearson Correlation	,393**	,412**	,579**	,450**	1	,566**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	356	356	356	356	356	356
P24	Pearson Correlation	,442**	,370**	,526**	,465**	,566**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	356	356	356	356	356	356
S4	Pearson Correlation	,710**	,745**	,804**	,696**	,751**	,734**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	356	356	356	356	356	356

		S4
P19	Pearson Correlation	,710
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P20	Pearson Correlation	,745**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P21	Pearson Correlation	,804**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P22	Pearson Correlation	,696**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P23	Pearson Correlation	,751**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
P24	Pearson Correlation	,734**
	Sig. (2-tailed)	,000
	N	356
S4	Pearson Correlation	1**
	Sig. (2-tailed)	
	N	356

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).