



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

IMPACTO DE UN PROGRAMA DE PRE- INGENIERÍA EN LAS ACTITUDES HACIA LA EDUCACIÓN STEM DE GRUPOS MINORITARIOS EN CHILE: EL CASO DE ESTUDIO SAVIALAB.

HELLEN MASSIEL FUENZALIDA QUILODRÁN

Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Profesor Supervisor:
CONSTANZA MIRANDA

Santiago de Chile, Diciembre, 2020

© 2020, Hellen Fuenzalida Quilodrán



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERIA

IMPACTO DE UN PROGRAMA DE PRE- INGENIERÍA EN LAS ACTITUDES HACIA LA EDUCACIÓN STEM DE GRUPOS MINORITARIOS EN CHILE: EL CASO DE ESTUDIO SAVIALAB.

HELLEN MASSIEL FUENZALIDA QUILODRÁN

Tesis presentada a la Comisión integrada por los profesores:

CONSTANZA MIRANDA

MARÍA MOLINOS

SERGIO CELIS

ÁLVARO SOTO

Para completar las exigencias del grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Santiago de Chile, Diciembre, 2020

*A mi familia que siempre me ha
motivado a ir más allá.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que fueron parte de este proceso. En especial a la profesora Constanza Miranda y al profesor Iñaki Goñi por el constante apoyo en todas las fases de la investigación. A mis compañeras de magíster y sobre todo a mi familia por acompañarme en el transcurso de esta etapa. Por último, agradezco a los/as participantes de la encuesta por hacer posible esta tesis.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE TABLAS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	x
1 Introducción	1
2 Marco teórico	4
2.1 Minorías en STEM	4
2.1.1 Factores de la falta de representación	5
2.1.2 Identificación de grupos minoritarios	7
2.2 Programas de pre-ingeniería.....	12
2.2.1 Definiciones y desarrollo	12
2.2.2 Beneficios	13
2.2.3 Pre-ingeniería en Chile	14
3 Caso de estudio: savialab	17
3.1 Objetivo e historia del programa	17
3.2 Metodología de Savialab	18
3.2.1 Capacitaciones docentes y el programa TPD.....	19
3.2.2 El curso Savialab y sus modalidades	20
3.2.3 El concurso Savialab.....	22
3.3 Grupos minoritarios en Savialab	23
4 Planteamiento del problema.....	25
5 Metodología	27
5.1 Diseño de la investigación.....	27

5.2	Participantes	28
5.2.1	Grupo Savialab	28
5.2.2	Grupo control	30
5.3	Criterios de ética.....	32
5.3.1	Confidencialidad	32
5.3.2	Consentimiento y asentimiento informado	32
5.4	Instrumento.....	33
5.4.1	Instrumento TEAS adaptado.....	33
5.4.2	Testeo del instrumento.....	34
5.4.3	Confiabilidad y validez	35
5.4.4	Variables de estudio.....	37
5.5	Análisis estadístico.....	38
6	Resultados.....	40
6.1	Análisis descriptivo	40
6.2	Análisis de varianza	41
6.2.1	Resultados grupo Savialab.....	42
6.2.2	Resultados según modalidad del programa	43
6.2.3	Resultados según el nivel de capacitación docente.....	45
7	Discusión y conclusiones.....	47
	BIBLIOGRAFIA.....	50
	A N E X O S.....	55

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 5-1: Información demográfica de los participantes del programa Savialab.....	29
Tabla 5-2: Características académicas y socioeconómicas de los establecimientos Savialab.	30
Tabla 5-3: Características académicas y socioeconómicas del grupo control	31
Tabla 5-4: Información demográfica de los participantes del grupo control	32
Tabla 5-5: Preguntas que conforman cada variable.	38
Tabla 6-1: Descripción de los datos.	41
Tabla 6-2: Resultados prueba preliminar de homocedasticidad.	42
Tabla 6-3: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab.	43
Tabla 6-4: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab acompañado. ...	44
Tabla 6-5: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab autónomo.	44
Tabla 6-6: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab con TPD.....	45
Tabla 6-7: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab sin TPD.....	46

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1: Matrícula de Ingeniería Civil UC según tipo de establecimiento (datos del año 2016 al 2020, fuente SIES).....	10
Figura 2-2: Matrícula de Ingeniería Civil UC según grupo de población (datos del año 2016 al 2020, fuente SIES/ datos del año 2016, fuente DEMRE).	11
Figura 3-1: Etapas del programa Savialab.	19
Figura 3-2: Modalidades del curso Savialab.....	22
Figura 3-3: Comparación del nivel académico y socioeconómico de las escuelas que participan en Savialab y los diferentes grupos escolares en Chile.....	24
Figura 5-1: Grupos a comparar.	27
Figura 5-2: Ítems de la versión final de la encuesta TEAS adaptado a Savialab.....	36

RESUMEN

Los programas universitarios STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) son considerados un motor del desarrollo económico y social. En este escenario, existe preocupación por la falta de representación de minorías relacionadas con género, ingreso económico, primera generación universitaria, población rural, entre otras identidades sub-representadas. Para abordar este déficit surgen los programas de pre-ingeniería como una vía para aumentar la representación. Estos son programas educativos para estudiantes de primaria y secundaria que enseñan conceptos introductorios de ingeniería. En Chile hay poca evidencia de la existencia de estos programas educativos y si existen, no se acuñan bajo el concepto de pre-ingeniería. En esta tesis se evaluó el impacto en las actitudes del programa chileno Savialab como un programa de pre-ingeniería destinado a grupos minoritarios. El objetivo fue comparar las actitudes hacia la tecnología e ingeniería de estudiantes secundarios que cursan un programa de pre-ingeniería (tratamiento) respecto a un grupo control (sin tratamiento).

Se realizó un análisis cuantitativo adaptando el instrumento de medición de actitudes hacia la tecnología e ingeniería TEAS al contexto chileno. Los resultados fueron analizados usando ANOVA no paramétrico en distintos subgrupos que se organizaron según la modalidad del programa y el nivel de capacitación de los docentes escolares en Savialab. Luego se compararon con el grupo control que registra condiciones socioeconómicas similares. El análisis reveló que, al compararse, existen diferencias significativas en las actitudes hacia la ingeniería y tecnología entre los estudiantes de Savialab y los del grupo control. También se encontraron resultados significativos para los subgrupos Savialab con modalidad acompañada y Savialab con docentes escolares que realizaron un curso de capacitación previo. Esto se explica por diferencias en el apoyo al docente. En conclusión, este estudio evidencia que un programa de pre-ingeniería como Savialab podría ser una efectiva vía para aumentar el interés y derribar creencias sobre estereotipos hacia las carreras STEM para los estudiantes de educación

secundaria, siendo una vía efectiva para aumentar la representación de grupos minoritarios en estas carreras.

Palabras Claves: pre-ingeniería, educación STEM, grupos minoritarios, grupos sub-representados, Savialab.

ABSTRACT

STEM (Science Technology Engineering and Mathematics) university programs are considered vehicles for economic and social development. In these programs, there is concern about the lack of the adequate representation of minorities groups. Pre-engineering programs are presented as a way to increase the representation of minorities in STEM careers. These are educational programs targeted to elementary and middle school students. In Chile, few initiatives that address this objective exist. Usually, they are not labeled as a pre-engineering program. In this case study, Savialab, a pre-engineering program targeted to socioeconomic minorities, the impact in the attitudes was analyzed. The objective was to compare the attitudes towards engineering and technology of secondary students who go through the program versus students – from a similar socioeconomic background - that don't (control group).

A quantitative assessment was done using the TEAS instrument. This was adapted to Chilean context, tested and validated statistically. A non-parametric ANOVA was used to compare Savialab and the control group. The analysis revealed that there are significant differences in the attitudes towards engineering and technology between the students who went through the Savialab program and the students from the control group. There were also significant results regarding the differences in teacher training. In conclusion, this study evidences that a pre-engineering program such as Savialab could be an effective way to increase interest and overthrow stereotype beliefs towards STEM careers for secondary students from undeserved socio-economic backgrounds. In summary, it could be a first step towards increasing the representation of minority groups in these careers.

Keywords: pre-engineering, STEM, minority groups, underrepresented groups, Savialab.

1 INTRODUCCIÓN

Ingresar a Ingeniería Civil en la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC) a través del programa de admisión Talento e Inclusión el año 2014 me permitió entender las diferencias académicas y sociales de los estudiantes de primer año y el impacto de estas en los resultados académicos. Estas diferencias eran evidentes según el tipo de financiamiento del establecimiento escolar de procedencia, es decir, colegios municipales, subvencionados y particulares. Por otro lado, era visible la existencia de minorías, como mujeres, estudiantes de regiones distintas a la Metropolitana y estudiantes de colegios municipales y subvencionados. Lo anterior y otras experiencias, motivaron mi búsqueda de temas relacionados a la existencia de minorías.

En esta tesis se investiga la existencia de grupos sub-representados en programas de estudios universitarios STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Estos grupos se caracterizan de distinta forma dependiendo del país en estudio. Algunas minorías están relacionadas con género, ingreso económico, primera generación universitaria, población rural, etnias indígenas, entre otras identidades que se encontrarían sub-representadas en el área STEM de la educación superior (Crisp et al. 2009; Lichtenstein et al. 2013; MacPhee et al. 2013; Yelamarthi y Mawasha, 2008).

La participación de las minorías en STEM y el incremento de la diversidad, por un lado permite un mejor escenario para el desarrollo de la creatividad, innovación y calidad de productos y servicios que se desarrollan en disciplinas STEM (Burke, 2007). Por otro lado, podría ser una efectiva vía de ascensión social y económica para aquellos grupos

minoritarios, debido a que las carreras STEM son los programas con mejores salarios en el egreso (Carnevale et al. 2018).

Para abordar este desafío se presentan los programas de pre-ingeniería, entendidos como programas educativos para estudiantes de primaria (Ed. Básica) y secundaria (Ed. Media) diseñados para enseñar conceptos introductorios de ingeniería (McMullin, 2013). Investigaciones académicas han mostrado que impactan positivamente en el interés por carreras STEM debido a la exposición temprana a las matemáticas y las ciencias, lo que podría aumentar la inscripción y retención en programas universitarios STEM, siendo una vía para acrecentar la representación de grupos minoritarios (Rainey, 2012; Yelamarthi & Mawasha, 2008).

En Chile hay poca evidencia de iniciativas que aborden este foco en la educación básica y media. Dentro de las existentes, en su mayoría no se utiliza el concepto de pre-ingeniería. En este documento se presentará y evaluará el programa educacional chileno Savialab, desarrollado por el Laboratorio de Ingeniería Diseño (DILAB) de la Escuela de Ingeniería UC, que tiene potencial de ser considerado un programa de pre-ingeniería al acercar a los estudiantes a la ingeniería y tecnología a través del desarrollo de un proyecto de innovación temprana (Miranda, Goñi & Fuenzalida, 2019).

El propósito de la investigación es comparar las actitudes hacia la tecnología e ingeniería de estudiantes secundarios que realizan el programa de pre-ingeniería Savialab, respecto a un grupo control.

Para lo anterior, primero se presenta el marco teórico que profundiza en la existencia de grupos minoritarios en STEM y en los programas de pre-ingeniería, segundo se presenta el caso de estudio Savialab. Luego de esto, se describe el planteamiento del problema, la metodología, los resultados y la discusión y conclusiones.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Minorías en STEM

Los programas de educación en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas) gozan de una importante relevancia en las sociedades modernas, ya que son considerados como un motor del desarrollo económico y social a través de la innovación y crecimiento tecnológico (Carnevale et al. 2011; Peri et al. 2015).

En este escenario, coexiste en la literatura, una preocupación persistente por la falta de representación de grupos minoritarios en STEM. Cuando se habla de grupos minoritarios, se habla de minorías relacionadas con género, ingreso económico, primera generación universitaria, población rural entre otras identidades que se encontrarían sub-representadas en el área STEM de la educación superior (Lichtenstein et al. 2013; Yelamarthi y Mawasha, 2008).

La representación insuficiente de minorías se aborda, generalmente, como un problema en las tasas de inscripción a la educación superior. Como estrategias en esta línea, se han desarrollado programas de acción afirmativa que fomentan el ingreso de estudiantes pertenecientes a grupos minoritarios a carreras universitarias STEM. Sin embargo, esto no ha sido suficiente ya que es un problema multifacético relacionado con características como: la falta de exposición a temas relacionados al STEM (Wright, 2017) y las

creencias de estereotipos hacia las disciplinas STEM (Matthew et al. 2016). En los siguientes párrafos se describen cada una de estas características.

2.1.1 Factores de la falta de representación

2.1.1.1 Exposición e interés

Es poco probable que estudiantes, que han tenido poca o ninguna exposición a carreras STEM en su educación K-12 (educación pre-escolar, primaria y secundaria) decidan continuar su carrera profesional en una de estas áreas (Wright, 2017). Matthew et al. (2016) explica que en Estados Unidos los planes de estudios escolares no poseen necesariamente temas de ingeniería y los docentes de la educación escolar tampoco han sido capacitados para integrar principios e ideas relacionadas con la ingeniería en ellos. Desde la literatura sabemos que los maestros son uno de los factores más importantes para generar interés en los campos relacionados con STEM en la etapa escolar (Avery, 2013). En Chile la situación es similar, Villaseñor et al. (2020) explican que el currículo escolar oficial contiene muy pocos temas relacionados a la ingeniería, por ejemplo, en comparación con otros tipos de contenidos.

La falta de exposición también se refleja en la falta de personas cercanas a su entorno que se desarrollen en estas disciplinas y que puedan ser vistas como modelos a seguir (Shin et al. 2016). De la misma forma, la falta de experiencia de la familia en temas universitarios, limita la fuente de exposición e interés (Cabrera, 2001).

Se evaluará el impacto en la actitud respecto al interés por la ingeniería y tecnología de los estudiantes que participan en el programa de pre-ingeniería Savialab a través de la variable de estudio Interés que describe el interés de aprender sobre tecnología e ingeniería, tanto como una carrera o como un conocimiento particular (Miranda et al. en prensa).

2.1.1.2 Creencias de estereotipos

Estudios demuestran que es muy difícil desarrollar una identidad en STEM cuando no se encuentra expuesto a profesionales del área de forma cercana (Wade, 2012). A pesar del reconocimiento de la importancia de la tecnología y la ingeniería, las disciplinas STEM pueden ser vistas como menos relevantes en cuanto a su contribución a la sociedad respecto a otros programas como medicina, pedagogía y carreras de las ciencias sociales (Cook, 2009; Wright 2017). También, se ha mostrado que algunos estudiantes en la etapa de adolescencia perciben negativamente a aquellos que estudian ciencias; al estudiar una cohorte de 280 estudiantes de 11, 14 y 16 años en Nueva Jersey, se encontró una disminución significativa en el interés por la ciencia a los 14 años (Matthew et al. 2016).

Por otro lado, existen ciertos estereotipos respecto a la ingeniería y tecnología según la identidad del estudiante. Según el estudio realizado por Cook (2009) en Utah, las mujeres estaban menos interesadas en la tecnología y veían esta como un plan de estudio difícil. También Bordon et al. (2020) explica que las mujeres tienen menor fe en sus

propias habilidades matemáticas. Estas diferencias en las creencias de los estudiantes podrían ser reducidas durante la adolescencia ya que es cuando se configuran las intenciones de seguir una carrera STEM según el análisis realizado por Villaseñor et al. (2020).

Se evaluará el impacto en la actitud hacia las creencias de estereotipos en la ingeniería y tecnología de los estudiantes que participan en el programa de pre-ingeniería Savialab a través de la variable de estudio Concepciones que describe el valor percibido de la ingeniería y la tecnología como una herramienta para la resolución de problemas y contribución a la sociedad (Miranda et al. en prensa) y la variable de estudio Identidades que describe la relación percibida del éxito en ingeniería y tecnología con identidades sociales particulares (Miranda et al. en prensa).

2.1.2 Identificación de grupos minoritarios

Si estudiamos el caso de Estados Unidos, uno de los principales exponentes de literatura en materia de representación en programas universitarios STEM, los grupos minoritarios en estas carreras corresponden a mujeres, afroamericanos, latinos y grupos indígenas del país (Crisp et al. 2009; Estrada et al. 2016; Lichtenstein et al. 2013; MacPhee et al. 2013).

En el año 2009 en EE. UU., las mujeres no superaron el 20% de la matrícula en Ingeniería, pero con los esfuerzos por cumplir cifras de representación las proporciones

de mujeres han aumentado con el transcurso de los años. A pesar de esto, hasta hoy existen problemas de retención y persistencia, lo que se refleja en la diferencia de proporción en la fuerza laboral de ingeniería, solo con 12% de mujeres (Lichtenstein et al. 2013).

Respecto a grupos étnicos del mismo país, el 29% de la población de Estados Unidos corresponde a afroamericanos, latinos y grupos indígenas del país, pero solo el 15% de la matrícula de licenciaturas de programas STEM corresponden a este grupo, luego esta cifra disminuye aún más en programas de magíster (13%) y doctorado (8%), según datos del año 2010 (Estrada et al. 2016).

2.1.2.1 Grupos minoritarios en Chile

En Chile el panorama es similar a Estados Unidos. Existen algunos grupos subrepresentados en carreras universitarias STEM. Según el género, en Chile solo el 25% de los estudiantes de pregrado en STEM son mujeres según datos del año 2018, esto se contrasta con la matrícula universitaria total en la que el 53% son del género femenino (Bordón et al. 2020; Villaseñor et al. 2020). Es de esperar que suceda lo mismo con otros grupos en la educación STEM en Chile de los que no se tienen cifras a nivel país.

Para continuar caracterizando a los grupos minoritarios en Chile, primero se debe entender el sistema de educación chileno. Por un lado, el sistema escolar está dividido en tres tipos de establecimientos según su financiamiento: (1) escuelas municipales, financiadas por el Estado, (2) escuelas subvencionadas, con una parte financiada por los

apoderados y otra por el Estado y (3) escuelas privadas, financiadas en su totalidad por los apoderados (Valenzuela et al. 2013). Por otro lado, según el tipo de educación entregada en los dos últimos años de educación media, se tienen en su mayoría: (1) establecimientos científicos humanistas, que profundizan en áreas de la formación general, y (2) establecimientos técnicos profesionales, que entregan formación en especialidades definidas (Ley N° 20370, 2009).

A pesar de lo anteriormente expuesto, de la literatura se conoce que existe sub-representación de otros grupos en la educación superior en Chile, sin hacer distinción de la carrera universitaria. Estos son, estudiantes provenientes de establecimientos municipales, subvencionados y técnicos profesionales (SIES, 2015), pertenecientes a grupos socioeconómicos bajos (AEQUALIS, 2013; PNUD, 2017), jóvenes de zonas rurales (Fundación Equitas, 2011) y jóvenes pertenecientes a grupos indígenas (Abarca & Zapata, 2007).

Para entregar cifras preliminares y determinar los grupos sub-representados en carreras universitarias STEM en Chile, se utilizaron los datos de matrícula de educación superior del Sistema de Ingreso a la Educación Superior (SIES) desde el año 2016 al 2020. Para el caso de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la carrera Ingeniería Civil presenta las siguientes cifras de acuerdo a las divisiones en el sistema escolar chileno descritas en el párrafo anterior. De un total de 3.656 matriculados, según el tipo de establecimiento de procedencia, el 88% proviene de establecimientos particulares, el 8% de establecimientos subvencionados y el 4% de establecimientos municipales. Por otro

lado, el 99% proviene de establecimientos científicos humanistas y sólo el 1% proviene de establecimientos técnicos profesionales. Por último, de acuerdo al género, el 73% corresponde a hombres y sólo el 27% corresponde a mujeres. Estas cifras se presentan en la Figura 2-1 y Figura 2-2.

Por otro lado, para analizar la existencia de grupos sub-representados según la región de procedencia del estudiante, se tienen las cifras de postulación a la educación superior en Chile en el año 2016 proporcionadas por el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE). Para el caso de la misma UC, si se observa la cantidad de matriculados, el 78% es proveniente de la Región Metropolitana y el 22% restante corresponde a estudiantes que provienen de las otras regiones. En contraste con esto, la población perteneciente a la Región Metropolitana es solo el 40%, según las cifras otorgadas por el Censo 2017. Estas cifras se presentan en la Figura 2-2.

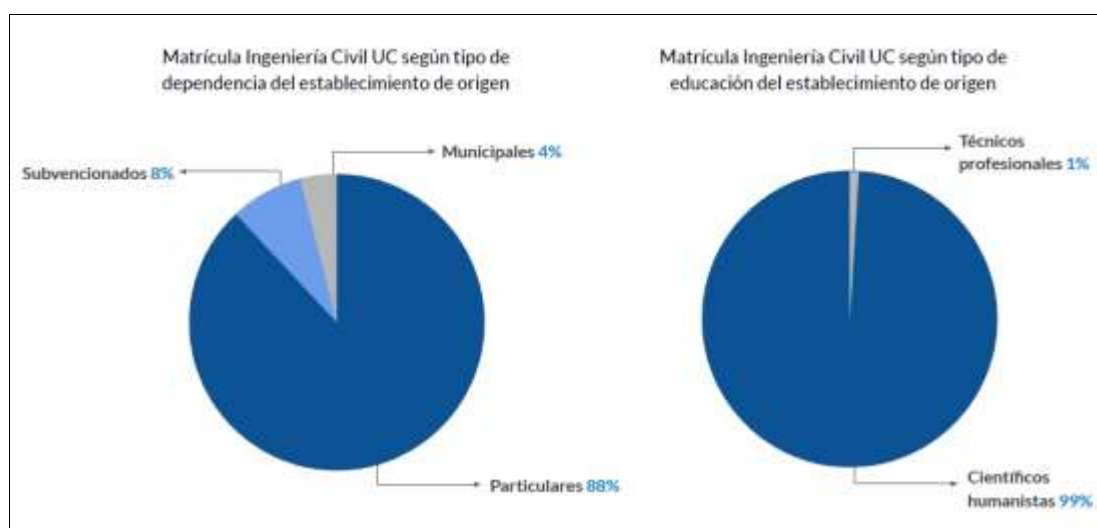


Figura 2-1: Matrícula de Ingeniería Civil UC según tipo de establecimiento (datos del año 2016 al 2020, fuente SIES).

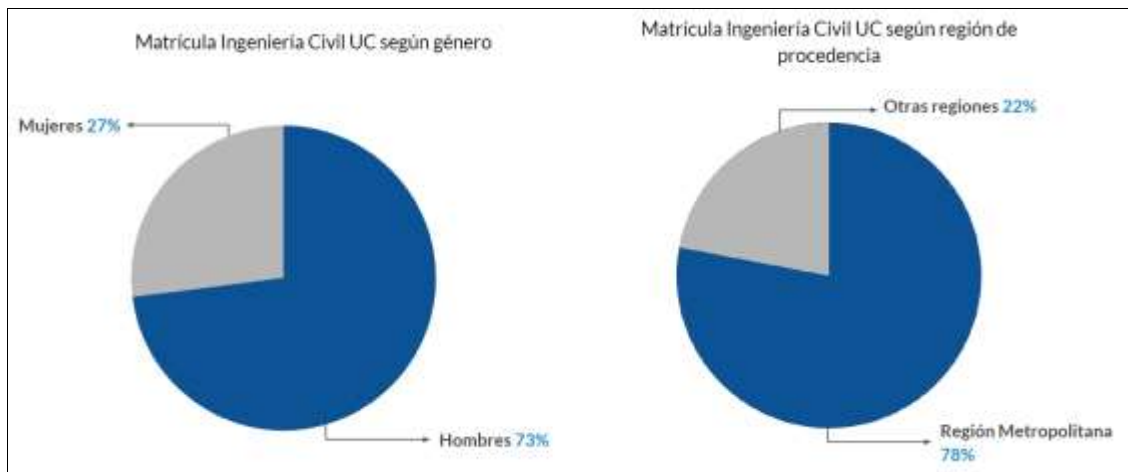


Figura 2-2: Matrícula de Ingeniería Civil UC según grupo de población (datos del año 2016 al 2020, fuente SIES/ datos del año 2016, fuente DEMRE).

De acuerdo a las cifras anteriores, los grupos minoritarios en Chile se pueden caracterizar de forma preliminar como: (1) escolares provenientes de establecimientos municipales y subvencionados según el tipo de financiamiento, (2) provenientes de colegios técnicos profesionales según el tipo de educación, (3) mujeres según el género y (4) estudiantes provenientes de regiones distintas a la capital.

Además de la caracterización anterior, los estudiantes de estos establecimientos escolares presentan ciertas características académicas y socioeconómicas. Primero, las escuelas de educación tipo técnico profesional y los establecimientos municipales y subvencionados son los que obtienen los puntajes más bajos en la prueba SIMCE respecto a los demás grupos, así se observó en la prueba de matemáticas y lenguaje de octavo básico del año 2014 (Agencia de Calidad de la Educación, 2014). Segundo, estas mismas escuelas son las que concentran el mayor porcentaje de estudiantes de niveles

socioeconómicos bajo y medio bajo, a diferencia de las escuelas particulares que en su mayoría son estudiantes del grupo socioeconómico alto (Centro de Estudios del Ministerio de Educación, 2017).

2.2 Programas de pre-ingeniería

Para abordar los desafíos de sub-representación, distintas organizaciones y universidades han desarrollado programas que buscan promover habilidades de ingeniería en estudiantes escolares. Algunas iniciativas son el caso de la Universidad de Purdue (EE.UU.) a través de sus talleres de ingeniería de verano para escolares (Jeffers et al. 2004) y su iniciativa INSPIRE; también Newton Fab Lab de la Unión Europea, que enseña conceptos teóricos a través de la fabricación de prototipos (Togou et al. 2019); o los múltiples programas de verano para escolares de la Universidad de Maryland (EE.UU.), los cuales están enfocados en experimentar diversas herramientas de la ingeniería (Yelamarti & Mawasha, 2008). Iniciativas como estas han sido denominadas como programas de pre-ingeniería, entendidos como programas educativos para estudiantes de los niveles K-12 diseñados para enseñar conceptos introductorios de ingeniería (McMullin, 2013).

2.2.1 Definiciones y desarrollo

Los programas de pre-ingeniería son programas educativos que tienen por objetivo despertar el interés de los escolares en materias STEM (Poole et al. 2001). También son definidos como instancias en las que los alumnos pueden participar en actividades de

ingeniería, en entornos formales e informales, a través de diversos planes de estudio y estándares (Kannengiesser et al. 2015). Actualmente, existe preocupación por la falta de uniformidad en los estándares que ha propuesto la literatura para el diseño de estos programas, por lo que no hay un estándar único establecido (Chandler et al. 2011).

Los primeros programas formales de pre-ingeniería K-12 surgieron a principios de la década de 1990. Desde ese entonces, la actividad en este campo ha aumentado significativamente, a través del desarrollo de diversos planes de estudio de pre-ingeniería y la investigación académica de estos. En 2006, *National Academy of Engineering* y *National Research Council Center for Education* establecieron el Comité de Educación de Ingeniería K-12. Este comité comenzó a abordar la pre-ingeniería y responder a preguntas sobre la interacción de la educación en ingeniería con las otras disciplinas STEM, el impacto de estas iniciativas, las mejoras académicas en ciencias y matemáticas y el interés por carreras STEM (Katehi, Pearson & Feder, 2009).

2.2.2 Beneficios

Investigaciones académicas han mostrado múltiples beneficios de los programas de pre-ingeniería. La participación de escolares preuniversitarios en estos programas está vinculada a una mayor autoeficacia en carreras de ingeniería (Fantz et al. 2011). También impacta positivamente en el interés de los estudiantes por carreras STEM, debido a la exposición temprana a las matemáticas y las ciencias (Raines, 2012). Asimismo, la participación en este tipo de instancias ha demostrado tener efectos

positivos en habilidades de ingeniería específicas, tales como el uso de la tecnología (Strayhorn, 2011) y el rendimiento académico, tanto en la secundaria como en programas universitarios STEM (Raines, 2012).

En relación a los grupos minoritarios, los programas de pre-ingeniería podrían aumentar la inscripción y retención de minorías sub-representadas en programas STEM; se vio que estudiantes sub-representados de entre 12 y 18 años que participaron de un programa de pre-ingeniería en Ohio (EE.UU.) aumentaron (1) la confianza de los escolares en sí mismos, (2) las habilidades de resolución de problemas a través del enfoque de aprendizaje práctico y (3) la conciencia del estudiante para seguir una carrera en disciplinas STEM (Yelamarthi & Mawasha, 2008).

2.2.3 Pre-ingeniería en Chile

En Chile, también existen iniciativas que abordan el acercamiento de la ingeniería en la educación media y básica, en la Tabla 1-A del Anexo A se presenta un resumen de programas que abordan este foco en Chile y Latinoamérica, realizada por Padilla (2019). En esta tabla se describen 15 programas con distintos enfoques y modalidades. Respecto a los enfoques, se tienen programas que integran las disciplinas STEM, otros que promueven la ingeniería, tecnología, ciencias y matemáticas por separado, o que utilizan técnicas específicas como la robótica y la programación. Respecto a las modalidades, algunos programas se desarrollan como talleres extracurriculares dentro del

establecimiento escolar y otros son impartidos en espacios comunes para estudiantes de distintos establecimientos.

A pesar de que existen este tipo de programas, hay poca evidencia científica sobre los resultados de estos en Chile y no se auto designan bajo el concepto de pre-ingeniería. Resulta relevante exponer el concepto pre-ingeniería en Chile en virtud que entrega un marco teórico y educativo para crear y evaluar programas que promueven la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, fortaleciendo la educación STEM en Chile antes de la educación superior. Dentro de los programas que abordan la pre-ingeniería en Chile, se puede considerar el programa Savialab, implementado por la escuela de Ingeniería UC de la mano de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) como un programa de pre-ingeniería.

A continuación, se presentará y evaluará el programa educacional chileno Savialab que acerca a los estudiantes a la ingeniería y tecnología a través del desarrollo de un proyecto de innovación temprana. Savialab fue ganador del premio a la diversidad entregado por el consejo global de decanos de ingeniería (GEDC) y la empresa de aviación Airbus el año 2018. También se presentó el caso Savialab en la Conferencia Anual 2019 de la Sociedad Americana para la Educación en Ingeniería (ASEE) y en el Congreso 2019 de la Sociedad Chilena de la Educación en Ingeniería (SOCHEDI).

A través de esta investigación, se quiere determinar si Savialab funciona como un programa de pre-ingeniería que acerca a estudiantes de grupos minoritarios en Chile a los conceptos de ingeniería.

3 CASO DE ESTUDIO: SAVIALAB

3.1 Objetivo e historia del programa

Savialab es un programa educacional que desarrolla la metodología de innovación temprana y herramientas tecnológicas en estudiantes de educación media de colegios rurales y técnico rurales en Chile. Uno de los objetivos del programa es contribuir en aumentar el acceso a la educación STEM de estudiantes provenientes de contextos socioeconómicamente vulnerables y de zonas rurales. Asimismo, Savialab intenta disminuir la brecha educacional a través de la exposición a conceptos STEM, modelos a seguir, y herramientas tecnológicas. Otro de los objetivos es empoderar a los estudiantes y docentes con metodologías para identificar oportunidades de innovación en sus propios contextos (Miranda, Goñi & Fuenzalida, 2019).

Más en específico, Savialab es considerado un programa de pre-ingeniería porque acerca a estudiantes de educación media a conceptos de ingeniería y tecnología a través de los recursos mencionados antes, que se detallan a continuación. Primero, el proceso de innovación temprana permite abordar conceptos STEM como métodos de recolección de datos, oportunidades de innovación, lluvia de ideas, desarrollo de prototipos, entre otros (DILAB, 2018). Segundo, los escolares comparten con estudiantes universitarios de Ingeniería Civil (ayudantes del programa) que actúan como modelos a seguir. Tercero, durante el programa los escolares aprenden principios básicos de herramientas

tecnológicas como placas microcontroladoras, impresión 3D, fresado y corte láser, que luego utilizan en la fabricación de sus prototipos (Miranda, Goñi & Fuenzalida, 2019).

El programa nació el 2014 a partir del objetivo de la Fundación de Innovación Agraria (FIA) de fortalecer la innovación en las nuevas generaciones de zonas rurales. En respuesta a esto, el DILAB de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile adaptó parte de sus metodologías generando un programa práctico y didáctico que enseña innovación temprana en el aula. Actualmente, Savialab ha impactado a 3.320 estudiantes a lo largo de las regiones Coquimbo, Metropolitana, Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén (Miranda, Goñi, Fuenzalida & Pickenpack, 2019).

3.2 Metodología de Savialab

Savialab instruye a docentes de educación media en el desarrollo de un proyecto de aprendizaje activo basado en la experiencia. Este proceso se realiza en capacitaciones que incluyen un manual didáctico, hojas de trabajo y actividades orquestadas. Luego de esta primera fase, los profesores enseñan la metodología Savialab a sus estudiantes y estos la llevan a cabo usando Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). En el transcurso de un año los alumnos analizan su contexto, identifican oportunidades de innovación en sus comunidades y prototipan soluciones para desarrollar un proyecto de innovación temprana y participar del concurso Savialab (Miranda, Goñi, Fuenzalida & Pickenpack,

2019). A continuación, se detalla cada etapa y la Figura 3-1 muestra un esquema de estas.

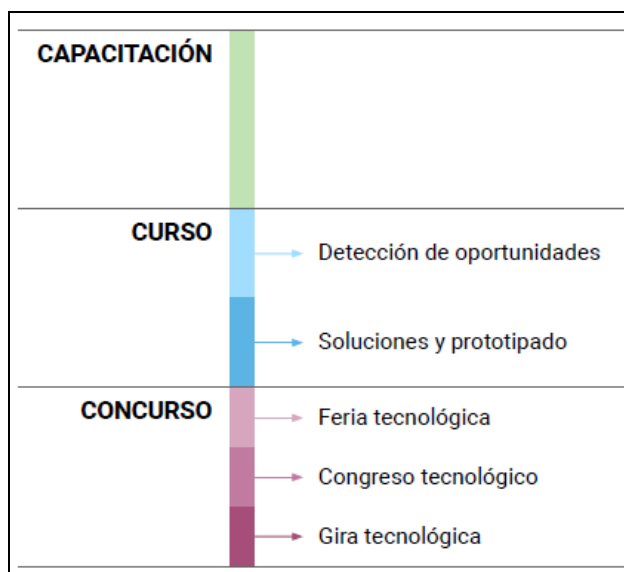


Figura 3-1: Etapas del programa Savialab.

3.2.1 Capacitaciones docentes y el programa TPD

Previo a la experiencia de los estudiantes, se realiza la capacitación a los docentes de los establecimientos participantes. La capacitación se realiza en cada región por separado y tiene una duración de una semana con jornada completa. Durante estas clases los docentes aprenden la metodología de Savialab de forma aplicada, es decir, realizan las mismas actividades que luego deberán realizar sus alumnos pero de forma intensiva. Experimentan las dificultades y dudas que pueden surgir en los estudiantes y tienen la posibilidad de resolverlas o solicitar consejos de parte del equipo profesional (Miranda, Goñi & Pickenpack, 2019).

3.2.1.1 Programa de capacitación TPD

Durante la versión de Savialab 2019 (versión que será utilizada en el presente estudio) docentes de las regiones Metropolitana y Maule se capacitaron para luego participar de Savialab junto a sus alumnos. Además de esto, el grupo de profesores de la región del Maule realizó el curso Teoría, Práctica y Didáctica para la Innovación en el Aula (TPD en adelante) dictado y creado por el equipo profesional del DILAB y certificado por el Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) del Ministerio de Educación de Chile. Este tuvo una duración de un año, en el que los docentes de educación media se especializaron en el proceso de innovación del DILAB y en la forma de enseñar este a sus estudiantes (Miranda, Goñi & Pickenpack, 2019).

3.2.2 El curso Savialab y sus modalidades

El programa está organizado en dos fases: el “curso” y el “concurso”. El curso está basado en dos tópicos, el primero es “Detección de Oportunidades de Innovación”. En este se les enseña a los estudiantes a reconocer las características culturales de su entorno. Mediante el uso de observación y entrevistas, son capaces de detectar brechas y hábitos sociales claves. El uso de estos métodos de levantamiento de información es fundamental en Savialab, ya que el programa enseña a los estudiantes que la innovación debe comenzar desde la empatía humana y no sólo desde los recursos tecnológicos. El segundo tópico es “Soluciones y Prototipado”. En él, los profesores y estudiantes aprenden herramientas para incentivar el proceso de ideación y darle forma física a sus ideas utilizando recursos tecnológicos (Miranda, Goñi, Fuenzalida & Pickenpack, 2019).

Durante esta etapa, la versión de Savialab 2019 ofreció dos tipos de modalidades para el curso en la Región Metropolitana: Savialab Acompañado y Savialab Autónomo. Estos se describen a continuación y se muestra un esquema en la Figura 3-2.

3.2.2.1 Modalidad acompañada

Es la modalidad original del programa, en la que el docente y los escolares que participan son acompañados por profesionales del DILAB, que corresponden a docentes de la escuela de Ingeniería UC que enseñan cursos de ingeniería-diseño y que se han capacitado para entregar los contenidos necesarios en Savialab. Esta modalidad cuenta con cinco jornadas, de 5 horas cada una, en las que se desarrollan temas específicos que luego deben seguir siendo profundizados en la sala de clases durante la semana.

3.2.2.2 Modalidad autónoma

En la modalidad autónoma, los docentes del establecimiento escolar conducen el proceso Savialab en la sala de clases durante el mismo tiempo que en la modalidad acompañada pero sin asistir a las jornadas con el profesional DILAB. Esta modalidad estuvo disponible para docentes y establecimientos que habían participado de alguna versión anterior del programa (Miranda, Goñi & Pickenpack, 2019).

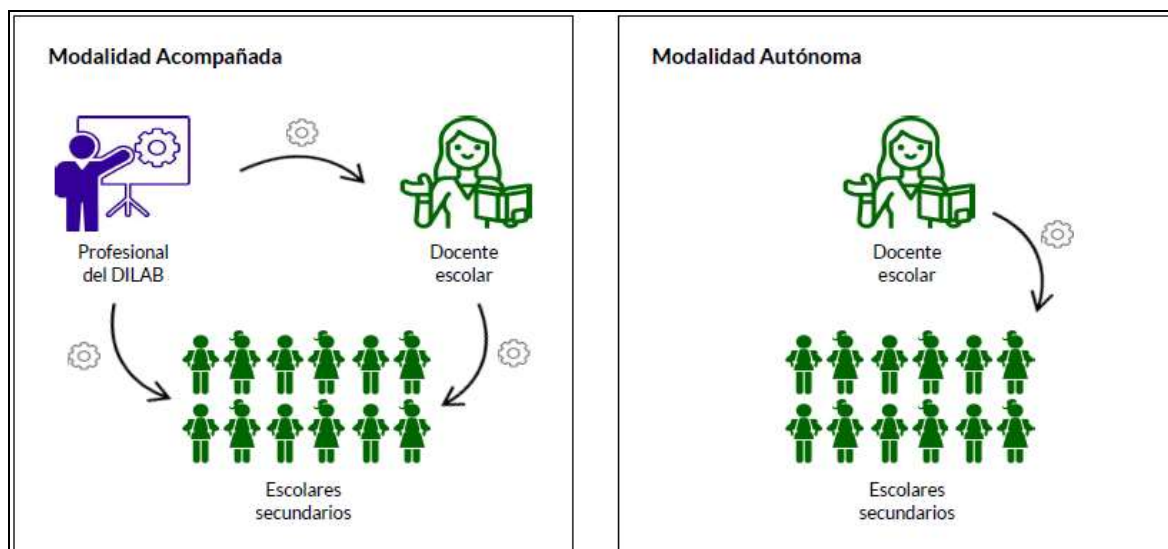


Figura 3-2: Modalidades del curso Savialab

3.2.3 El concurso Savialab

Una vez finalizado el curso, los profesores y estudiantes pueden participar de la segunda fase, “el concurso”. Esta fase está dividida en tres etapas. La primera etapa consiste en que los estudiantes apliquen lo aprendido en el curso y creen un proyecto de innovación en grupo. Cada grupo debe entregar dos reportes del proyecto a un jurado experto: en una primera instancia resumen la oportunidad de innovación detectada y en la segunda describen la solución creada. En cada una de las entregas, los grupos de estudiantes reciben retroalimentación para continuar a la segunda etapa. En esta nueva etapa, llamada Feria Tecnológica, los grupos presentan sus proyectos de innovación en la escuela de ingeniería de una universidad asociada. Cada grupo diseña y presenta un póster y su prototipo. Los grupos finalistas avanzan a la tercera y última etapa, el Congreso Tecnológico, en la que un jurado experto selecciona tres grupos ganadores,

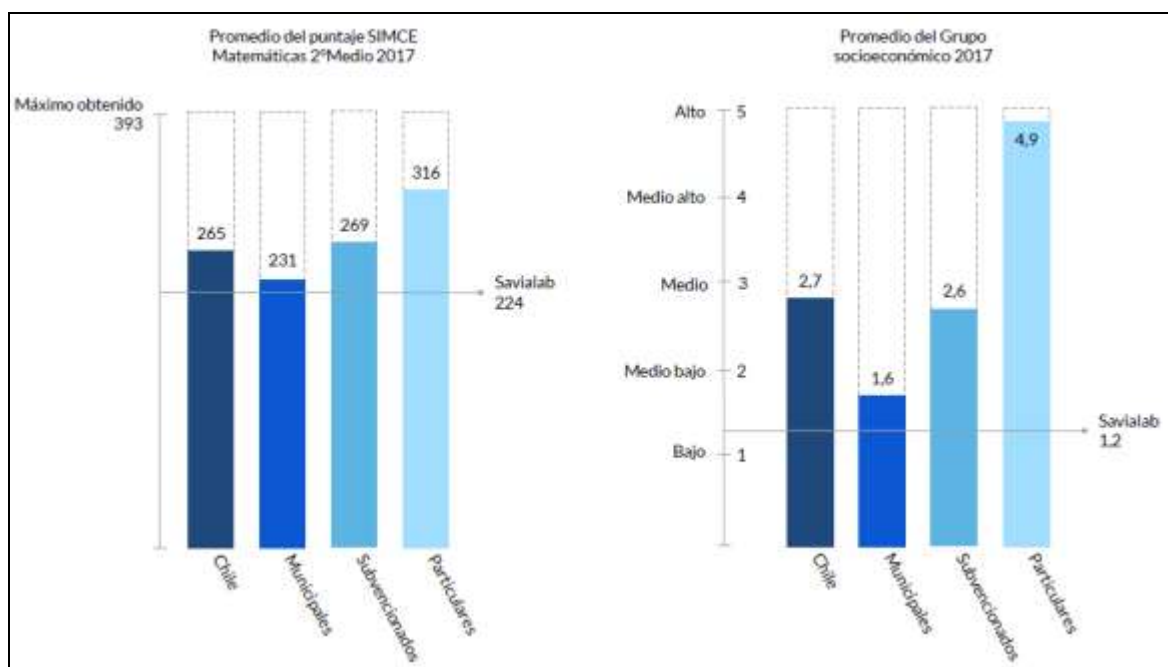
quienes participan de una gira tecnológica nacional (Miranda, Goñi, Fuenzalida & Pickenpack, 2019).

3.3 Grupos minoritarios en Savialab

La visión de Savialab es capacitar a los estudiantes chilenos más desfavorecidos socioeconómicamente y/o académicamente para que tomen conciencia de su potencial innovador. Los estudiantes que participan en Savialab pertenecen a grupos minoritarios; desde el 2015 al 2019 han participado 95 instituciones educacionales, de éstas, el 59% son municipales y el 41% son subvencionados. De acuerdo al tipo de educación, el 5% son científico humanista, 40% son técnico profesional y 55% son mixtos. Por otro lado, el 35% de la muestra son establecimientos de zonas rurales, teniendo en cuenta que solo el 5,7% de los establecimientos escolares en Chile están en zonas rurales según datos de la Agencia de Calidad de la Educación (2018). A pesar de las distintas características mencionadas, todos los establecimientos tienen un índice de vulnerabilidad similar que se encuentra alrededor del 89,7%, es decir, la mayoría de los estudiantes son vulnerables desde un punto de vista socioeconómico y educativo (Miranda, Goñi & Fuenzalida, 2019).

Tal como se muestra en la Figura 3-3, las escuelas participantes de Savialab son desaventajadas en comparación al panorama nacional. Esta diferencia persiste al desagregar según dependencia del establecimiento y comparar de manera directa con los colegios municipales, quienes históricamente han representado a los grupos más

desaventajados del país. De acuerdo a la prueba SIMCE de matemáticas 2017 de segundo medio, los colegios participantes de Savialab obtienen en promedio menores puntajes que el promedio nacional. A su vez, también su promedio es menor que los colegios municipales. Por otro lado, los estudiantes de los establecimientos que participan en Savialab pertenecen a los grupos socioeconómicos más bajos. Cada escuela está clasificada en uno de los siguientes grupos: bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto, numerados de 1 a 5. Al igual que en los puntajes SIMCE, los colegios que participan en Savialab tienen un menor promedio que el promedio nacional y el de los colegios municipales.



Nota 1: el puntaje SIMCE Matemáticas 2º Medio 2017 corresponde al promedio escolar obtenido en la prueba nacional estandarizada de matemáticas para 2º Medio del año 2017.

Nota 2: el Grupo socioeconómico fue obtenido de la base del Ministerio de Educación. Los datos que se muestran son un promedio para cada grupo y corresponden al año 2017.

Figura 3-3: Comparación del nivel académico y socioeconómico de las escuelas que participan en Savialab y los diferentes grupos escolares en Chile.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Pregunta de investigación

¿Hay diferencias en las actitudes hacia la tecnología e ingeniería entre los estudiantes que participan en un programa de pre-ingeniería y los que no?

Objetivo general

Comparar, cuantitativamente, las actitudes hacia la tecnología e ingeniería de estudiantes secundarios que realizan un programa de pre-ingeniería, respecto a un grupo control.

Hipótesis

A continuación se presentan las hipótesis para la investigación. Estas corresponden a una hipótesis sobre el grupo Savialab y otras dos hipótesis sobre los subgrupos de Savialab según la modalidad del programa y el nivel de capacitación docente.

H1: Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología e ingeniería entre los estudiantes que realizan un programa de pre-ingeniería (Savialab) y los que pertenecen a un grupo control.

H2: Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología e ingeniería entre los estudiantes que realizan un programa de pre-ingeniería en modalidad acompañada (Savialab acompañado por el equipo DILAB) y los que pertenecen a un grupo control.

H3: Existen diferencias significativas en las actitudes hacia la tecnología e ingeniería entre los estudiantes que realizan un programa de pre-ingeniería en que sus docentes escolares realizan un curso de capacitación previo (Savialab con TPD) y los que pertenecen a un grupo control.

Las hipótesis H2 y H3 son esperadas debido al acompañamiento que tiene el docente escolar en su labor en la modalidad acompañada y el mayor nivel de capacitación de los docentes escolares que realizan el curso TPD. Estas características fueron detalladas en el marco teórico.

5 METODOLOGÍA

5.1 Diseño de la investigación

Se realizó una investigación de enfoque cuantitativo y de tipo empírico, el cual “usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico” (Hernández et al. 2006, p.5). Se utilizó un diseño de comparaciones múltiples con un grupo tratamiento y un grupo control que no recibe el tratamiento interés. Los participantes Savialab se auto-seleccionaron para participar en el programa. Los participantes del grupo control son una muestra por conveniencia y auto-seleccionada, que se explica más adelante. A continuación, en la Figura 5-1 se muestran los grupos a comparar.

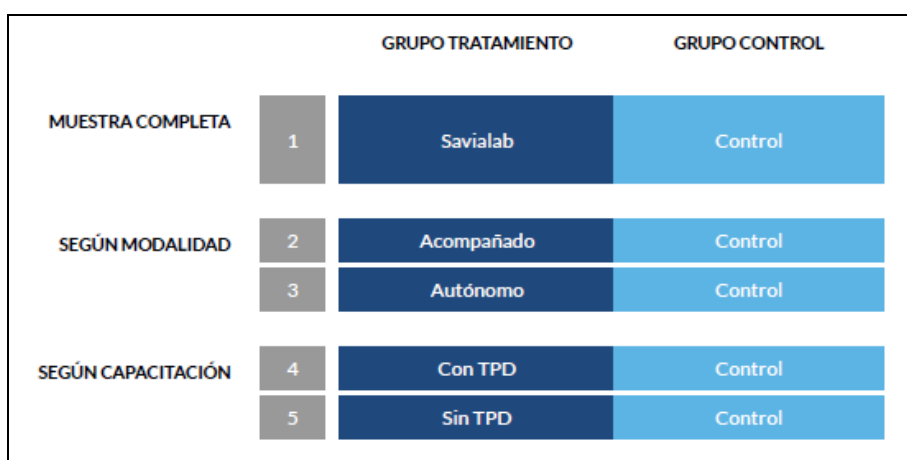


Figura 5-1: Grupos a comparar.

5.2 Participantes

5.2.1 Grupo Savialab

El grupo con tratamiento corresponde a los estudiantes del curso-concurso Savialab 2019 por lo que fueron auto designados como participantes de la investigación por pertenecer al programa con el consentimiento de los apoderados y el asentimiento de los estudiantes. Para esto, primero Savialab convoca a los establecimientos escolares, luego los docentes escolares interesados en participar realizan las capacitaciones de Savialab. Finalmente, los estudiantes que tienen asignaturas escolares con estos docentes son invitados a participar en Savialab. Los integrantes del programa 2019 tienen entre 13 y 18 años, y pertenecen a las regiones de Chile: Metropolitana y Maule.

La cantidad de participantes por género, modalidad y nivel de capacitación docente se muestran en la Tabla 5-1. Con un total de $n=108$ encuestados, se tiene una proporción similar en ambos géneros, 52% se identificaron con el género femenino y 48% con el género masculino. Según la modalidad, el 81% participa en la modalidad acompañada y un 19% en la modalidad autónoma, esto debido a que solo la región Metropolitana presenta esta opción de modalidad. Respecto al nivel de capacitación docente, se tiene que el 70% pertenece al grupo con docentes que realizaron el TPD y el 30% pertenece al grupo con docentes que no realizaron este curso.

Se determinaron características académicas y socioeconómicas de los establecimientos escolares del grupo Savialab para luego seleccionar a los establecimientos del grupo

control según estas cualidades. Esto con el objetivo de que las diferencias encontradas sean explicadas por las variables de estudio y no otras. Como indicador académico se utilizó el promedio del puntaje SIMCE-Matemáticas del nivel 2° medio del año 2017, para el indicador socioeconómico se utilizó el grupo socioeconómico y el Índice de vulnerabilidad IVE-Media. A continuación, en la Tabla 5-2 se muestran las características del grupo Savialab.

Tabla 5-1

Información demográfica participantes del programa Savialab

	N	%
Género		
Masculino	52	48
Femenino	56	52
Sin información	0	0
Total	108	100
Modalidad		
Acompañado	87	81
Autónomo	21	19
Total	108	100
Nivel de capacitación docente		
Con TPD	76	70
Sin TPD	32	30
Total	108	100

Tabla 5-1: Información demográfica de los participantes del programa Savialab.

Tabla 5-2

Características académicas y socioeconómicas de los establecimientos del grupo Savialab

Característica	Rango en el que se encuentran los establecimientos participantes
SIMCE matemáticas	199 – 271
Grupo socioeconómico	1 – 2
IVE- media	80% - 90%

Tabla 5-2: Características académicas y socioeconómicas de los establecimientos Savialab.

5.2.2 Grupo control

El grupo control corresponde a estudiantes que no participaron en Savialab 2019 ni en versiones anteriores. Para obtener esta muestra se hizo un muestreo por juicio ya que se seleccionaron establecimientos con características socioeconómicas similares a los establecimientos del grupo Savialab. Estos debían pertenecer a los grupos de establecimientos Municipales o Subvencionados; Científicos humanistas, Técnico profesionales o Mixtos; y Rurales o Urbanos, también debían cumplir con las características académicas y socioeconómicas dentro del rango que se muestra en la Tabla 5-2 y los estudiantes debían tener entre 13 y 18 años.

Para contactar a los establecimientos, se hizo una lista de las escuelas de la Región Metropolitana que cumplieran con todas las características. Se consideró sólo esta región por la dificultad de asistir a otras regiones para los investigadores. Se contactó por vía telefónica a los establecimientos con el objetivo de obtener el contacto de los directivos.

En los casos en los que se obtuvo, se contactó por mail o teléfono explicando el estudio mediante un documento formal. Luego de dos meses, se logró concretar la participación de dos establecimientos como grupo control con un total de $n=52$ participantes. No fue fácil la aceptación por parte de los establecimientos debido al tiempo de clases que debían destinar los estudiantes a realizar la encuesta y también debido a la dificultad para gestionar la firma del consentimiento informado de los apoderados. A pesar de esto, la cantidad de participantes es adecuada para realizar comparaciones con los subgrupos de Savialab a analizar. En la Tabla 5-3 se detallan las características académicas y socioeconómicas y en la Tabla 5-4 se muestra la información demográfica de los participantes del grupo control.

Tabla 5-3

Características académicas y socioeconómicas de los establecimientos del grupo control

Característica	Escuela 1	Escuela 2
Dependencia	Subvencionado	Municipal
Tipo de educación	Científico-humanista	Técnico-profesional
Zona	Urbano	Rural
SIMCE- matemáticas	269	205
Grupo socioeconómico	2	1
IVE-media	81%	89,6%

Tabla 5-3: Características académicas y socioeconómicas del grupo control

Tabla 5-4*Información demográfica de los participantes del grupo control*

	N	%
Género		
Masculino	19	37
Femenino	33	63
Total	52	100

Tabla 5-4: Información demográfica de los participantes del grupo control

5.3 Criterios de ética

5.3.1 Confidencialidad

En las encuestas se solicitaron datos personales, tales como, nombre del estudiante, edad del estudiante y nombre del establecimiento. Estos fueron utilizados para identificar las encuestas respondidas. Esta información no se encuentra disponible, los datos se tabularon con identificadores numéricos y los resultados se muestran por grupo de participantes y no por estudiante ni establecimiento.

5.3.2 Consentimiento y asentimiento informado

Se creó el consentimiento informado para los apoderados y un asentimiento informado para los estudiantes. Estos incluyeron el objetivo de la investigación, requerimientos, beneficios de participación del estudiante, protección de la información y el contacto en caso de dudas y vulneración de derechos. Cada individuo tuvo la opción de aceptar o

rechazar la participación en el estudio y de ningún modo se aplicó penalidad a aquellos estudiantes que eligieron no participar. Los documentos fueron revisados y aceptados por el Comité Ético Científico de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

5.4 Instrumento

5.4.1 Instrumento TEAS adaptado

Existen diversos criterios para definir un programa de pre-ingeniería y no hay consenso sobre las características que debe cumplir uno de estos programas. Teniendo esto en cuenta, se seleccionó el instrumento *Technology and Engineering Attitude Scale* (TEAS), que fue creado por Cook (2009) y fue utilizado en el artículo de Wright (2017) para medir el impacto de un programa de pre-ingeniería. El instrumento investiga la actitud y percepción de los estudiantes hacia la ingeniería y tecnología. Además, considera la existencia de grupos minoritarios en STEM, siendo uno de los criterios medidos la actitud hacia el género femenino como minoría. De esta forma, es posible incluir otros criterios para medir el cambio de actitud hacia otros grupos sub-representados en STEM presentes en nuestra población.

La encuesta TEAS contiene una serie de preguntas en escala Likert, donde: 1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = de acuerdo; 4 = muy de acuerdo. Esto permite proporcionar datos cuantificables sobre posibles diferencias en las actitudes de los estudiantes entre los grupos del estudio. Para utilizar el instrumento se adaptó al programa Savialab. Para esto, se tradujo al español, luego se adaptó el vocabulario al

contexto Chileno y por último se agregaron preguntas sobre dos tópicos relevantes para la investigación. Estos son 1. Minorías socioeconómicas y 2. Minorías regionales, por ser grupos minoritarios en STEM en Chile y que participan en Savialab.

5.4.2 Testeo del instrumento

Se testeó el instrumento adaptado con estudiantes de características similares a los estudiantes de Savialab, es decir, jóvenes de entre 13-18 años y pertenecientes a un establecimiento con características en el rango de la Tabla 5-2. Primero, se creó el protocolo de testeo con los objetivos, el detalle del procedimiento, las preguntas y las observaciones a realizar, este documento se encuentra en el Anexo B. Segundo, se aplicó el cuestionario TEAS adaptado a diez estudiantes, se observó su comportamiento y se les realizó preguntas acerca de la dificultad, extensión y comprensión del instrumento. Tercero, se transcribieron las entrevistas y se analizaron las respuestas.

Todos los estudiantes manifestaron que la extensión y vocabulario eran adecuados. La mayoría comentó que estaba en desacuerdo con algunas de las oraciones del cuestionario respecto a diferencias de actitud hacia la ingeniería y tecnología entre el género femenino y masculino. Un estudiante dijo “Estuvieron bien pero en algunas estuve en desacuerdo, no creo que los hombres sean mejores que las mujeres, todos podemos hacer lo mismo” (Estudiante encuestado, comunicación personal, 15 de marzo de 2019). Con estos comentarios se detectó que los alumnos percibían las oraciones de la encuesta

como una verdad impuesta. A partir de esto, se incluyó una introducción escrita y verbal que enfatiza en que el objetivo del instrumento es conocer la opinión de los estudiantes.

5.4.3 Confiabilidad y validez

Es relevante traer evidencia de la validez y confiabilidad del instrumento antes de utilizarlo en el análisis estadístico. La validez es el “grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (Hernández et al. 2006, p.200). Por otro lado, la confiabilidad es el “grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (Hernández et al. 2006, p.200). Como medida de la validez y confiabilidad se utilizó el análisis psicométrico.

Con la versión adaptada de la encuesta, la cual contenía 10 factores y 42 ítems, se realizó un Análisis Factorial Exploratorio (EFA) para determinar la organización conceptual de los ítems, lo que luego se contrastó con el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC). Con lo anterior, el instrumento se redujo a 3 factores y 17 ítems, el cual según la teoría psicométrica, cumple con los estándares de confiabilidad y validez, explica Miranda et al. (En prensa). Más en específico, los resultados obtenidos son un Índice de ajuste comparativo CFI = 0.93, Índice de Tucker Lewis TLI = 0.917, Error cuadrático medio de aproximación RMSEA = 0.059 y Error cuadrático medio estandarizado SRMR = 0.05 (Miranda et al. En prensa). Con esta versión del instrumento, es posible realizar análisis válidos para la población de la muestra. Para

efectos de este estudio se utilizará la versión del TEAS validada por Miranda et al. (En prensa).

La versión final del TEAS adaptado a Savialab posee cuatro secciones, primero una explicación de la encuesta y la autorización del estudiante, luego 17 oraciones con escala de Likert, las que se muestran en la Figura 5-2, después una pregunta abierta en caso de que el estudiante desee escribir un comentario y por último una sección de datos personales y demográficos del estudiante y del establecimiento al que pertenece. La versión final de la encuesta se encuentra en el Anexo C.

1	Los ingenieros y técnicos ligados a la tecnología resuelven problemas	1	2	3	4
2	Los ingenieros ayudan a hacer mejor la vida de las personas	1	2	3	4
3	Las mujeres pueden ser tan exitosas como los hombres en tecnología	1	2	3	4
4	Los ingenieros que trabajan en otras regiones pueden ser tan buenos como los ingenieros de Santiago	1	2	3	4
5	Me gustaría tener un trabajo donde pueda hacer ingeniería y usar mucha tecnología	1	2	3	4
6	Creo que me iría bien en una clase relacionada con ingeniería y tecnología	1	2	3	4
7	Creo que sería entretenido vincularme con la ingeniería o temas relacionados a la tecnología	1	2	3	4
8	Creo que debiera haber una clase en mi escuela relacionada con ingeniería o tecnología	1	2	3	4
9	Me gustaría dedicarme a la tecnología cuando salga del colegio	1	2	3	4
10	Me gustaría aprender más de ingeniería y tecnología	1	2	3	4
11	Si hubiera una capacitación en mi liceo sobre tecnología e ingeniería, me gustaría unirme	1	2	3	4
12	Una mujer puede ser una experta en tecnología	1	2	3	4
13	Un trabajo en ingeniería y tecnología sería aburrido para mí	1	2	3	4
14	La ingeniería y la tecnología hacen nuestra vida más cómoda	1	2	3	4
15	Cuando pienso en ingeniería y en tecnología, la mayoría del tiempo pienso en resolver problemas	1	2	3	4
16	En ingeniería, los estudiantes de liceo técnico pueden ser tan exitosos como los estudiantes de colegio privado	1	2	3	4
17	Soy capaz de entrar y estudiar ingeniería	1	2	3	4

Figura 5-2: Ítems de la versión final de la encuesta TEAS adaptado a Savialab.

5.4.4 Variables de estudio

Los factores del instrumento adaptado y validado son las variables que serán utilizadas en el análisis estadístico. En la Tabla 5-5 se muestran las preguntas que conforman cada variable. Estas fueron descritas por Miranda et al. (En prensa) con un coeficiente alfa de Cronbach de 0,93 y un coeficiente alfa de Omega de 0,95, los cuales muestran una buena confiabilidad.

- **Interés:** Describe el interés de aprender sobre tecnología e ingeniería, tanto como una carrera o como un conocimiento particular.
- **Concepciones:** Describe el valor percibido de la ingeniería y la tecnología como una herramienta para la resolución de problemas y contribución a la sociedad.
- **Identidades:** Describe la relación percibida del éxito en ingeniería y tecnología con identidades sociales particulares (hombres / mujeres, metropolitanos / no metropolitanos y bajos recursos económicos / mayores recursos económicos).

Tabla 5-5*Preguntas que conforman cada variable*

Variable	Preguntas
Interés	p5, p6, p7, p8, p9, p10, p11, p13, p17
Concepciones	p1, p2, p14, p15
Identidades	p3, p4, p12, p16

Tabla 5-5: Preguntas que conforman cada variable.

5.5 Análisis estadístico

Los datos se recolectaron al término del programa Savialab, en octubre de 2019. La encuesta se aplicó de forma presencial en la Feria tecnológica para el grupo Savialab y en forma remota para el grupo control, debido a la situación del país en ese momento. Luego, los datos se tabularon y limpiaron, es decir, se eliminaron los encuestados con respuestas vacías (NA). Para el análisis estadístico se utilizó el software *R Project*.

Primero se obtuvieron las variables a analizar: (1) Interés, (2) Concepciones e (3) Identidades. Estos corresponden al promedio de los ítems que integran cada factor, y son las variables cuantitativas. Por otro lado, las variables categóricas e independientes son la modalidad del programa (autónomo/ acompañado), el nivel de capacitación docente (con TPD/ sin TPD) y el tipo de muestra (Savialab/ control).

Primero, se realizará un análisis descriptivo de los resultados de investigación. Segundo, se desarrollará el análisis inferencial utilizando la prueba de análisis de varianza (ANOVA). Tercero y último se medirá el tamaño del efecto con la prueba D de Cohen, la cual mide el tamaño del efecto para dos muestras independientes (Cohen, 1992).

El análisis de varianza es la técnica “que utiliza una o más variables independientes (no métricas) y trata de explicar el comportamiento de una o más variables dependientes” (De la Garza et al. 2013, p.600). Para esta prueba es necesario el cumplimiento de pruebas preliminares, estas son la Normalidad y Homocedasticidad. Por un lado, la Normalidad indica que “los valores de la variable dependiente deben seguir una distribución normal” (Rubio & Berlanga, 2012, p.3), para esta se utilizará la prueba de Shapiro. Por otro lado, la Homocedasticidad expone que “las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales” (Rubio & Berlanga, 2012, p.4), para la que se utilizará la prueba de Bartlett. En caso de que la prueba de normalidad no se cumpla, se utilizará el ANOVA no paramétrico. Utilizando ANOVA se analizarán las diferencias en las variables de estudio entre la muestra Savialab y la muestra control.

6 RESULTADOS

6.1 Análisis descriptivo

Se realizó el análisis descriptivo para las variables Interés, Concepciones e Identidades, para los grupos Savialab y grupo control. En la Tabla 6-1 se presenta la descripción de los datos. Para los participantes de Savialab (n=108), las variables presentaron medias de 2,97 (Interés), 3,08 (Concepciones), 3,68 (Identidades) y 3,24 (promedio general), las cuales tienen un valor mínimo y máximo de 1 y 4 respectivamente. El valor de la mediana es cercano a la media para cada variable y la desviación estándar se encuentra entre 0,44 y 0,68, siendo la variable Interés la que presenta mayor dispersión.

Para los participantes del grupo control (n=52), las variables presentaron medias de 2,68 (Interés), 2,98 (Concepciones), 3,57 (Identidades) y 3,01 (promedio general), las cuales tienen un valor mínimo y máximo de 1 y 4 respectivamente. El valor de la mediana es cercano a la media para cada variable y la desviación estándar se encuentra entre 0,34 y 0,70, siendo la variable Interés la que presenta mayor dispersión.

Los participantes del grupo Savialab presentan valores mayores que el grupo control en las medias de todas las variables en estudio. A continuación, mediante el análisis de varianza se determinará si las diferencias en las variables entre el grupo Savialab y grupo control son significativas.

Tabla 6-1*Descripción de los datos*

Variable	Grupo Savialab				Grupo control			
	N	Media	Mediana	DE	N	Media	Mediana	DE
Interés	108	2,97	3,00	0,68	52	2,68	2,75	0,70
Concepciones	108	3,08	3,00	0,55	52	2,98	3,00	0,53
Identidades	108	3,68	3,68	0,44	52	3,57	3,50	0,34
General	108	3,24	3,50	0,46	52	3,01	3,50	0,41

Tabla 6-1: Descripción de los datos.

6.2 Análisis de varianza

Primero, se realizaron las pruebas preliminares para todos los grupos a analizar. Las pruebas de normalidad no se cumplieron, mientras que las pruebas de homocedasticidad se cumplieron en todas las muestras. En la Tabla 6-2 se muestran los resultados de la prueba de homocedasticidad (la condición se cumple cuando $p > ,05$) para los casos en que se encontraron diferencias significativas posteriormente.

Segundo, se realizaron las pruebas ANOVA no paramétricas para analizar las diferencias entre el grupo con tratamiento y el grupo control. Las variables dependientes y cuantitativas son las variables Interés, Concepciones e Identidades, y la variable independiente y categórica es el grupo al que pertenece la muestra.

Tabla 6-2*Prueba preliminar de homocedasticidad*

Prueba	Variable	K-cuadrado	gl	Valor p
Savialab	Interés	0,07	1	0,79
	Identidades	3,86	1	0,05
Savialab Acompañado	Interés	0,35	1	0,55
	Identidades	0,19	1	0,66
Savialab con TPD	Interés	0,68	1	0,41
	Identidades	0,46	1	0,50

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-2: Resultados prueba preliminar de homocedasticidad.

6.2.1 Resultados grupo Savialab

Los resultados de la prueba que compara el grupo Savialab con el grupo control revelaron diferencias significativas para la variable Interés e Identidades ($p < ,01$), esta se muestra en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3

ANOVA no paramétrico y tamaño del efecto para grupo Savialab y grupo control

Variable	Chi- cuadrado	gl	Valor p		Tamaño del efecto
Interés	8,11	1	0,004	**	0,44
Concepciones	2,31	1	0,128		
Identidades	6,66	1	0,009	**	0,27
Promedio general	0,03	1	0,854		

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-3: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab.

6.2.2 Resultados según modalidad del programa

Según la modalidad del programa, en la Tabla 6-4 se detallan los resultados de la prueba que compara el grupo Savialab acompañado con el grupo control, en la que se obtuvo diferencias significativas para la variable Interés ($p < ,01$) e Identidades ($p < ,01$). En cambio, para el grupo Savialab autónomo no se obtuvieron diferencias significativas, lo que se muestra en la Tabla 6-5.

Tabla 6-4*ANOVA no paramétrico grupo Savialab acompañado y grupo control*

Variable	Chi- cuadrado	gl	Valor p	Tamaño del efecto
Interés	8,81	1	0,002	**
Concepciones	2,52	1	0,113	
Identidades	7,68	1	0,005	**
Promedio general	0,08	1	0,775	

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-4: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab acompañado.

Tabla 6-5*ANOVA no paramétrico grupo Savialab autónomo y grupo control*

Variable	Chi- cuadrado	gl	Valor p
Interés	1,46	1	0,227
Concepciones	0,41	1	0,523
Identidades	0,78	1	0,377
Promedio general	0,04	1	0,852

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-5: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab autónomo.

6.2.3 Resultados según el nivel de capacitación docente

Se obtuvieron diferencias significativas para el grupo Savialab con docentes que realizaron el TPD en las variables Interés ($p < ,01$) e Identidades ($p < ,05$), estos resultados se muestran en la Tabla 6-6. Luego, en la Tabla 6-7 se señalan los resultados de la prueba que compara el grupo Savialab con docentes que no realizaron el TPD con el grupo control, para los que no se obtuvieron diferencias significativas.

Tabla 6-6

ANOVA no paramétrico y tamaño del efecto para grupo Savialab con docentes que realizaron el TPD

Variable	Chi- cuadrado	gl	Valor p		Tamaño del efecto
Interés	10,7	1	0,001	**	0,59
Concepciones	2,96	1	0,085		
Identidades	6,38	1	0,012	*	0,37
Promedio general	0,13	1	0,720		

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-6: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab con TPD.

Tabla 6-7

ANOVA no paramétrico grupo Savialab con docentes que no realizaron el TPD.

Variable	Chi- cuadrado	Gl	Valor p
Interés	0,98	1	0,323
Concepciones	0,33	1	0,565
Identidades	2,93	1	0,087
Promedio general	0,05	1	0,829

* $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Tabla 6-7: Resultados prueba ANOVA no paramétrico grupo Savialab sin TPD.

7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de la prueba de varianza ANOVA no paramétrico permiten rechazar las hipótesis nulas que indican que no hay diferencias significativas para las hipótesis H1, H2 y H3. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los grupos Savialab, Savialab acompañado y Savialab con docentes que realizaron el TPD, y principalmente en las variables Interés e Identidades.

La significancia en estos grupos puede ser explicada por la preparación docente y el apoyo en esta labor, lo que se explica a continuación. Respecto a la modalidad, en Savialab acompañado los contenidos fueron dictados por los profesionales del DILAB, lo que permitió a docentes y escolares recibir apoyo presencial e inmediato para resolver sus dudas. Respecto al nivel de capacitación, los docentes de la región del Maule (con TPD) tuvieron mayor preparación ya que realizaron el curso Teoría, Práctica y Didáctica para la Innovación en el Aula, en adición a la capacitación que realizan todos los docentes para participar en Savialab.

Esta mayor preparación de los docentes y el apoyo presencial podría explicar las diferencias significativas en la variable Interés e Identidades de los escolares ya que, como se explicó en el marco teórico, se ha demostrado que los maestros son uno de los factores más importantes para generar interés en los campos relacionados con STEM en la etapa escolar (Avery, 2013). Es de esperar que los docentes que realizaron el curso

TPD y los que participaron de la modalidad acompañada, hayan adquirido mayor confianza y manejo de los contenidos para enseñarlos a sus estudiantes.

En relación a las variables estudiadas, sólo se observaron diferencias significativas en las variables Interés e Identidades. La no significancia de la variable Concepciones podría deberse a que el programa no entrega suficientes estímulos respecto a lo que mide la variable: “Describe el valor percibido de la ingeniería y la tecnología como una herramienta para la resolución de problemas y contribución a la sociedad”.

Durante la realización de este estudio, se presentaron algunas limitantes que dificultaron el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos. Primero, la recolección de datos del grupo Savialab no fue homogénea ya que las condiciones del entorno no eran las mismas para cada subgrupo. Segundo, la toma de datos del grupo control fue de forma remota debido a las condiciones del país en ese momento. Tercero, el reclutamiento del grupo control se limitó solo a la Región Metropolitana debido a la dificultad de desplazamiento a otras regiones por lo que podrían existir sesgos regionales en las respuestas. Cuarto, durante las revisiones finales de la investigación se detectó que los ítems 5 y 17 de la encuesta son preguntas dobles, por lo que se recomienda modificar estas preguntas en caso de utilizar la encuesta en futuros trabajos.

En conclusión, esta investigación sugiere que un programa de pre-ingeniería como Savialab podría ser una efectiva vía para contrarrestar los factores de la falta de representación presentados en el marco teórico. Más en específico, contribuye

positivamente a la falta de exposición e interés (Cabrera, 2001; Shin et al. 2016; Wright, 2017), creencias y estereotipos hacia las carreras STEM (Wade, 2012) y en la influencia del docente (Matthew et al. 2016). Se espera que programas como estos, contribuyan a aumentar la representación de grupos minoritarios en carreras STEM (Raines, 2012; Yelamarthi & Mawasha, 2008) y generar efectos positivos en habilidades de ingeniería específicas (Strayhorn, 2011) y en el rendimiento académico, tanto en la secundaria como en programas universitarios STEM (Fantz et al. 2011; Raines, 2012).

En resumen, a partir de los hallazgos se recomienda al programa de pre-ingeniería Savialab incluir estímulos respecto al valor de la ingeniería y la tecnología como una herramienta para la resolución de problemas y contribución a la sociedad. También se espera que la modalidad acompañada sea la opción más efectiva en el impacto en las actitudes hacia la ingeniería y tecnología de los estudiantes. Por último, se recomienda estudiar los aportes del curso TPD para fortalecer las capacitaciones de los docentes escolares de Savialab.

Finalmente, esta investigación contribuye a la discusión sobre nuevas iniciativas para aumentar la representación de grupos sub-representados en carreras universitarias STEM, como lo son los programas de pre ingeniería. Más en específico, entrega herramientas para continuar estudiando otras iniciativas chilenas, como el caso de estudio Savialab. En futuras investigaciones, sería interesante caracterizar rigurosamente a los grupos minoritarios en STEM en Chile ya que en este trabajo se entregaron cifras preliminares que deben estudiarse a nivel país.

BIBLIOGRAFIA

- Abarca, G. & Zapata, C. (2007). Indígenas y educación superior en Chile: el caso mapuche. *Calidad en la educación*, (26), 57-79.
doi: <http://dx.doi.org/10.31619/caledu.n26.233>
- Aequalis. (2013). *Acceso y permanencia en la educación superior: sin apoyo no hay oportunidad*. <https://aequalis.cl/publicaciones/acceso-y-permanencia-en-la-educacion-superior-sin-apoyo-no-hay-oportunidad/>
- Agencia de Calidad de la Educación. (2014). *Factores asociados a resultados SIMCE e indicadores de desarrollo personal y social*.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2018). *Simce 2018 2° medio - Proceso completo*. [Base de datos]. Recuperado de <https://informacionestadistica.agenciaeducacion.cl/#/bases>
- Avery, L. M. (2013). Rural Science Education: Valuing Local Knowledge. *Theory Into Practice*, 52(1), 28-35. doi:10.1080/07351690.2013.743769
- Bellei, C. C. (2013). El estudio de la segregación socioeconómica y académica de la educación chilena. *Estudios Pedagógicos*, 39 (1), 325–345. doi:10.4067/s0718-07052013000100019
- Bordon, P., Canals, C., & Mizala, A. (2020). The gender gap in college major choice in Chile. *Economics of Education Review*, 77, 102011.
<https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2020.102011>
- Burke, R. J. (2007). Women and minorities in STEM: a primer. En R.J. Burke & M.C. Maitis (Eds.), *Women and Minorities in science, technology, engineering and mathematics: Upping the numbers* (pp. 3-7). Bodmin, Cornwall: MPG Books Ltd.
- Cabrera, F. & Steven, M. (2001). On the Path to College: Three Critical Tasks Facing America's Disadvantaged. *Research in Higher Education*, 42 (2).
<http://www.jstor.org/stable/40196425>
- Carnevale, A., Smith, N. & Melton, M. (2013). *STEM state-level analysis*. Center on Education and the Workforce. <https://cew.georgetown.edu/cew-reports/stem/>
- Centro de Estudio Ministerio de Educación. (2019). *Estadísticas de la educación 2018*. <https://centroestudios.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/100/2019/11/ANUARIO-2018-PDF-WEB-FINALr.pdf>
- Chandler, J., Fontenot, A. & Tate, D. (2011). Problems Associated with a Lack of Cohesive Policy in K-12 Pre-college Engineering. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1 (1), 40-48. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1029>

Crisp, G., Nora, A., & Taggart, A. (2009). Student characteristics, pre-college, college, and environmental factors as predictors of majoring in and earning STEM degree: An analysis of students attending a Hispanic serving institution. *American Educational Research Journal*, 46, 924-942. doi:10.3102/0002831209349460

Cohen, J. (1992) Quantitative Methods in Psychology: A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112, 155-159.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.112.1.155>

Cook, K. (2009). An Investigation of Middle School Student Interest, Perception, and Attitude Toward Technology and Engineering. *All Theses and Dissertations*. 1800.
<https://scholarsarchive.byu.edu/etd/1800>

De la Garza, J., Morales, B. & González, B. (2013). *Análisis estadístico multivariante*. (1ª ed.). The McGraw-Hill.

Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE). (2016). *Compendio 2016*. [Base de datos]. Recuperado de <https://investigador.demre.cl/>.

Dilab. (2018). Manual del Docente Savialab. 5ta (Ed.)

Estrada, M., Burnett, M., Campbell, A., Campbell, P., Denetclaw, W., Gutiérrez, C., Hurtado, S., Gilbert H., Matsui, J., McGee, R., Moses, C., Joa, T., Summers, F., Werner-Washburne, M. & Zavala, M. (2016). Improving Underrepresented Minority Student Persistence in STEM. *CBE—Life Sciences Education*, 15(3). doi:10.1187/cbe.16-01-0038

Fantz, T. D., Siller, T. J. & DeMiranda, M. A. (2011). Pre-Collegiate Factors Influencing the Self-Efficacy of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 100 (3), 604–623. doi:10.1002/j.2168-9830.2011.tb00028.x

Fundación Equitas. (2011). Barómetro de política y equidad. <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/chile/08571.pdf>

González, R. (2017). *Segregación educativa en el sistema chileno desde una perspectiva comparada*. Centro de Estudios del Ministerio de Educación. <https://centroestudios.mineduc.cl/publicaciones-ce/libros-y-revistas/capitulos-de-libros/>

Rubio, M. & Berlanga, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. REIRE. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5 (2), (83-100). DOI:10.1344/reire2012.5.2527

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*, (6ta ed.). The McGraw-Hill.
https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%20ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Kannengiesser, U., Gero, J., Wells, J. & Lammi, M. (2015). Do high school students benefit from pre-engineering design education?. En 20th International Conference on Engineering Design (ICED15) (pp.1-10). Milan, Italy: Politecnico de Milano.

Jeffers, A., Safferman, A. & Safferman, S. (2004). *Understanding K–12 Engineering Outreach Programs*. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 130(2), 95–108. doi:10.1061/(asce)1052-3928(2004)130:2(95)

Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds.). (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the Status and Improving the Prospects*. Washington, DC: The National Academies Press.

Ley N° 20370. Establece la Ley General de Educación. Ministerio de Educación, Santiago de Chile, Septiembre de 2009.

Lichtenstein, G., Chen, H., Smith, K., & Maldonado, T. (2013). Retention and Persistence of Women and Minorities Along the Engineering Pathway in the United States. In A. Johri, and B. Olds (Eds.). *Engineering Education Research*. (pp. 311-334).

MacPhee, D., Farro, S., & Canetto, S. (2013). Academic self-efficacy and performance of underrepresented STEM majors: Gender, ethnic, and social class patterns. *Analyses of Social Issues and Public Policy (ASAP)*, 13(1), 347-369. <https://doi.org/10.1111/asap.12033>

Matthew, S., Holcomb, S., Lloyd, J. & Wu, H. (2016). *Pathways to success: Investigating the Promotion of STEM Education in New Jersey*. The Office of the Secretary of Higher Education. <https://bloustein.rutgers.edu/pathways-to-success/>

McMullin, K. (2013). Identifying perceptions that contribute to the development of successful project lead the way pre-engineering programs in Utah. (Tesis doctoral). Utah State University, Utah, EE. UU.

Miranda, C., Goñi, J. “Iñaki,” & Fuenzalida, H. (2019). Pre-engineering Programs and the Instillment of Empowering Abilities for Minorities: the Case of the SaviaLab Program. In *ASEE Annual Conference*. Tampa.

Miranda, C., Goñi, J., Fuenzalida, H. & Pickenpack, A. (2019). Por una ingeniería más diversa: incorporando a minorías desde un programa de pre-ingeniería. En Congreso chileno de educación en ingeniería. Talca, Chile.

Miranda, C., Goñi, J. & Pickenpack, A. (2019). *Reporte Investigación Savialab 2019*. DILAB.

Miranda, C., Goñi, J., Pickenpack, A. & Sotomayor, T. *The ethical implications of collecting data in educational settings: Discussion of the Technology and Engineering Attitude Scale (TEAS) and its Psychometric Validation for assessing a pre-engineering-design program*. Manuscript Prepared for Publication.

Moore, T., Glancn, J. & Smith, K. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 4 (1), 1-13.

Padilla, M. (2019). *Panorama actual Latino América*.

Peri, G., Shih, K., & Sparber, C. (2015). STEM Workers, H-1B Visas, and Productivity in US Cities. *Journal of Labor Economics*, 33(1), 225–255. doi:10.1086/679061

Poole, S., DeGrazia, J. & Sullivan, J. (2001). Assessing K-12 Pre-Engineering Outreach Programs*. *Journal of Engineering Education*, 90(1), 43–48. doi:10.1002/j.2168-9830.2001.tb00565.x

Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD). (2017). *DESIGUALES. Orígenes, cambios y desafíos de la brecha social en Chile*. <https://www.cl.undp.org/content/chile/es/home/library/poverty/desiguales--origenes--cambios-y-desafios-de-la-brecha-social-en-.html>

Raines, J. (2012). FirstSTEP: A Preliminary Review of the Effects of a Summer Bridge Program on Pre-College STEM Majors. *Journal of STEM Education*, 13 (1), 22-29.

Rubio, M. J. & Berlanga, V. (2012) Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. [En línea] REIRE, Revista d’Innovació i Recerca en Educació, Vol. 5, núm. 2, 83-100. Accesible en: <http://www.ub.edu/ice/reire.htm>

Santos, H. & Elacqua, G. (2016). Segregación socioeconómica escolar en Chile: Elección de la escuela por los padres y un análisis contrafactual teórico. *Revista de la CEPAL*, 2016 (119). <https://doi.org/10.18356/bd46ae92-es>.

Sistema de Ingreso a la Educación Superior (2015). *Acceso a Educación Superior de los estudiantes secundarios en Chile*. <http://www.tecnico profesional.mineduc.cl/wp-content/uploads/2016/08/Acceso-a-Educaci%C3%B3n-Superior-de-los-estudiantes-sekundarios-en-Chile.pdf>

Sistema de Ingreso a la Educación Superior (2020). *Base matrícula histórica 2007-2020*. [Base de datos]. Recuperado de <https://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-de-matriculados/>

Shin, J., Levy, S. & London, B. (2016). Effects of role model exposure on STEM and non-STEM student engagement. *Journal of Applied Social Psychology*, 46(7), 410–427. <https://doi-org.pucdechile.idm.oclc.org/10.1111/jasp.12371>

Strayhorn, T. (2011). Bridging the Pipeline: Increasing Underrepresented Students’ Preparation for College Through a Summer Bridge Program. *SAGE journal*, 52 (2), 142-159.

Togou, M., Lorenzo, C., Maddi, M., Cornetta, G. & Muntean, G. (2019). Newton Fab Lab initiative: attracting K-12 european students to STEM education through curriculum-based Fab Labs. In *International Conference on Education and New Learning Technologies*. España.

Valenzuela, J. P., Bellei, C., & Ríos, D. de los. (2013). *Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system. The case of Chile*. *Journal of Education Policy*, 29(2), 217–241. doi:10.1080/02680939.2013.806995

Villaseñor, T., Celis, S., Queupil, J., Pinto, L., Rojas, M. (2020). The influence of early experiences and university environment in female students choosing geoscience programs: A case study at Universidad de Chile. *Adv. Geosci.* 53, 227-244.

Wade, R. (2012). *Feeling Different: An examination of underrepresented minority community college students' major persistence intentions through the lens of STEM identity* [Tesis de doctorado, Universidad de Washington]. <http://hdl.handle.net/1773/20824>.

Wright, G. A. (2017). Engineering attitudes: an investigation of the effect of literature on student attitudes toward engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(3), 653–665. doi:10.1007/s10798-017-9417-0

Yelamarthi, K. & Mawasha, P. (2008). A Pre-Engineering Program for the Under-Represented, Low-Income and/or First Generation College Students to Pursue Higher Education. *Journal of STEM Education*, 9 (3), 6-15.

A N E X O S

TITLE	[TESIS] Firma electrónica
FILE NAME	Tesis-Hellen_Fuenzalida.pdf
DOCUMENT ID	546ae7c9d8a7879a318023f53c8738d3b45aae60
AUDIT TRAIL DATE FORMAT	MM / DD / YYYY
STATUS	● Completed

Document History



12 / 15 / 2020
22:02:51 UTC

Sent for signature to Constanza Miranda (csmirand@uc.cl), Sergio Celis (scelis@uchile.cl), Maria Molinos (mmolinos@uc.cl) and Alvaro Soto (asoto@ing.puc.cl) from hmfuenzalida@uc.cl
IP: 45.232.32.47



12 / 15 / 2020
22:57:02 UTC

Viewed by Sergio Celis (scelis@uchile.cl)
IP: 200.104.89.105



12 / 15 / 2020
22:57:42 UTC

Signed by Sergio Celis (scelis@uchile.cl)
IP: 200.104.89.105



12 / 16 / 2020
19:12:14 UTC

Viewed by Constanza Miranda (csmirand@uc.cl)
IP: 69.138.254.65



12 / 16 / 2020
19:12:35 UTC

Signed by Constanza Miranda (csmirand@uc.cl)
IP: 69.138.254.65

TITLE	[TESIS] Firma electrónica
FILE NAME	Tesis-Hellen_Fuenzalida.pdf
DOCUMENT ID	546ae7c9d8a7879a318023f53c8738d3b45aae60
AUDIT TRAIL DATE FORMAT	MM / DD / YYYY
STATUS	● Completed

Document History



12 / 16 / 2020
20:32:10 UTC

Viewed by Alvaro Soto (asoto@ing.puc.cl)
IP: 181.43.87.75



12 / 16 / 2020
20:32:28 UTC

Signed by Alvaro Soto (asoto@ing.puc.cl)
IP: 181.43.87.75



12 / 17 / 2020
08:36:49 UTC

Viewed by Maria Molinos (mmolinos@uc.cl)
IP: 109.205.141.104



12 / 17 / 2020
08:37:06 UTC

Signed by Maria Molinos (mmolinos@uc.cl)
IP: 109.205.141.104



12 / 17 / 2020
08:37:06 UTC

The document has been completed.