



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

**SUSTENTABILIDAD Y GÉNERO EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA:
EL CASO DE LA FCFM**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL ELÉCTRICA

DANAE ALEJANDRA CANCINO ESPINOZA

PROFESOR GUÍA:
LUIS VARGAS DÍAZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
CLAUDIA MACLEAN BRAVO
ANDRÉS CABA RUTTE

SANTIAGO DE CHILE
2022

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL ELÉCTRICA
POR: **DANAE ALEJANDRA CANCINO ESPINOZA**
FECHA: 2022
PROF. GUÍA: LUIS VARGAS DÍAZ

SUSTENTABILIDAD Y GÉNERO EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA: EL CASO DE LA FCFM

La disciplina de ingeniería, se presenta como necesaria en los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU, como consecuencia de estos objetivos, se podrían mitigar los efectos del cambio climático. Lograr el acceso a agua limpia y saneamiento se relaciona con Ingeniería Hidráulica, producción de energía limpia con Ingeniería Eléctrica, entre otras [1].

Para mejorar la calidad y nivel de innovación, desarrollo e investigación, se requiere alcanzar paridad de género en el ámbito académico y laboral. Mayor cantidad de mujeres, ha demostrado tener un impacto positivo en áreas de trabajo, en aspectos medioambientales, sociales y económicos [2].

Una problemática que se presenta en todos los países, y carreras del área de Ciencias, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas (STEM), es la baja participación de mujeres. Diferentes organismos, tanto del ámbito educacional como industrial, han comenzado a tomar diferentes medidas para abordar el problema. Con respecto a las iniciativas educativas, experiencias internacionales muestran cómo al modificar los currículums de enseñanza, se ha aumentado la cantidad de mujeres matriculadas [3].

Se presenta evidencia internacional que muestra como mayor cantidad de mujeres que hombres, muestra interés en temáticas de sustentabilidad. Al recopilar y analizar los datos obtenidos de los intereses de los estudiantes de la FCFM, se observa la misma tendencia. Se espera que al integrar un enfoque de sustentabilidad en la enseñanza de la FCFM, se tendría mayor cantidad de egresados y egresadas preocupados de alcanzar un desarrollo sostenible, además de ser un tema de estudio que pueda incentivar a más mujeres a estudiar ingeniería.

En la FCFM, se impartirá un curso de capacitación para al menos el 15% de los académicos, producto del Acuerdo de Producción Limpia II. Este curso de capacitación, se ha tomado como oportunidad para concientizar a los académicos para integrar la temática de sustentabilidad con perspectiva de género a los cursos ya impartidos, con el objetivo de disminuir la brecha de género en las carreras de ingeniería.

Finalmente, se diseña un módulo completo que estudia la relación entre Sustentabilidad y Género, con la intención de ser agregado al curso de capacitación que debe realizar la oficina de sustentabilidad. En el módulo se explica la importancia de entender la relación Sustentabilidad-Género, y porqué debe ser integrado a la manera que se enseña ingeniería. Esto, con la finalidad de sensibilizar a los alumnos, y lograr que mayor cantidad de mujeres vean sus intereses reflejados y decidan estudiar ingeniería.

*The most dangerous phrase in the language is
“We’ve always done it this way”
-Grace Hopper*

Agradecimientos

A los profes Luis y Claudia que me acompañaron en el desarrollo de este trabajo, alentándome cuando sentía que no iba por el camino correcto. Al profe Andrés, que me mantuvo con los pies en la tierra, y con la mira en el objetivo del trabajo de título.

A la profesora Sandra Céspedes, de no haber sido por ella, hubiese abandonado la carrera hace años.

A mi mami por ser la única apañando cuando entré a ingeniería. A mi hermano chico, que terminó por *seguir mis pasos* y entrar a Beauchef.

A mi babe Fran, por haber escuchado cada rant y frustración, por los podcasts imaginarios, y por ser mi eléctrica favorita del mundo mundial. Al Leiva por estresarme preguntando día por medio cómo iba con la memoria, pero sé que lo hizo con interés genuino... Creo... De no haber sido así, el agradecimiento se anula.

A mis cachorros, mi Doppler, mi Radia y mi Hedy, aunque nunca leerán esto, son los mejores. A mi Fermi precioso que ya no está conmigo, y una mención honrosa a los pinganillas Fluffy, Lupin y Bantha.

Y a la persona más importante de todas: gracias Taky por estar a mi lado, entregando infinito apoyo y amor durante todo el proceso, imposible haberlo terminado sin ti, ni la carrera, ni la memoria, ni el día a día.

Sin embargo, lo que más agradezco, es que al fin se haya terminado. Luego de dos acosadores, un stalker, un profe gritándome, otra profe levantándome la voz diciendo que me denunciaría (totalmente injustificado), y acoso anónimo de parte de otros alumnos, cualquiera estaría de acuerdo. Beauchef fue una pésima experiencia, y no lo recordaré con nada de cariño. Cada día estaba más segura de no querer ir nunca más a la facultad (gracias Fran por haber estado ahí conmigo). Espero que cambie más temprano que tarde, que la misoginia tanto en alumnos como en profes desaparezca y sea un espacio más agradable y seguro para nosotras.

Espero que la memoria aporte al menos un granito de arena para que esto cambie, se lo debemos a las futuras alumnas de la facultad.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Definición del problema	1
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
2. Antecedentes	3
2.1. Sustentabilidad	3
2.2. Sustentabilidad y género	4
2.3. Energía y género	5
2.3.1. IRENA	5
2.3.2. Iniciativas en otros países:	9
2.3.2.1. Canadá	9
2.3.2.2. Islandia	9
2.4. Energía y Género en Chile	10
2.4.1. Energía + Mujer	10
2.5. Empresas del sector de generación eléctrica	12
2.5.1. Generadoras	13
2.5.1.1. Aes Gener	13
2.5.1.2. Colbún	13
2.5.1.3. Engie	14
2.5.2. Trabajo futuro	14
2.6. Educación en Chile	16
2.6.1. Educación Superior en Chile	16
2.6.2. Programas implementados por otras universidades	17
2.6.3. Caso de la FCFM	18
2.6.4. Síntesis	20
3. Marco Teórico	21
3.1. Obtención de datos	21
3.2. Análisis Estadístico	21
3.3. Experiencia comparada.	22
4. Metodología	23
4.1. Estudio de la literatura	24
4.2. Recopilación de datos	24
4.3. Validez estadística	24

4.4. Análisis de experiencia comparada	25
5. Resultados	26
5.1. Encuesta: Cultura y Enseñanza de la Ingeniería en la FCFM	26
5.1.1. Demografía de los encuestados	28
5.1.2. Respuestas	29
5.2. Minor de sustentabilidad	34
6. Experiencia comparada: MIT vs FCFM	36
6.1. Caso MIT versus FCFM	36
6.1.1. Experiencia del MIT	36
6.1.2. Experiencia en la FCFM	40
7. Propuesta de Unidad de Género y Sustentabilidad para curso de capacitación	42
7.1. Acuerdo con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	42
7.1.1. Acuerdo de Producción Limpia II	42
7.1.1.1. Curso de capacitación para académicos	44
7.2. Unidad de Sustentabilidad y Género	46
7.2.1. Mujeres presentan mayor vulnerabilidad frente al Cambio Climático .	46
7.2.1.1. El caso de países en vías de desarrollo	46
7.2.1.1.1. Recolección de agua en Kenya	46
7.2.1.1.2. Bangladesh	47
7.2.1.1.3. India	47
7.2.1.1.4. Mujeres indígenas de Laramate en Perú.	47
7.2.1.1.5. Habiba Ali - Nigeria.	47
7.2.2. Objetivos de desarrollo sustentable e ingeniería	48
7.2.2.1. Porqué se necesitan ingenieros	48
7.2.2.1.1. Sanitización, salud y bienestar	48
7.2.2.2. Sistemas de energía resilientes y sustentables	48
7.2.2.3. Género y desarrollo sustentable	50
7.2.3. Equidad de género como impulsor en innovación y desarrollo	50
7.2.4. Mujeres como motor de cambio a un desarrollo sustentable	51
7.2.4.1. Evidencia en la industria y la academia	51
7.2.4.2. Caso FCFM	52
7.2.5. Sustentabilidad en la enseñanza como método para aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería	55
7.2.6. Síntesis	57
8. Conclusiones y trabajo futuro	59
Bibliografía	62

Índice de Tablas

2.1.	Brecha salarial dentro de AES Gener en 2019. Fuente: Memoria Anual AES Gener 2019.	13
2.2.	Comparación de las iniciativas de AES Gener, Colbún y Engie.	15
2.3.	Diferencia porcentual en la matrícula total según género. El signo negativo representa una diferencia a favor de las mujeres.	16
2.4.	Cantidad de hombres y mujeres matriculados en carreras STEM. Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Indices 2020 CNED.	16
2.5.	Las 5 carreras STEM con mayor porcentaje de matrículas de mujeres en el año 2020. Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Indices 2020 CNED.	17
2.6.	Las 5 carreras STEM con menor porcentaje de matrículas de mujeres en el año 2020. Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Indices 2020 CNED.	17
2.7.	Porcentaje de matrículas en la FCFM, diferenciando por género desde el año 2004.	18
5.1.	Significancia estadística de la muestra. Se diferencian las poblaciones por género, y se obtiene la representatividad de la población total, según las proporciones de cada muestra.	28
5.2.	Proporción de alumnos y alumnas en el curso EI3002- Proyecto de Sustentabilidad desde el año 2018.	34
5.3.	Proporción de alumnos y alumnas en el curso IQ3451 - Introducción a la sustentabilidad desde el año 2014.	35
7.1.	Proporción de alumnos y alumnas en el curso EI3002- Proyecto de Sustentabilidad desde el año 2018.	52
7.2.	Respuestas de los alumnos encuestados sobre los aspectos importantes al elegir un trabajo, en orden de preferencia.	54
7.3.	Respuestas de las alumnas encuestadas sobre los aspectos importantes al elegir un trabajo, en orden de preferencia.	54

Índice de Ilustraciones

2.1.	17 objetivos para un desarrollo sostenible	4
2.2.	Energía producida según fuente de origen, sin considerar pérdidas. Fuente: Our World in Data - Global direct primary energy consumption.	5
2.3.	Barreras de entrada percibidas en la industria. IRENA- Renewable Energy: A gender perspective. 2019.	7
2.4.	Barreras encontradas para el desarrollo laboral de las mujeres. IRENA- Renewable Energy: A gender perspective. 2019.	8
2.5.	Antecedentes que motivan el aumento de mujeres en el sector energético. Infografía de Anuario Energía + Mujer 2018. Chile.	11
2.6.	Proyección hasta el año 2050 de mujeres que ingresan a la FCFM. En azul se muestran los datos reales, en verde los datos obtenidos por regresión lineal. . .	19
2.7.	Proyección hasta el año 2050, con el programa PEG. En verde se ven los datos obtenidos mediante la regresión lineal, y en azul los datos reales.	19
4.1.	Diagrama de flujo metodológico	23
5.1.	Alumnos que respondieron la encuesta, según sexo y especialidad. Ciencias corresponde a Física, Geofísica, Astronomía y Geología. IQBT a las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Biotecnología.	28
5.2.	Nivel de importancia de cada opción, al momento de elegir la carrera de Ingeniería, para hombres y mujeres.	29
5.3.	Respuestas: Consideras que la carrera de ingeniería, tanto su enseñanza como su campo laboral, ¿Está altamente masculinizado?. Gráfico a la izquierda representa a mujeres, a la derecha a hombres.	30
5.4.	Respuestas a las 3 razones más relevantes al elegir un trabajo, separando las opciones Impacto Social y Medioambiental y Desarrollo Sustentable.	31
5.5.	Respuestas a las 3 razones más relevantes al elegir un trabajo: Se han sumado las respuestas para Avance en un Desarrollo Sustentable e Impacto Social y Ambiental.	32
5.6.	Resultados a la pregunta sobre la percepción de los Métodos de Enseñanza de la carrera de ingeniería en la FCFM.	33
5.7.	Resultados a la pregunta sobre la percepción de la Malla Curricular de la carrera de ingeniería en la FCFM.	33
6.1.	Cantidad de matrículas según género, en los majors de Ciencias de la Computación e Ingeniería Eléctrica del MIT. Autor: Oden Institute for Computational Engineering and Sciences, MIT Diversity Dashboard 2017.	37
6.2.	Cantidad de alumnos según género, inscritos en cursos de EECS post actualización de cursos introductorios de Ciencias de la Computación.	38

6.3.	Cantidad de alumnos que se ha matriculado en el programa 2A de Ingeniería Mecánica del MIT. Fuente: Getting to Gender Parity in the Mechanical Engineering Department at MIT, Kathleen L. Xu	39
6.4.	Cantidad de alumnas que se ha matriculado en ingeniería mecánica 2002-2015. Fuente: Getting to Gender Parity in the Mechanical Engineering Department at MIT, Kathleen L. Xu	40
7.1.	Energía producida según fuente de origen, sin considerar pérdidas. Fuente: Our World in Data - Global direct primary energy consumption.	49
7.2.	Porcentaje de mujeres en puestos de liderazgos en distintas áreas.	52
7.3.	Mujeres en las mallas 2, 2A y 2OE en la carrera de ingeniería mecánica entre 2000 y 2015, del MIT.	56
7.4.	Cantidad de alumnos según género, inscritos en cursos de EECS post actualización de cursos introductorios de Ciencias de la Computación.	57

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

Los efectos negativos que ha producido el cambio climático, afectan de manera desproporcionada a hombres y mujeres en países en vías de desarrollo. En estos países, las mujeres corresponden a la mayoría de quienes trabajan en la producción de comida, recolección de agua y manejo de recursos naturales. Sin embargo, poseen una baja representación en espacios políticos, económicos y sociales.

Según la ONU, para lograr un desarrollo sustentable, se debe alcanzar equidad de género en todas las áreas, para lograr una representación más cercana a la realidad de la sociedad, y así mayor oportunidad de combatir los efectos del calentamiento climático [4].

La transición energética hacia tecnologías renovables, presenta beneficios no solo tecnológicos, sino también sociales y económicos. IRENA estima que este cambio en el sector energético, podría pasar de ofrecer 10.3 millones de empleos en el 2017, a 29 millones en el año 2050 [5]. Esto presenta una oportunidad de integrar perspectiva de género, para asegurar la contribución de nuevas habilidades y la visión aportadas por mujeres.

La diversidad no solo implica mayor equidad, sino que se traduce en una mejora en la toma de decisiones, mayor liderazgo, y un aumento en la colaboración y el retorno económico de las empresas. En el escenario en que las mujeres participen en la misma proporción que los hombres, el PIB global anual aumentaría hasta en 28 billones de dólares o en un 26 % al año 2025, según los estudios realizados por la consultora Mckinsey [6].

Por lo tanto, es imperativo aumentar la participación de mujeres como agentes activos de cambio en el sector energético si se desea alcanzar un desarrollo sustentable. Esto debe acompañarse de un cambio de idiosincracia de áreas altamente masculinizadas, con el fin de atraer mayor cantidad de mujeres a carreras de ingeniería.

1.2. Definición del problema

Dos de los objetivos para desarrollo sustentable de la ONU son lograr equidad de género, y la generación de energía limpia y accesible [7]. El sector energético está altamente masculin-

nizado, y se necesita involucrar a personas de distintas comunidades: con nuevos agentes de cambio, se podrá alcanzar mayor diversidad, mejor resolución de problemas, de innovación y desarrollo [8], [5], [2], [9].

Para esto, se debe re-pensar la manera en cómo se enseña ingeniería actualmente [10]. Esta disciplina se enfoca en la identificación de problemas y sus posibles soluciones, y uno de los problemas que tiene urgencia corresponde al cambio climático. La profesión ha sido históricamente dominada por los hombres, por lo que una forma de atraer más mujeres sería apelar a los intereses que muchas presentan, siendo algunos de estos: sustentabilidad, impacto social y medioambiental.

Para ello, es necesario trabajar en un modelo de educación donde los contenidos y métodos de enseñanza no presenten barreras de género, para atraer más mujeres en áreas donde no suelen desempeñarse. Y así, lograr alcanzar las metas para un desarrollo sustentable.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar propuesta con medidas concretas para la realidad de la FCFM, que permitan alcanzar los objetivos de equidad de género de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, aumentando la diversidad de los futuros egresados.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar las medidas para aumentar la cantidad de mujeres, llevadas a cabo por diferentes organismos internacionales del área de STEM , analizar su método de implementación y los resultados obtenidos.
- Recopilar datos que reflejen la realidad de la FCFM y sus estudiantes. Validar y analizar los datos obtenidos, para identificar oportunidades que permitan abordar la problemática de equidad de género.
- Analizar el efecto que tendría en la FCFM, la implementación de una nueva medida destinada a aumentar la cantidad de mujeres, considerando el caso internacional.
- Diseñar herramienta que contribuya al cumplimiento de los objetivos de la Dirección de Diversidad y Género de la FCFM, y el Acuerdo de Producción Limpia II sobre equidad de género, en base a los resultados obtenidos.

Capítulo 2

Antecedentes

2.1. Sustentabilidad

En las últimas décadas, el cambio climático ha provocado cambios meteorológicos que han afectado la forma en cómo el ser humano se relaciona con su entorno. Los efectos negativos del cambio climático se perciben a través de desastres naturales como inundaciones, huracanes y degradación del medio ambiente, lo que impacta en agricultura y comida, biodiversidad, ecosistemas, energía, entre otros [11].

Todas las áreas afectadas están relacionadas con los recursos naturales y el medio ambiente. Los países en vías de desarrollo, con alto índice de pobreza, donde dependen de sus recursos naturales para su sobrevivencia, son los que sufren mayor impacto y poseen menor cantidad de herramientas para poder responder al cambio[11].

Según la Organización Mundial de Meteorología (WMO), durante el año 2020 la temperatura promedio aumentó en 1,2 °C con respecto a aquella de la época pre industrial (1850-1900), época utilizada como línea base. Con este aumento de la temperatura promedio, el año 2020 ha quedado registrado como uno de los tres años más cálidos registrados [12].

Es la generación actual quienes están viviendo todos los efectos del calentamiento global producido en las últimas décadas, y también la última que puede hacer algo al respecto [13].

Un desarrollo sustentable implica satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer los recursos de futuras generaciones. Para lograrlo, se debe alcanzar un balance entre la economía, el medio ambiente y las necesidades de la sociedad, permitiendo la prosperidad de generaciones presentes y futuras. Para lograrlo se necesita un trabajo enfocado a largo plazo que integre equipos multidisciplinarios.

La Organización de las Naciones Unidas, ha creado un plan de 17 objetivos centrados en aspectos sociales, culturales y tecnológicos; que de ser alcanzados al año 2030 permitirían conseguir un desarrollo sustentable en la actualidad. Estos objetivos, se presentan en la figura 2.1.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Figura 2.1: 17 objetivos para un desarrollo sostenible

Para este trabajo de título, el estudio se ha enfocado en los objetivos relacionados a equidad de género e ingeniería: Objetivos 5, 7, 9 y 11, ver figura 2.1. Para alcanzar estos objetivos, se deben crear grupos de trabajo multi disciplinarios. Sin embargo, ingenieros e ingenieras cumplen un rol importante en cada uno de ellos [1].

2.2. Sustentabilidad y género

La ONU ha designado la equidad de género como una de las 17 metas necesarias para alcanzar un desarrollo sustentable, ocupando el quinto lugar de la lista. Después de la erradicación de la pobreza y el hambre, mejorar la calidad de la educación y salud de las personas.

En este nuevo escenario, con mayores probabilidades de desastres naturales, las mujeres se muestran más vulnerables al impacto del cambio climático que los hombres. Esta diferencia se acentúa en contextos de pobreza presente en países en vías de desarrollo [11].

Las mujeres de estos países, dependen de los recursos naturales encontrados en la zona para vivir; recursos que se ven afectados por el Cambio Climático (CC). En estos mismos territorios, las mujeres no poseen influencia social, política ni económica, aun cuando representan del 45 a 80 % de la producción de comida entre los diferentes países en desarrollo [11].

Las diferentes medidas que pueden tomarse para combatir el cambio climático son más efectivas cuando mujeres y niñas tienen un rol importante en la sociedad [14]. Pues representan los intereses de la mitad de la población, tienen un conocimiento específico en áreas que los hombres de estas comunidades no se desenvuelven: como la recolección de agua y comida. Casos de estudio se presentan en los próximos capítulos, dedicados al desarrollo del curso sobre sustentabilidad y género para el programa de capacitación.

2.3. Energía y género

El séptimo objetivo para un desarrollo sustentable decretado por la ONU, corresponde al acceso a energía limpia. Acorde al *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* las emisiones producidas por la quema de combustibles fósiles, corresponde al 89% del total de las emisiones de CO₂ en el 2018, explicando que la temperatura de la tierra ha subido en 1°C su promedio, el dióxido de carbono es el responsable de 0,3° C [15]. La IPCC advierte que el uso de combustibles fósiles debe ser disminuido al menos a la mitad en los próximos 11 años, para no superar el límite de aumento de la temperatura promedio de 1.5° C [15].

Actualmente, los combustibles fósiles producen alrededor de un 80% de la energía generada a nivel mundial 2.2.

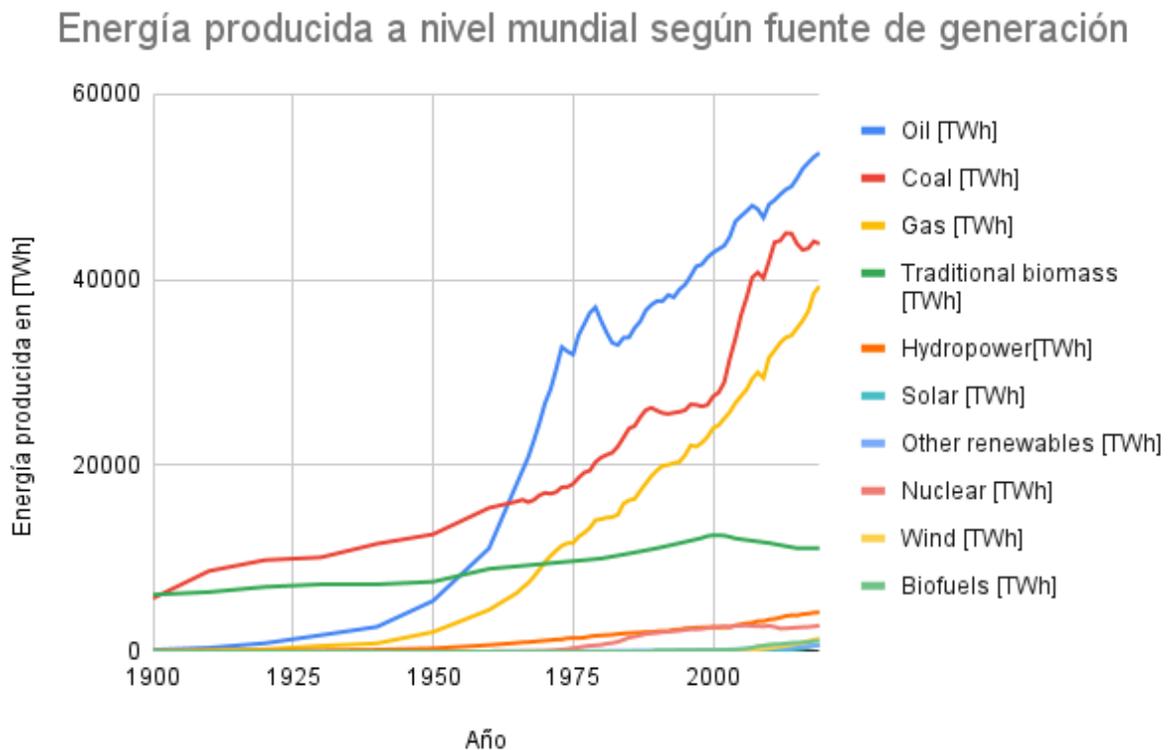


Figura 2.2: Energía producida según fuente de origen, sin considerar pérdidas. Fuente: Our World in Data - Global direct primary energy consumption.

2.3.1. IRENA

La Agencia Internacional de Energías Renovables, IRENA por sus siglas en inglés, es una organización que apoya a los países en la transición a las energías renovables, siendo una plataforma para cooperación internacional, y conocimiento respecto a políticas, tecnología y

recursos sobre energías renovables.

El año 2019, publicó ‘Renewable Energy: A Gender Perspective’ [16], donde se realiza un estudio a nivel internacional del sector energético. La evidencia actual sugiere que las mujeres se encuentran más interesadas por el área de energías renovables que convencionales (IRENA 2019). Sin embargo, la energía se relaciona con disciplinas más técnicas del área de STEM, por lo que atrae más a hombres que mujeres.

La inequidad de género se aprecia a nivel de toma de decisiones, y la poca representación que tienen las mujeres en puestos de liderazgo, como miembros directivos de empresas o en política. Esta falta de representación, se ve en quienes trabajan en el sector energético.

El estudio de IRENA sugiere que las razones por las que las mujeres componen una minoría en el sector eléctrico, está determinado por una serie de barreras que deben enfrentar para ocupar cargos en carreras consideradas ‘masculinas’ [17], situación que también ha sido observada en la industria eléctrica chilena [18].

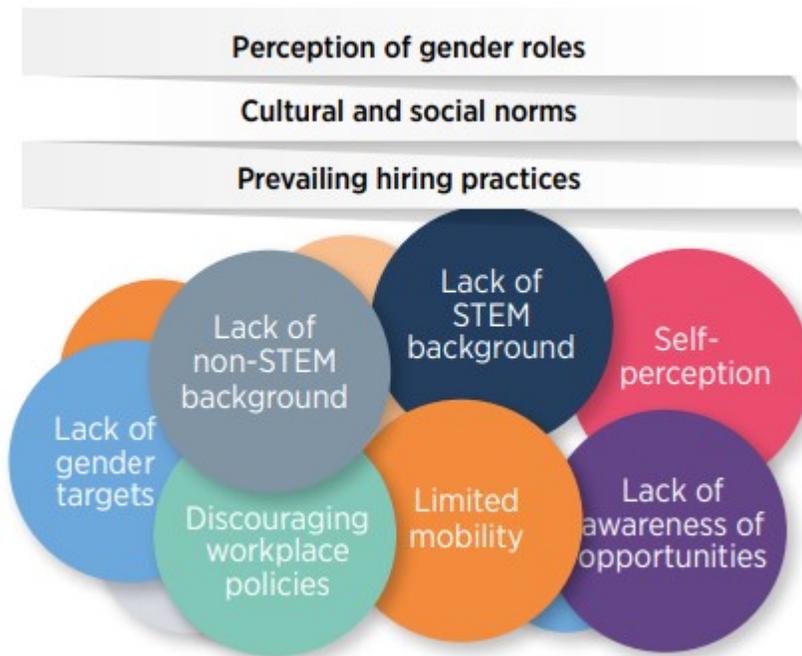
En el estudio participaron 1440 personas, de 144 países diferentes, donde el 69 % de los participantes son mujeres. De ellos, el 75 % de las mujeres considera que sí existen barreras asociadas al género al momento de entrar a trabajar al sector eléctrico, mientras que solo un 40 % de los hombres lo cree.

Las barreras de entrada que se encontraron, corresponden a la percepción de los roles de género, normales sociales y culturales y las prácticas al momento de la contratación en las empresas, ver figura 2.3.

Las barreras de entrada más comunes a nivel internacional, fueron las siguientes:

- En el año 2017 un estudio realizado en 120 países por la UNESCO, mostró que las carreras relacionadas a STEM siguen siendo percibidas como carreras masculinas, lo que influye en la percepción de las habilidades de las mujeres en el área. Solo un 20 % de las mujeres que entran a la universidad lo hace a alguna carrera relacionada a STEM. En el Reino Unido, solo un 12 % de los ingenieros son mujeres, cerca del 20 % en Canadá, Finlandia, Alemania y Estados Unidos. Mientras que el 38 % en Dinamarca, 36 % en Rusia y 50 % en los Emiratos Árabes Unidos, siendo estos la excepción. Por lo tanto, poca cantidad de mujeres que estudian STEM, se traduce en pocas profesionales que se desempeñan en STEM.
- Falta de información sobre las carreras relacionadas a Energías renovables. La industria de las ER no se promociona de manera tradicional, a través de consejeros escolares, ferias de postulaciones y similares. Si no que en su mayoría en Europa y Norte América, se realiza mediante redes de profesionales, en los que no existen mujeres, por ser áreas comúnmente relacionadas a hombres.
- Hombres suelen postular a cargos en empresas, aun cuando no cumplen con todos los requisitos. En el caso de las mujeres, suelen hacerlo solo cuando cumplen todos los requisitos. De igual forma, las mujeres tienden a no negociar sueldos, y para avanzar en la carrera laboral, se espera que sean extraordinarias en comparación a sus compañeros.

Barriers to entry for women in modern renewable energy, ranked by respondents in order of importance



Source: IRENA online gender survey, 2018.

Note: STEM = science, technology, engineering and mathematics.

Figura 2.3: Barreras de entrada percibidas en la industria. IRENA- Renewable Energy: A gender perspective. 2019.

Muchos puestos de trabajo no compatibilizan con lo que necesita una mujer, dado que han sido puestos que nunca fueron pensados para mujeres. Bajo la misma premisa, se asume que mujeres no estarán interesadas en ciertos puestos, por lo que no les presentan estas oportunidades, normalmente asociadas a trabajos con presencia en terrenos, más peligrosos, o que incluyan viajes.

Además de las barreras de entrada, se encuentran las barreras para poder avanzar laboralmente una vez que se es contratada. En la figura 2.4, se ilustran las barreras encontradas en base al estudio.



Figura 2.4: Barreras encontradas para el desarrollo laboral de las mujeres. IRENA- Renewable Energy: A gender perspective. 2019.

- El ‘techo de vidrio’ corresponde a la falta de representación que encuentran las mujeres en los puestos más altos de la jerarquía de la empresa. En Estados Unidos por ejemplo, en muchas empresas se encontró que en los cargos más bajos, se encuentra hasta un 48 % de mujeres, pero solo un 23 % en puestos de vice presidente y altos niveles de ejecutivos.
- La falta de flexibilidad en horarios y formato de trabajo, implica que mujeres que han optado por la maternidad, deban balancear el trabajo y la familia sin faltar a ninguna de sus responsabilidades. Esto presenta mayor dificultad a mujeres que se encuentran en los primeros años de su carrera a aquellas que ya han avanzado.

En los casos que las responsabilidades de la crianza y la familia recaen solo en la mujer, se pierden oportunidades de avance, dado que no pueden realizar viajes o trabajos fuera del horario determinado. Esto produce un cuestionamiento implícito o explícito sobre el compromiso que se tiene con la empresa. Mas en un sector que por su naturaleza, puede requerir viajar a las zonas de mayor potencial para plantas solares, hidráulicas, eólicas u otro.

- A pesar de que los sueldos en el sector de ER son más altos que en otras industrias, las mujeres siguen ganando menos que sus pares hombres.

Finalmente, el reporte de IRENA propone 6 focos de trabajo, para disminuir las barreras mencionadas [19]:

- Promover la equidad de género en el sector energético, considerando una perspectiva de género en la toma de decisiones.
- Crear redes de apoyo y programas de tutoría para mujeres.
- Mejorar el acceso a la educación, considerar cambios curriculares, becas e internados enfocados a mujeres,
- Establecer objetivos de género y cuotas.
- Desarrollar políticas para el lugar de trabajo.
- Buscar medidas para lograr un mejor balance trabajo-vida privada.

2.3.2. Iniciativas en otros países:

2.3.2.1. Canadá

‘Engineers Canada’ en colaboración con otras entidades relacionadas a ingeniería y autoridades, están trabajando para aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería a través del proyecto ‘30-by-30’, que espera alcanzar al menos un 30 % de mujeres en la industria para el año 2030. El porcentaje elegido dice ser el consenso universal para comenzar un cambio sostenible en el tiempo.

El programa tiene 4 focos de trabajo [8]:

- Reclutar: Esto implica incentivar a las niñas desde pequeñas a interesarse por la ingeniería. Mediante diferentes programas y actividades en niñas en etapa escolar, se les acerca al mundo de la ingeniería.
- Retener: Las mujeres que entran al sector de ingeniería, no suelen estar más de 5 años, debido a las condiciones de trabajo, viajes, sueldos menores a sus pares. Se busca solucionar el problema a través de programas de tutoría, mejorar las políticas de recursos humanos, entre otros.
- Desarrollo profesional: Permitir la creación de redes profesionales entre mujeres, mediante programas y eventos exclusivos.
- Contratar mujeres: Incentivar a empresas y empleadores a contratar mujeres para puestos que han sido tradicionalmente de hombres.

2.3.2.2. Islandia

Islandia tuvo su primera presidenta en el año 1980, quien también fue la primera mujer en ocupar este cargo en el mundo. Desde entonces se han hecho cambios que han favorecido el bienestar y mayor inclusión de la mujer, enfocados en maternidad, igualdad salarial y representación en el gobierno [20].

Gracias a su geografía, cerca del 100 % de la electricidad que consume el país proviene de fuentes renovables, y cerca del 90 % de las viviendas se encuentran calefaccionadas utilizando geotermia [21]. La razón principal que llevó a cambiar la matriz energética del país, fue que

al ser una población pequeña, no eran capaces de sobrellevar la fluctuación del precio del petróleo. Desde que el país cambió a energías renovables, la economía, y con ello la calidad de vida, se vieron afectados para bien.

El sector energético del país se ha desarrollado de manera sustentable en las últimas décadas, y también ha presentado un alza en la diversidad de quienes trabajan en las empresas del sector. En el documento “Gender Diversity in the Icelandic Energy Sector” [22], se expone que el 50 % de los miembros directivos de las empresas eléctricas más grandes del país están compuestas por mujeres, y son el 17 % de los CEOs de las empresas. También presentan que el aumento de diversidad en las empresas no solo aumenta la equidad, también una mejora en la toma de decisiones, la innovación, el liderazgo y el retorno económico de la empresa [22].

En el seminario realiado por Nordic Energy Equality Network (NEEN) en el año 2018, se discutió la razón entre equidad de género y toma de decisiones en el sector energético de Islandia, indicando que la diversidad de género puede aumentar los retornos de inversiones hasta en un 2,1 % [23].

En el 2020, por undécima vez consecutiva, Islandia se encuentra en el primer lugar del ránking de equidad de género realizado por World Economic Forum, disminuyendo el gap de género a un 88 % (seguido de Noruega, Finlandia y Suecia) [24].

2.4. Energía y Género en Chile

2.4.1. Energía + Mujer

En el año 2018, bajo la iniciativa Energía + Mujer liderada por el Ministerio de Energía, se conformó la primera mesa público-privada, que reunió 26 asociaciones gremiales, agencias, organizaciones y empresas relacionadas a energía, junto a los ministerios de Energía, Trabajo y Previsión Social y Mujer y Equidad de Género. El propósito: Trabajar en conjunto en un plan de acción para aumentar la participación de las mujeres en el sector energético nacional.

En conjunto con la industria energética, el gobierno y apoyo del programa Win-Win de ONU Mujeres, se obtuvo un diagnóstico de la realidad del sector en materia de género. En este estudio, publicado en el anuario 2018 Energía + Mujer, se utilizó el Gender Gap Analysis Tool [ref] como herramienta para identificar brechas de género y poder tomar decisiones informadas para definir metas que ayuden a disminuirlas [25].

La aplicación del Gender Gap Analysis Tool, se realizó mediante una encuesta autoadministrada por las empresas, se enfocó en el grado de compromiso con políticas de equidad de género, su implementación, su medición y la transparencia al respecto. La encuesta se realizó al 95 % de las empresas más representativas por gremio, fueron 6 subsectores los consultados, 41 empresas en total y más de 11.500 empleados.

Los resultados mostraron que ‘la participación de las mujeres en el sector es muy baja y variable’. Disminuyendo de un 11,6 % a un 8,4 % desde el 2017 al 2018, cuando en el total de la economía es de 41,3 % [26].



Figura 2.5: Antecedentes que motivan el aumento de mujeres en el sector energético. Infografía de Anuario Energía + Mujer 2018. Chile.

Para el posterior análisis cualitativo de barreras y brechas que resultaron del estudio, se propusieron 6 ejes temáticos para tratar sobre las barreras:

- Participación de las mujeres y segregación sexual en el trabajo remunerado.
- Trayectoria laboral de las mujeres.
- Presencia de mujeres en cargos de dirección.
- Remuneraciones y jornadas laborales.
- Conciliación de la vida personal, familiar y laboral.
- Violencia de género, salud, seguridad e higiene.

Posterior a ello, se propusieron 4 ejes de trabajo como solución:

- Empoderamiento: ‘Aumentar la participación de las mujeres en la toma de decisiones.’
 - Se constituyen mesas de trabajo con la participación de empresas (como Engie y Transelec), Universidades, asociaciones gremiales y organismos públicos para identificar las brechas que impiden el ingreso de la mujer al sector energético.
 - Se iniciaron capacitaciones para promover la igualdad de oportunidades y derechos.

- Se realizan conversatorios, seminarios y conferencias con representantes de diferentes áreas del sector energético, con mujeres destacadas de la industria.
- Emprendimiento: ‘Autonomía económica de las mujeres y generación de valor.’
 - Se realizan encuentros con mujeres emprendedoras.
 - Se crean fondos de acceso a la energía (FAE), para mejorar el acceso a la energía de comunidades rurales.
 - Programas energéticos agregan charlas enfocadas a mujeres. Programa ‘Con Buena Energía’, que busca impulsar la eficiencia energética en los consumidores y Programa ‘Más Leña Seca’
- Productividad: ‘Las mujeres y el impulso al desarrollo energético sostenible.’
 - Se está trabajando en programas e iniciativas como Generación Distribuida (Net Billing) y Conducción eficiente, proyectos en los que han participado mujeres en los talleres de capacitación, pero se busca aumentar la participación.
- Acciones Transversales: ‘La integralidad y la diversidad en la industria energética.’ En el año 2018 el Ministerio de Energía se comprometió con medidas con enfoque de género, para promover la inserción de la mujer en el sector.
 - Actividades con la comunidad para buscar posibles soluciones: Cambio en los horarios y lugares de las actividades de difusión. Uso de lenguaje neutro al invitar, y mejorar la forma de recolectar la información de participantes para posterior análisis. Con estas medidas, se logró un aumento del 2% en la participación anual de mujeres, con respecto al año 2017.
 - Capacitaciones ministeriales en enfoque de género.
 - Charlas en colegios de mujeres de enseñanza media, enfocadas a las oportunidades del sector energético y carreras STEM.
 - El gobierno ha pedido consideraciones de género en la formulación de Proyectos de Ley: 230 de 250 Convenios de Colaboración y Convenios de Transferencia de Recursos, suscritos por el Ministerio de Energía en 2018, incorporó una Cláusula de Género.
 - Modificación de Políticas dentro de la Subsecretaría de Energía, el Ministerio, de gestión de personas (sin sesgos por género); política de no discriminación; buenas prácticas laborales; protocolo de conciliación de vida laboral, familiar y personal; código de ética.

Con los resultados obtenidos el año 2018, se establecen las metas para el año 2019.

2.5. Empresas del sector de generación eléctrica

La asociación de Generadoras de Chile, en febrero del año 2020 ha publicado una editorial llamada ‘La pobreza energética, tiene rostro de mujer’ en su Boletín del Mercado Eléctrico Sector Generación, estableciendo que lograr la reducción de la pobreza energética no es solo mejorar en aspectos técnicos, ‘si no también abordar este desafío desde una perspectiva de

género y cambio cultural' [27].

Se ha revisado la información publicada por algunas de las empresas más importantes del sector de generación eléctrica, con énfasis en su realidad y políticas en temas de género.

2.5.1. Generadoras

2.5.1.1. Aes Gener

En el año 2019, la empresa se adhiere a la Iniciativa de Paridad de Género, impulsada por el World Economic Forum y el Banco Interamericano de Desarrollo, con la intención de crear prácticas que permitan cerrar las brechas de género. La iniciativa busca alcanzar al menos el 20 % de participación femenina para el año 2020, con los siguientes objetivos [28]:

- Aumentar la participación laboral femenina.
- Visibilizar y reducir las brechas salariales de género.
- Disminuir las barreras del ascenso femenino y aumentar su presencia en altos cargos.

En términos de diversidad, la empresa ha modificado la política de selección, y así fomentar la incorporación de mujeres a los puestos con vacantes. De igual manera, que se tengan 4 candidatos y que sean 2 mujeres y 2 hombres. Una forma de abordarlo, ha sido creando convenios con casas de estudio de la Región Metropolitana [28].

Están diseñando un plan de Formación y Beneficios, dirigido a mujeres, basándose en las dificultades que suelen encontrar las mujeres en el desarrollo profesional. En 2018 se implementó una sala de lactancia en su edificio ubicado en Las Condes.

En el año 2019, existió un total de 128 mujeres trabajando en la empresa, de un total de 1134 empleados (11,2 %).

Tabla 2.1: Brecha salarial dentro de AES Gener en 2019. Fuente: Memoria Anual AES Gener 2019.

Brecha salarial AES Gener	
Cargo	Diferencia 2019
Gerente general y vicepresidentes	-17 %
Director de área	-11 %
Gerente y subgerente	-5 %
Jefatura o supervisor	22 %
Profesionales, administrativos y técnicos	9 %

2.5.1.2. Colbún

Colbún generó 11.645 [GWh] el año 2018, ubicándose en el tercer mayor generador del SEN, entregando el 13 % del mercado total. En la memoria 2018, exponen cómo la empresa está contribuyendo a las metas sobre el desarrollo sustentable de las Naciones Unidas. Con respecto a la equidad de género, se encuentra lo siguiente:

- Creación de Iniciativa Equidad de Género Colbún para identificar brechas y oportunidades.
- Talleres y charlas de diversidad e inclusión, con foco en género y discapacidad.
- Plan de Acción de Equidad de Género, con metas para alcanzar una participación del 20 % de mujeres al año 2020 y de 25 % al año 2025.

Durante el año 2019, del total de personas que entraron a la empresa, un 28 % son mujeres. Alcanzando a diciembre del año 2019, un total de 19.3 % de mujeres en la empresa. Con respecto a los cargos de liderazgo, la meta correspondía alcanzar un 16 % para el año 2019, y se alcanzó un 17 %.

2.5.1.3. Engie

Dentro de Chile tiene una capacidad instalada de 2.2 GW, siendo el 4º operador en generación durante el año 2019, y el 3º en transmisión.

Engie se ha impuesto una meta de alcanzar un 18 % de mujeres en cargos ejecutivos para el año 2020. En su memoria anual 2019, del total de 890 colaboradores, el 15 % corresponde a mujeres.

En los cargos del Alto Directivo, el directorio se compone de 11 hombres y 1 mujer. Y en altos Ejecutivos de 7 hombres y 2 mujeres. Con respecto a la brecha salarial, las mujeres en puestos ejecutivos ganan 0,6 % más que sus pares hombres. Pero en profesionales nivel táctico, las mujeres ganan 5,8 % menos, y en operarios y administrativos 4,9 % menos.

La inversión que se realizó en capacitación de los trabajadores el año 2019, es de 401 USD. Esto significó 29308 horas de capacitación para hombres y 1359 para mujeres, el promedio de horas de capacitación para las mujeres fue de 10 horas cada una aproximadamente, mientras que para cada hombre sería de 44 horas.

2.5.2. Trabajo futuro

El Ministerio de Energía, en conjunto con otras empresas del sector eléctrico, han reconocido como problemático la falta de diversidad en sus espacios de trabajo. Reconocer el problema, permite diseñar un curso de acción para alcanzar paridad de género. Estos programas deben considerar la perspectiva, experiencia y participación activa de mujeres, evitando reforzar roles de género y

Empresas del sector eléctrico, han comenzado a concientizar a sus trabajadores sobre las brechas de género en el espacio de trabajo. Se han tomando medidas concretas como talleres y charlas, modificación del proceso de selección, creación de sala de lactancia, y programas de capacitación.

IRENA ha propuesto 6 focos de trabajo que ayudarían al aumento de mujeres en la industria energética [19], y AES Gener ha sido quien ha trabajado cada uno de estos puntos, ver figura 2.2.

Tabla 2.2: Comparación de las iniciativas de AES Gener, Colbún y Engie.

Propuestas IRENA	AES GENER	Colbún	ENGIE
Promover equidad de género	Modificación política de selección.	Talleres y charlas sobre diversidad e inclusión.	
Crear redes de apoyo y programas de capacitación para mujeres.	Plan de Formación y Beneficios.		Programas de capacitación
Establecer objetivos de género y cuota.	Metas de aumentar el porcentaje de mujeres.	Lograr 25 % de mujeres al año 2025.	Metas en porcentaje de mujeres.
Desarrollar políticas para el lugar de trabajo.	Política de Diversidad e Inclusión 2019.		
Medidas para mejorar balance trabajo y vida privada.	Certificación Norma sobre Igualdad de Género y la Conciliación de la Vida Laboral, Familiar y Personal.		
Becas e internados enfocados a mujeres.	Convenio con casas de estudio en la RM.		

AES Gener ha implementado acciones concretas en cada eje de trabajo, siendo la primera empresa del sector eléctrico chileno en acreditar la norma chilena de Conciliación de la Vida Familiar, Personal y Laboral. Además, en marzo del año 2021, se encontró entre las 7 mejores empresas chilenas para mujeres para trabajar [29].

Finalmente, se espera que las medidas tomadas por AES Gener, sean una inspiración y ejemplo para el avance de otras empresas chilenas.

2.6. Educación en Chile

2.6.1. Educación Superior en Chile

El Consejo Nacional de Educación (CNED), es un organismo autónomo del Estado de Chile que nació el año 2012, que tiene como misión cautelar y promover la calidad de la educación [30].

En su informe ‘Tendencias de estadísticas de Educación Superior por Sexo’, relacionado a matrículas y género, se muestra que la cantidad de hombres y mujeres están en la proporción 46,6 % y 53,4 % respectivamente en el año 2020 en las matrículas de pregrado, considerando universidades, Centros de Formación Técnica (CFT) e Institutos Profesionales (IP).

Para el caso de universidades, existe una diferencia a favor de las mujeres de un 9,68 %, para IP es de 0,88 % y para CFT de 8,89 %. En la tabla 2.3, se muestra la evolución de la cantidad de matrículas desde el año 2005 al 2020, según género.

Tabla 2.3: Diferencia porcentual en la matrícula total según género. El signo negativo representa una diferencia a favor de las mujeres.

	2005	2011	2016	2017	2018	2019	2020
Universidad	-0,93	-3,78	-6,90	-8,03	-8,52	-8,81	-9,68
IP	21,84	2,40	0,39	-0,74	-1,23	-1,16	-0,88
CFT	0,77	-5,27	-3,24	-3,94	-5,63	-5,72	-8,89

Para el caso de carreras STEM, el año 2020 fue un total de 206.320 estudiantes los matriculados a pregrado, lo que corresponde a un 18 % de la matrícula total del sistema. Donde la cantidad de hombres corresponde al 77,8 % de matrículas, y mujeres al 22,2 %. En la tabla 2.4, se muestra la cantidad de matrículas por año, entre 2005 y 2020.

Tabla 2.4: Cantidad de hombres y mujeres matriculados en carreras STEM.
Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Índices 2020 CNED.

	2005	2011	2016	2017	2018	2019	2020
Hombres	90.006	120.293	147.312	151.488	158.322	162.682	160.554
Mujeres	23.797	30.888	38.610	41.049	42.838	44.603	45.766
% Hombres	79,1	79,6	79,2	78,7	78,7	78,5	77,8
% Mujeres	20,9	20,4	20,8	21,3	21,3	21,5	22,2
Diferencia	58,18	59,14	58,47	57,36	57,41	56,96	55,64

Considerando las carreras STEM con mayor participación de mujeres, destacan las relacionadas a ciencias de la biología y química, se ven en la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Las 5 carreras STEM con mayor porcentaje de matrículas de mujeres en el año 2020. Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Indices 2020 CNED.

	Matrícula total	% Hombres	% Mujeres	Diferencia
Ing. en alimentos y afines	1123	34,7	65,3	-30,54
Informática Biomédica	556	40,8	59,2	-18,35
Ing. Civil Ambiental	937	43,4	56,6	-13,13
Ing. Civil Bioquímica	341	43,7	56,3	-12,61
Ing. en Bioprocesos	102	45,1	54,9	-9,8

Por otro lado, se encuentran las carreras STEM con menor cantidad de matrículas de mujeres en el año 2020, que se muestran en la tabla 2.6.

Tabla 2.6: Las 5 carreras STEM con menor porcentaje de matrículas de mujeres en el año 2020. Fuente: Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Indices 2020 CNED.

	Matrícula total	% Hombres	% Mujeres	Diferencia
Ing. Mecánica Automotriz	16.782	95,8	4,2	91,65
Ing. Eléctrica y similares	4.279	95,4	4,6	90,75
Ing. en Mantenimiento Industrial y similares	5.961	94,6	5,4	89,13
Ing. Electrónica y similares	968	94,4	5,6	88,84
Ing. en Automatización, Control Industrial y similares	6.870	93,4	6,6	86,81

En el décimo lugar de las carreras STEM con menor porcentaje de mujeres, se encuentra ‘Ingeniería Civil Eléctrica y similares’ con un total de 4.101 matrículas, correspondiente un 90.6 % a hombres y 9,4 % a mujeres.

2.6.2. Programas implementados por otras universidades

Aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería, ha sido uno de los propósitos de distintas universidades en los últimos años. Para ello, se han implementado diferentes programas, becas y propagando, para atraer mujeres a la carrera.

- El año 2013 la Universidad Católica comienza con encuentros llamados Ingeniería UC y difusión con escolares, realiza un diagnóstico de la situación de género, revisión de estudios e investigaciones relacionados a género y STEM. Acorde a la información publicada en su web, el 35 % de las matrículas de ingeniería 2019, corresponden a mujeres, en contraste al año 2010 que era un 19 %.
- Universidad de Santiago de Chile, define cupos especiales dirigidos a mujeres para la admisión 2021 a la facultad de ingeniería. Al año 2020, la matrícula de mujeres corresponde al 30 % aproximadamente.
- Universidad de las Américas, ha creado la beca ‘Mujer STEM’, que entrega un 20 % de descuento en el arancel de la carrera.
- Universidad Adolfo Ibañez, aseguró cupos para mujeres en carreras de ingeniería, que cumplieran requisitos de excelencia académica en la etapa escolar.

2.6.3. Caso de la FCFM

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, ha presentado más de 130 iniciativas que visibilizan el compromiso por la igualdad de género, estas iniciativas corresponden a difusión, crear redes de apoyo, formación, proyectos de investigación, contratación y potenciamiento de académicas e instancias institucionales [31].

El año 2014, la FCFM da inicio al Programa de ingreso Prioritario de Equidad de Género (PEG), que consistió en agregar 60 cupos extras para mujeres en la lista de espera de ingreso a la carrera de Ingeniería y Ciencias Plan Común. En la tabla 2.7, se muestra la proporción de hombres y mujeres al ingresar a la carrera.

Al año 2004, la cantidad de mujeres que ingresó era del 20,5 %, lo que en 10 años, al 2013 aumentó a 21,1 %. La iniciativa espera acelerar el crecimiento de mujeres que entran a la facultad, y el año 2014, con 40 cupos extraordinarios para mujeres, el porcentaje de mujeres ascendió a 27,7 %. Y para el año 2020, el porcentaje de mujeres ya es del 30 %.

Tabla 2.7: Porcentaje de matrículas en la FCFM, diferenciando por género desde el año 2004.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Hombres	79,5	80,6	81,3	78,7	78,6	78,8	83,85	81,82	80,2
Mujeres	20,5	19,4	18,7	21,3	21,4	21,2	16,15	18,18	19,8

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hombres	78,9	72,3	74,4	72,9	71	67,2	70	71
Mujeres	21,1	27,7	25,6	27,1	29	32,8	30	29

Entre los años 2004 y 2013, el aumento de mujeres en la FCFM fue de 0,6 %, mientras que con la implementación del PEG, entre el año 2013 y 2020, el aumento fue de aproximadamente un 10 %. En las figuras 2.6 y 2.7, se muestra el resultado de una regresión lineal para visualizar la tendencia de crecimiento de las mujeres que entran a la facultad. En la figura 2.6, se muestran los datos reales del año 2004 al 2013, y cómo hubiese seguido en el tiempo sin la implementación del programa PEG. En la figura 2.7, se muestran los datos reales hasta el año 2020, y cómo se espera que continúe con el programa PEG.

Alumnas que ingresaron anualmente a la FCFM hasta el año 2013, y su proyección sin la implementación del programa PEG

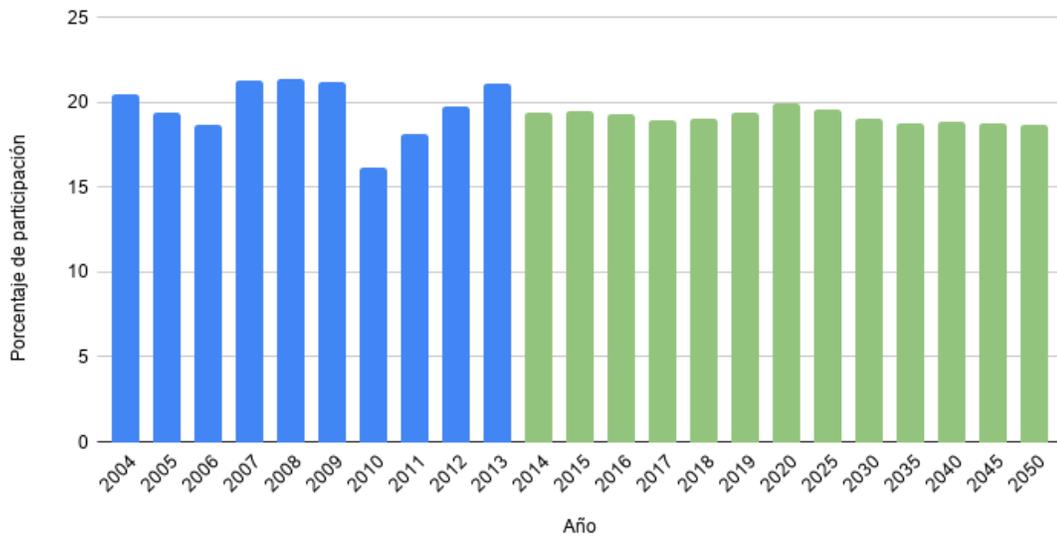


Figura 2.6: Proyección hasta el año 2050 de mujeres que ingresan a la FCFM. En azul se muestran los datos reales, en verde los datos obtenidos por regresión lineal.

Alumnas que ingresan anualmente a la FCFM, y su proyección con la implementación del programa PEG

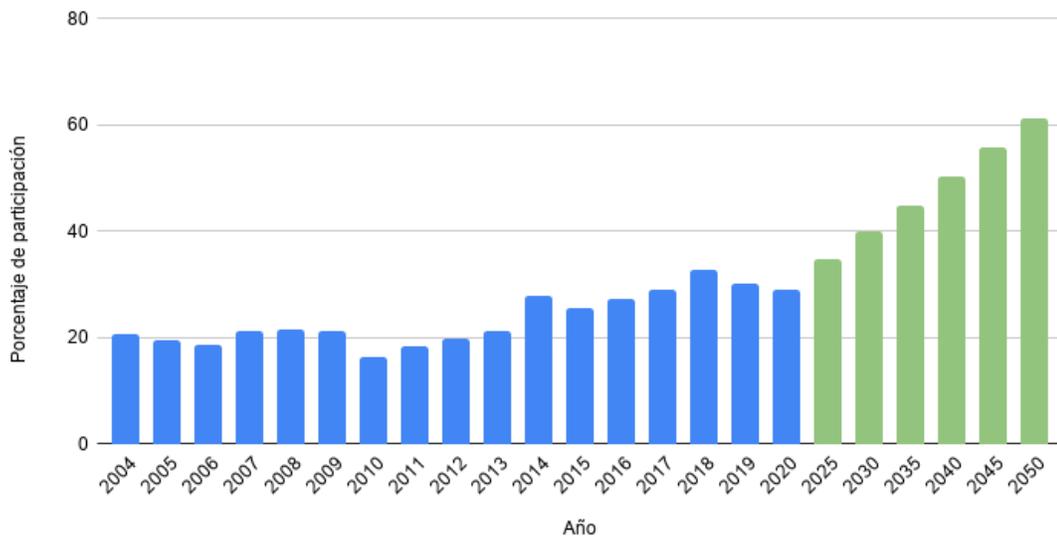


Figura 2.7: Proyección hasta el año 2050, con el programa PEG. En verde se ven los datos obtenidos mediante la regresión lineal, y en azul los datos reales.

2.6.4. Síntesis

- La baja cantidad de mujeres en las áreas de STEM, es una problemática reconocida a nivel mundial. Diferentes países, organismos, empresas y universidades están tomando medidas y desarrollando políticas para disminuir la brecha de género.
- Irena ha presentado un estudio exhaustivo, que resume los principales conflictos que enfrentan las mujeres en los ambientes altamente masculinizados como lo son aquellos del área de STEM, en particular el sector energético.

En este mismo estudio, se proponen ejes a trabajar que podrían servir como métodos para aumentar la participación de mujeres. Un ejemplo: Aes Gener ha tomado medidas orientadas a cada uno de estos ejes, y ha conseguido el puesto número 7 a nivel nacional de las mejores empresas para mujeres para trabajar.

- Distintas universidades e institutos han implementado medidas para aumentar la cantidad de mujeres en sus carreras de STEM. El MIT ha mostrado éxito en su programa de flexibilidad de la malla curricular, mientras que ninguna universidad chilena ha seguido sus pasos, aun cuando se ha mostrado como una medida más eficiente que agregar cupos [3].
- El interés de lograr equidad de género en un gran número de instituciones, justifica el estudio de nuevos métodos para ser implementados en la FCFM. Considerar una nueva perspectiva para enfrentar el problema, puede ser la solución que permita avanzar considerablemente en un menor tiempo.

Capítulo 3

Marco Teórico

3.1. Obtención de datos

Para que el método de recolección de datos pueda ser utilizado en una investigación, se espera que posea confiabilidad, validez y objetividad:

- **Confiabilidad:** Se espera que los datos no sean resultado del azar.
- **Validez:** Que efectivamente se recolecten los datos que se desean medir. Las preguntas deben ser claras, sin espacio a que cada encuestado pueda entender algo diferente a la misma pregunta.
- **Objetividad:** Evitar que los sesgos del entrevistador puedan influir en la respuesta del entrevistado. Para ello se evita que el entrevistado tenga una idea preconcebida de lo que consideraría *correcto* responder.

Para que una encuesta sea estadísticamente representativa, los encuestados deben ser elegidos de manera aleatoria, asegurando que todos los miembros del total de la población tengan la misma probabilidad de responder. Esto significa: No elegir directamente a quien responde, como casos de entrevistas a expertos, voluntarios, entre otros, que no corresponden a una encuesta [32].

3.2. Análisis Estadístico

Se debe comprobar que la información recopilada por la encuesta, resulte ser **estadísticamente significativa**, esto es, que no es probable que los resultados obtenidos por el experimento (en este caso la encuesta) sean producto del azar, sino que son atribuidos a una razón específica.

En muchos casos, resulta imposible obtener información del universo total que se está estudiando, por lo que se toma una muestra. Esta muestra debe ser lo suficientemente grande con respecto al total de la población, para que sea considerada una representación válida, y que los resultados obtenidos no son por azar o que está sesgada de alguna forma.

Por convención, se considera que para un 95% de confiabilidad se puede asegurar que la muestra es significativa. Como no se tiene la información de todos los individuos del grupo

de estudio, se debe considerar un margen de error: al esperar un 95% de confiabilidad, el margen de error corresponde a un 5%.

Para afirmar que la Hipótesis nula es falsa, se espera tener un *p-value* menor a α , donde α corresponde al *nivel de significancia* de estudio.

- *P-value*: Medida de la probabilidad de que los resultados obtenidos, sean producto del azar. Cuando el valor de *p-value* es menor al nivel de significancia determinado, se asume que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que puede rechazarse la hipótesis nula.

Por convención, se determina un $\alpha = 0.05$, es decir, que existe un 5% de probabilidad de que se esté rechazando la hipótesis nula cuando esta es cierta (error tipo I).

3.3. Experiencia comparada.

Corresponde al proceso de análisis donde se comparan dos situaciones análogas (A y B), con el propósito de entender los efectos de alguna medida, estrategia o situación que se haya experimentado en A, y poder extrapolar el efecto que tendría la misma experiencia en la situación B[33].

Para que este análisis sea válido, deben exponerse claramente las diferencias y similitudes de ambas situaciones. Analizar el contexto en que se desenvuelven, factores externos y entender las limitaciones del estudio.

- Marco de referencia: Explicar el contexto de cada situación, y cómo ambas se relacionan mediante la información recopilada.
- Determinar el foco de estudio: Los datos recopilados no deben ser azarosos, sino aquellos relacionados a lo que se desea estudiar.

Empresas, instituciones o universidades, pueden realizar este análisis para estimar el impacto que podría tener la aplicación de diferentes modelos de negocio, políticas implementadas o estrategias de enseñanza, respectivamente. De esta forma, se permite un mejor entendimiento de la situación estudiada e implementar una respuesta adecuada.

Capítulo 4

Metodología

Para este trabajo de investigación, se seguirán los pasos presentados en la figura 4.1. Cada punto del diagrama, se explicará a continuación.

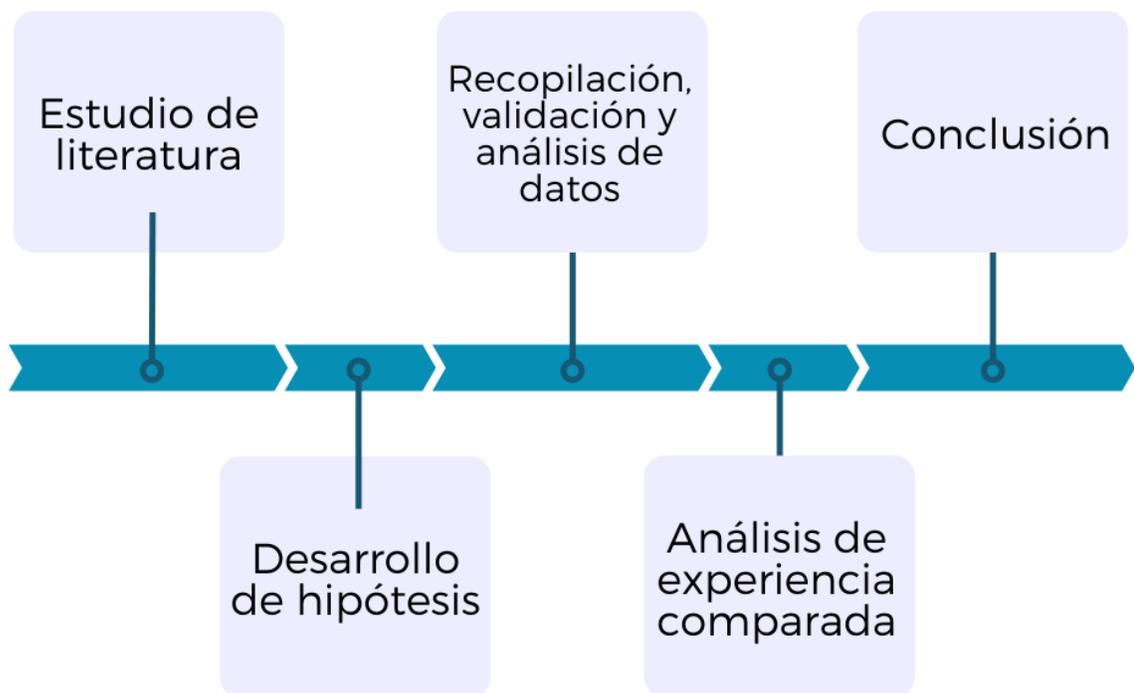


Figura 4.1: Diagrama de flujo metodológico

4.1. Estudio de la literatura

Para abordar la investigación de este trabajo, se comenzará con la recopilación y análisis de datos obtenidos de distintas publicaciones dedicadas al estudio de la relación entre sustentabilidad y género. Se analizarán casos nacionales e internacionales, tanto de la industria energética y la enseñanza universitaria de carreras del área de STEM, en particular las ingenierías relacionadas al ámbito energético y sustentable.

La información que se recopilará, será el marco de referencia para analizar la realidad de la FCFM en cuanto a sus políticas e iniciativas relacionadas a lograr equidad de género. Se estudiará el efecto que tiene la equidad de género en las carreras de ingeniería, su posterior impacto en la industria, en el sector energético y en los objetivos de un desarrollo sustentable.

4.2. Recopilación de datos

Para conocer la realidad de los estudiantes de la facultad, se realizará una encuesta para obtener la información sobre sus intereses para entrar a carreras del área de STEM, su percepción de la enseñanza en la FCFM y prioridades al elegir trabajo. Los encuestados participarán de manera voluntaria y anónima. Se les entregará el contexto en el que se realiza el estudio: trabajo de título sobre la enseñanza de la ingeniería en la FCFM, pero no se especificará que se estudia su relación con género o sustentabilidad para evitar influenciar las respuestas.

La encuesta se realizará en Google Forms, que permite limitar la respuesta a solo una por persona validando el correo electrónico. Para llegar a los estudiantes, se compartirá el *link* de la encuesta mediante la plataforma U-cursos: Foro Institucional FCFM, *Beauchefianas* (comunidad exclusiva para mujeres en la facultad), y la comunidad de Ingeniería Eléctrica. También se enviará por correo electrónico a los integrantes de las dos últimas comunidades.

Los datos obtenidos, se validarán, analizarán e interpretarán: de la obtención de los datos se obtiene la información, para luego desarrollar conocimiento sobre el tema.

4.3. Validez estadística

Al comparar la validez de la muestra de la población considerando hombres y mujeres, se utilizará un modelo *z-test* de 2 poblaciones. Para que la muestra se considere estadísticamente significativa, se espera al menos un 95 % de confiabilidad con un margen de error del 5 %.

Para calcular el *p-value*, y con ello el nivel de confiabilidad se realiza el siguiente proceso:

- Se determina la proporción (p) de la muestra, ver ecuación 4.1:

$$p = \frac{(p_1 \cdot n_1 + p_2 \cdot n_2)}{n_1 + n_2} \quad (4.1)$$

Donde:

p_i : proporción de la muestra i con respecto al total de la población i .
 n_i : total de la muestra i .

- Se calcula el error estándar (SE) de la diferencia de la distribución entre las dos proporciones (de la muestra y su población), ver ecuación 4.2

$$SE = \sqrt{p \cdot (1 - p) \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} \quad (4.2)$$

- Se determina el z -score (z) en la ecuación 4.3:

$$z = \frac{p_1 - p_2}{SE} \quad (4.3)$$

El z -score posee un valor asociado establecido con respecto a una distribución normal. El valor z -score corresponde al valor del eje X de un gráfico de distribución normal, y el valor asociado corresponde al área bajo la curva desde el z -score hacia la derecha. A mayor z -score, mayor es el área de la curva, y mayor la confiabilidad.

- En base al valor asociado al z -score obtenido para un error de 5%, se calcula el p -value (P): probabilidad de que la información recopilada sea producto del azar, ver ecuación 4.4:

$$P = (1 - \text{Valor de la tabla asociado a } z\text{-score}) \cdot 2 \quad (4.4)$$

- Finalmente, para determinar el valor de confiabilidad CI obtenido, se calcula:

$$CI = (1 - P) \cdot 100 \quad (4.5)$$

Si se tiene que $CI > 95$, se considera que el estudio es representativo de las poblaciones de hombres y mujeres de la facultad, y el resultado no es producto del azar.

4.4. Análisis de experiencia comparada

Se desea comparar la realidad de la escuela de ingeniería del MIT, en particular se usará el caso del departamento de Ingeniería Mecánica del Instituto de Tecnologías de Massachusetts. Para validar la comparación, se explicará por qué los casos serían análogos.

Para este caso, se comparará un método implementado por el departamento de ingeniería mecánica del MIT que provocó un aumento en la cantidad de mujeres, y cómo este método podría ser aplicado en la FCFM.

La información entregada por el MIT permitirá conocer la realidad del Instituto con respecto a la cantidad y sexo de alumnos, investigadores y matriculados en distintas carreras. Con estos datos, se realizará un paralelo entre ambas instituciones, que expliquen en qué sentido son similares y en qué se diferencian. Estableciendo el paralelo entre ambas, se analizarán las medidas tomadas por el departamento de ingeniería mecánica del MIT, que podrían ser aplicadas en la FCFM y sus posibles efectos.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Encuesta: Cultura y Enseñanza de la Ingeniería en la FCFM

Se realizó una encuesta para conocer con mayor detalle los intereses de alumnos y alumnas sobre la enseñanza y ejercicio de la profesión.

La encuesta fue diseñada en base a la información de trabajos de investigación internacionales [34], [35]. Con esto, se espera obtener la información necesaria para entender la motivación al elegir la carrera; cómo perciben la enseñanza y la malla curricular con respecto al enfoque de género; y cuáles son las prioridades al elegir el lugar de trabajo al egresar.

Se realizó en la plataforma de Google Forms, permitiendo solo una respuesta por usuario. La encuesta fue enviada a las comunidades de Ingeniería Eléctrica, Beauchefianas, y también publicada en el Foro Institucional de la FCFM en U-cursos. Obteniendo un total de 342 respuestas, 156 hombres y 186 mujeres, todas anónimas.

A los encuestados se les comentó que se está estudiando la Cultura y Enseñanza de la ingeniería, pero no su relación con género y sustentabilidad, para así evitar influenciar sus respuestas.

La encuesta corresponde a las siguientes preguntas:

- Sexo de la persona: Hombre o Mujer.
- Especialidad: Se enumeran las especialidades impartidas en la FCFM, agrupando las que no corresponden a ingeniería en la misma opción (Astronomía, física, geología o geofísica).
- 'Ordenar de mayor a menos prioridad, las razones por las que has elegido una carrera de Ingeniería o Ciencias':
 - Estatus y estabilidad económica.
 - Interés en matemáticas y ciencias.
 - Interés en tecnologías, innovación y desarrollo

- Impacto social y sustentabilidad.
- Influencia de familiares o amigos.
- 'Al momento de elegir un trabajo, ¿Qué aspectos son los más importantes para ti? Elige 3 opciones en orden de preferencia.
 - Investigación que potencie las ciencias y tecnologías.
 - Impacto social y medioambiental.
 - Crecimiento profesional.
 - Sueldo.
 - Avance en un desarrollo sustentable.
 - Tamaño y relevancia de la empresa.
 - Empresa pequeña o emprendimientos.
 - Ambiente laboral.

La segunda parte de la encuesta, se centra en la perspectiva de género con respecto a la carrera y su enseñanza:

- Consideras que la carrera de ingeniería, tanto en su enseñanza como su campo laboral, ¿Está altamente masculinizado?
 - Sí.
 - No.
 - No sabe / no responde.
- Con respecto a los métodos de enseñanza en la carrera de ingeniería (independiente de tus preferencias), consideras que:
 - Integra intereses y desarrollo de habilidades independiente de si socialmente son consideradas 'femeninas' o 'masculinas'.
 - Integra principalmente intereses y desarrollo de habilidades consideradas socialmente como masculinas.
 - Integra principalmente intereses y desarrollo de habilidades consideradas socialmente como femeninas.
 - No sabe / No responde.
- Con respecto a la malla curricular en la carrera de ingeniería (independiente de tus preferencias), consideras que:
 - Integra intereses y desarrollo de habilidades independiente de si socialmente son consideradas 'femeninas' o 'masculinas'.
 - Integra principalmente intereses y desarrollo de habilidades considerados socialmente como masculinas.
 - Integra principalmente intereses y desarrollo de habilidades considerados socialmente como femeninas.
 - No sabe / No responde.

5.1.1. Demografía de los encuestados

La encuesta recibió un total de 342 respuestas, el perfil de los encuestados se muestra en la tabla 5.1.

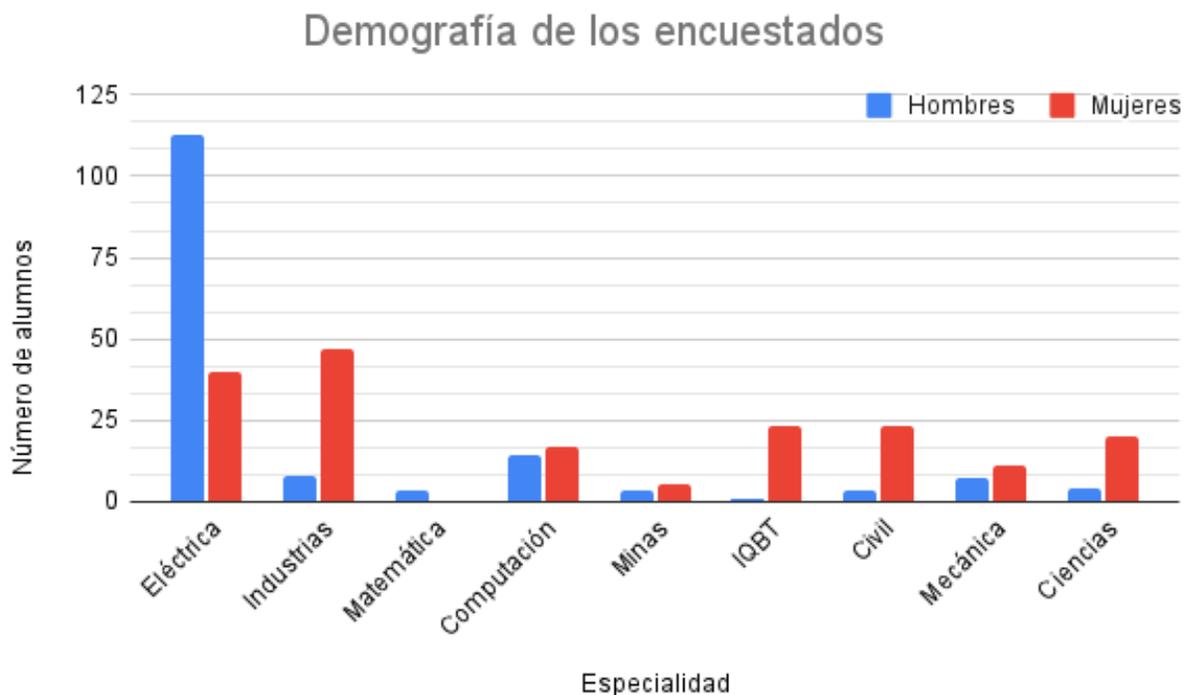


Figura 5.1: Alumnos que respondieron la encuesta, según sexo y especialidad. Ciencias corresponde a Física, Geofísica, Astronomía y Geología. IQBT a las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Biotecnología.

En el año 2019 había un total de 5472 matriculados; desde el año 2015 hasta el 2021, el promedio de mujeres que ha entrado es del 30%. Con esto, se tiene un aproximado de 1641 mujeres y 3830 hombres. En la tabla 5.1, se muestran los valores estadísticos significativos.

Tabla 5.1: Significancia estadística de la muestra. Se diferencian las poblaciones por género, y se obtiene la representatividad de la población total, según las proporciones de cada muestra.

	Población	p_i	p	SE	$z - score$	$P - value$	CI
Alumnas	1641	0.11	0.08	0.029	2.41	0.014	98.58 %
Alumnos	3830	0.04					

Considerando la proporción de cada muestra con respecto a su población, los datos obtenidos tienen validez estadística. Se tiene un $p - value < 0.05$, con un nivel de confiabilidad por sobre el 98%. Con esto, se asume que la información recopilada de las preguntas realizadas, es representativa de la realidad del total de la población estudiada.

5.1.2. Respuestas

Luego de identificar el perfil de quienes han respondido, se les solicita que ordenen de mayor a menor prioridad, las razones por la que han decidido entrar a estudiar a la FCFM. Las respuestas, han sido ponderadas según el número de preferencia, para facilitar la visualización de los datos. Cada opción ha sido pensada según la visión que se tiene de la carrera: Matemática, tecnología y estabilidad económica. También se ha agregado la opción de Sustentabilidad, como nuevo enfoque de estudio, e independiente a estas opciones, se agrega el nivel de influencia que tuvo el entorno familiar y social para elegir la carrera, considerando que en su mayoría corresponde a jóvenes recién egresados de enseñanza media (17-18 años).

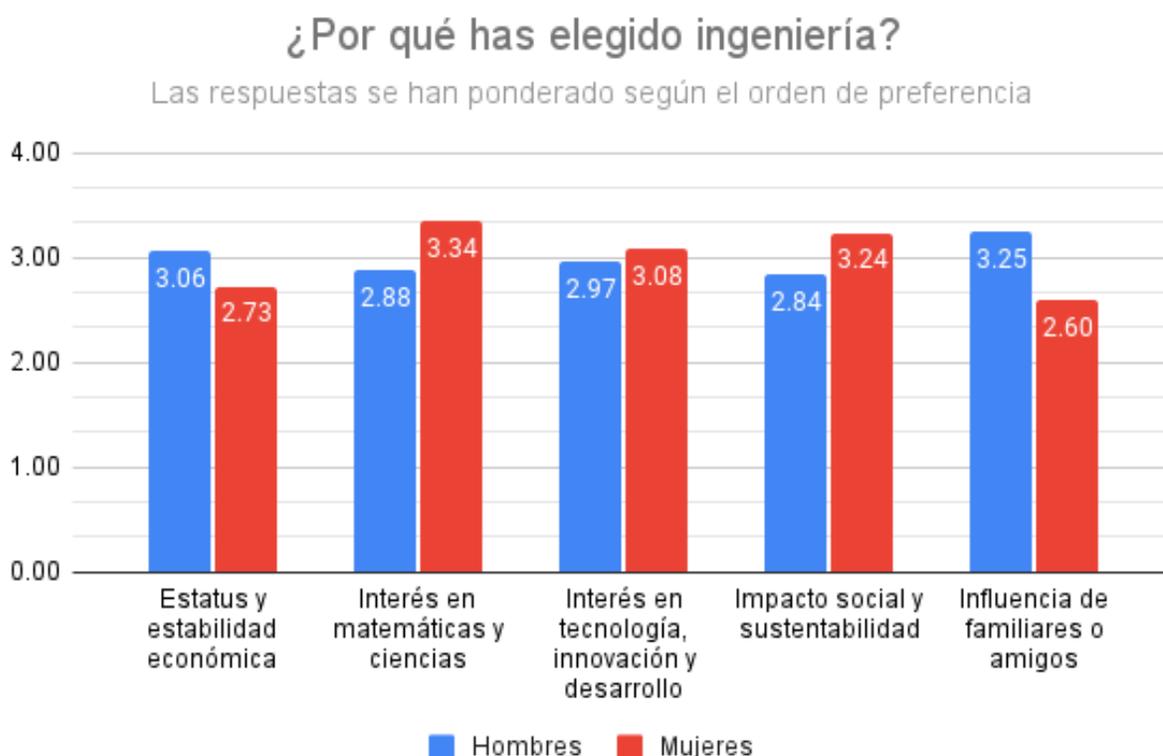


Figura 5.2: Nivel de importancia de cada opción, al momento de elegir la carrera de Ingeniería, para hombres y mujeres.

En la figura 5.2, se visualizan las razones más importante al elegir la carrera según el género. Para los hombres, la opción de mayor importancia corresponde a su entorno compuesto por familiares y amigos; y la última opción para elegir la carrera, es el interés por la Sustentabilidad e Impacto social. En el caso de las alumnas, la razón más relevante por la que han elegido estudiar Ingeniería, es el interés en matemáticas y ciencias, y en segundo lugar Sustentabilidad y su impacto social.

La percepción sobre la carrera de ingeniería, con respecto a que la enseñanza y campo

laboral están altamente masculinizadas, es compartida tanto entre hombres como en mujeres. Sin embargo, el porcentaje de mujeres que lo perciben de esta manera, es mayor a los hombres que también lo hacen 5.3.

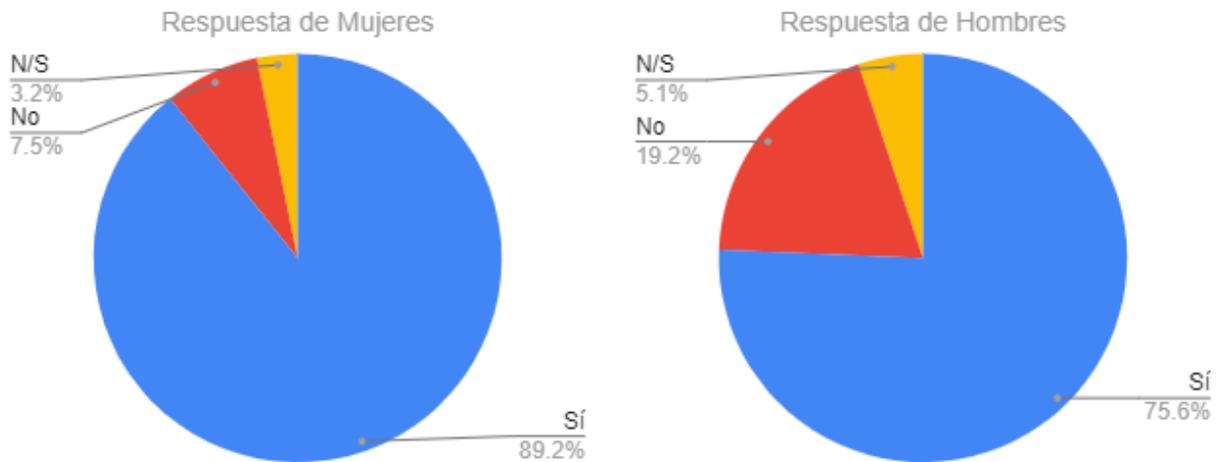


Figura 5.3: Respuestas: Consideras que la carrera de ingeniería, tanto su enseñanza como su campo laboral, ¿Está altamente masculinizado?. Gráfico a la izquierda representa a mujeres, a la derecha a hombres.

El estudio realizado por la consultora MTalent en 2021, sobre la carrera de mujeres en empresas del sector eléctrico [18], y el estudio de IRENA [16], muestran el mismo fenómeno. A pesar de que la mayoría de los hombres percibe el campo laboral de ingeniería como un espacio altamente masculino, la diferencia con respecto a quienes no lo creen así es menor.

Para la siguiente pregunta:

‘Al momento de elegir un trabajo, ¿Qué aspectos son los más importantes para ti? Elige 3 opciones en orden de preferencia.’

- Investigación que potencie las ciencias y tecnologías.
- Impacto social y medioambiental.
- Crecimiento profesional.
- Sueldo.
- Avance en un desarrollo sustentable.
- Tamaño y relevancia de la empresa.
- Empresa pequeña o emprendimientos.
- Ambiente laboral.
- Otro.

En este caso, al analizar las respuestas y los datos, se considera un error en la forma que se presentaron dos de las alternativas. Las 17 metas para un desarrollo sustentable, se centran precisamente en el impacto social (educación, salud, equidad de género, paz y justicia) y el Impacto Medioambiental (Energías y aguas limpias, vida submarina, acción por el clima). Se entiende que la opción ‘Impacto social y medioambiental’ resultara más popular, pues se presenta de manera explícita el significado de Desarrollo Sustentable, término con el que muchos estudiantes pueden no estar familiarizados.

Por esta razón, se presentará el caso en que se toman ambas respuestas por separado: Impacto social y medioambiental, y Avance en un desarrollo sustentable 5.4, y el caso en que ambas opciones se consideran iguales y se han sumado los resultados 5.5.

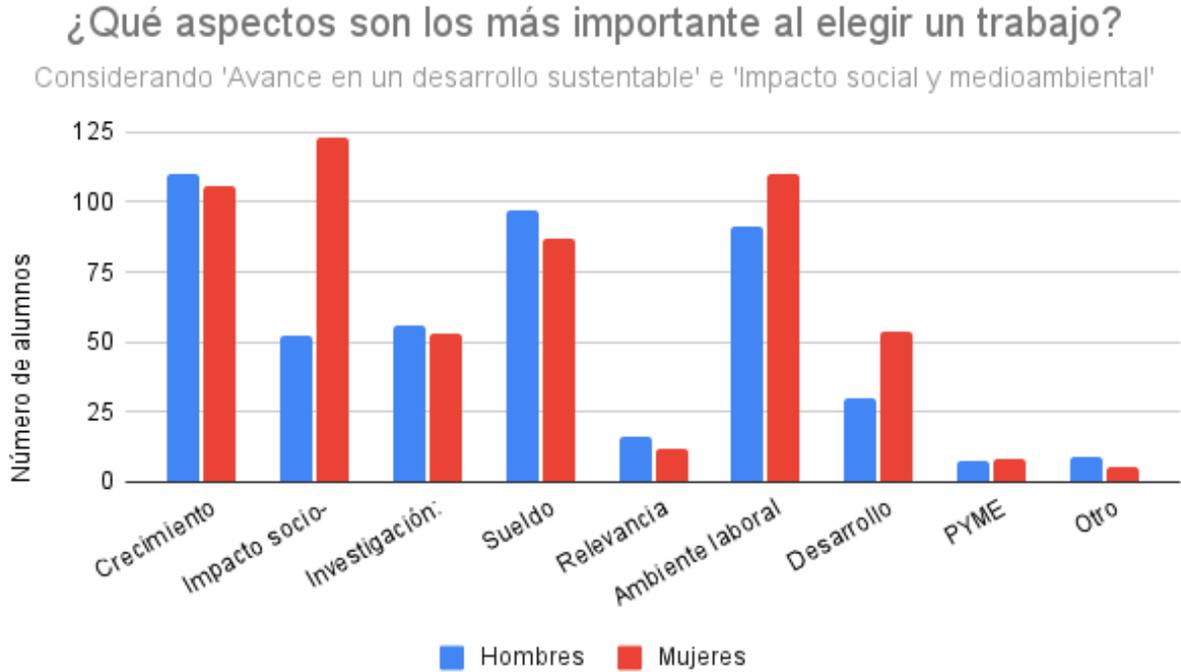


Figura 5.4: Respuestas a las 3 razones más relevantes al elegir un trabajo, separando las opciones Impacto Social y Medioambiental y Desarrollo Sustentable.

¿Qué aspectos son los más importante al elegir un trabajo?

Considerando 'Avance en un desarrollo sustentable (Impacto social y medioambiental)'

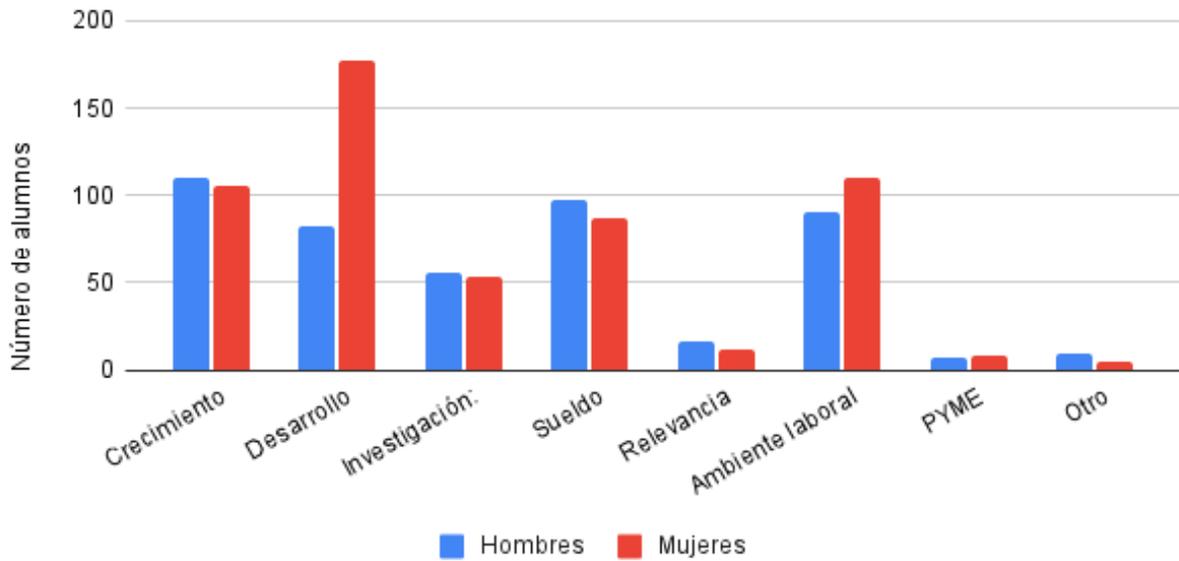


Figura 5.5: Respuestas a las 3 razones más relevantes al elegir un trabajo: Se han sumado las respuestas para Avance en un Desarrollo Sustentable e Impacto Social y Ambiental.

En ambos casos, las mujeres han entregado mayor importancia al Impacto Social y Medioambiental que los hombres. La investigación previa, expone cómo una mayor cantidad de mujeres ocupa puestos gerenciales en área de sustentabilidad, más que en cualquier otra área. También que en empresas con mayor diversidad suelen ser más responsables con su impacto ambiental y presentan mejores políticas laborales.

Gran parte de las alumnas que se encuentran en la facultad, percibe los métodos de enseñanza y la malla curricular de la FCFM, como altamente masculinas. Esto es, que los métodos de enseñanza y los contenidos impartidos, apelan más a los intereses y habilidades que socialmente se consideran como 'masculinas' 5.6 y 5.7, en vez de tener un enfoque neutro al género. En ambos gráficos, no se muestra la opción que considera que la malla curricular y los métodos de enseñanza desarrollan intereses y habilidades consideradas principalmente como 'femeninas' dado que ha obtenido 0 votos en ambos casos. Se ha hecho de esta forma, para una mejor visualización de las respuestas considerando el tamaño del gráfico y la extensión de cada alternativa.

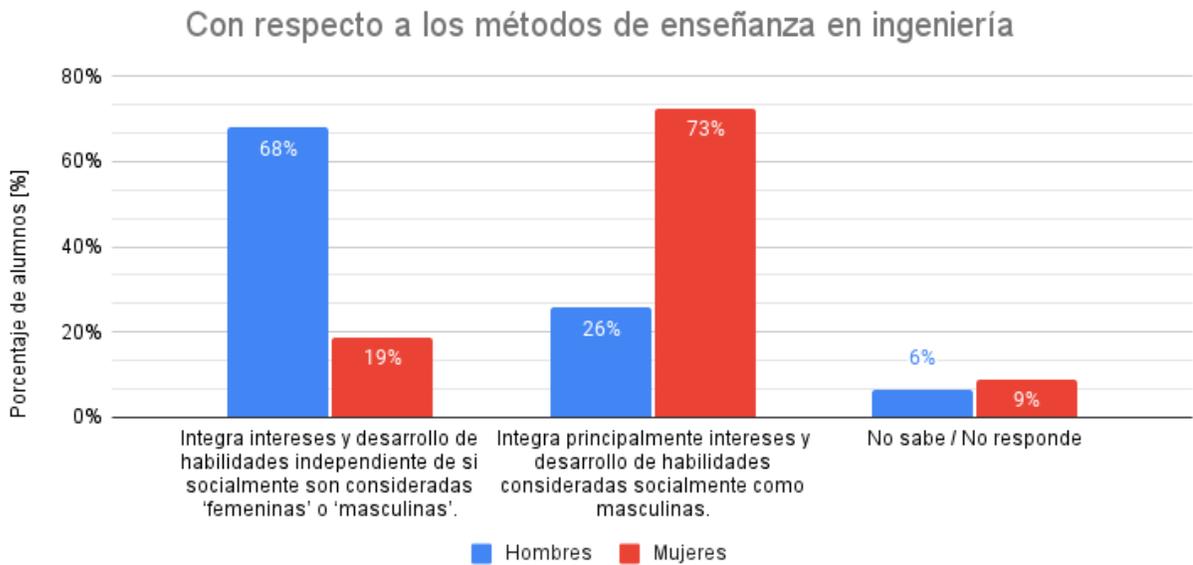


Figura 5.6: Resultados a la pregunta sobre la percepción de los Métodos de Enseñanza de la carrera de ingeniería en la FCFM.

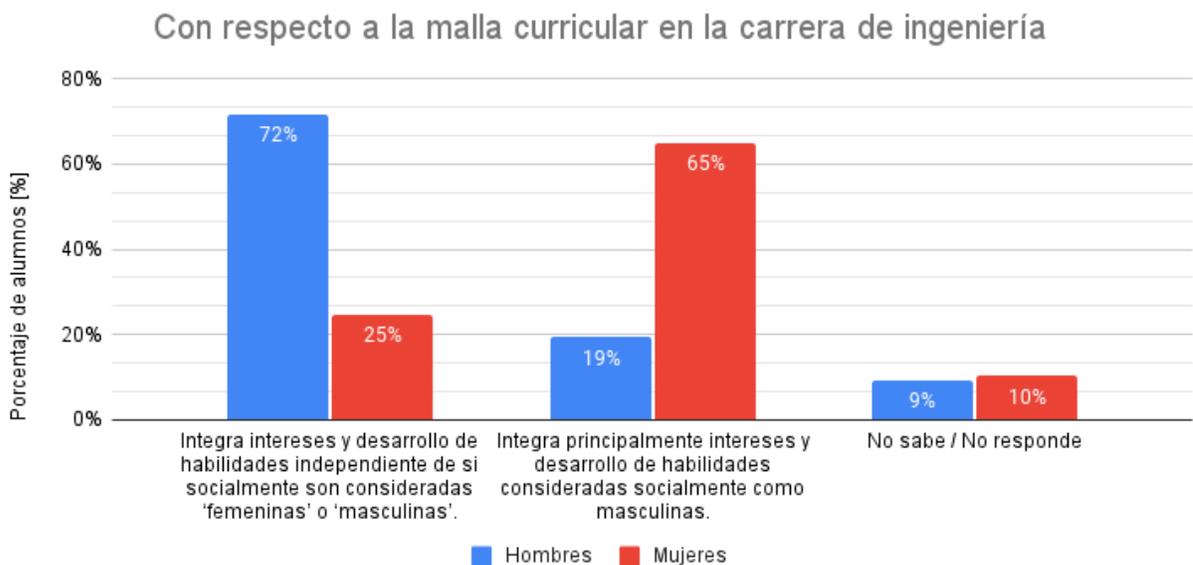


Figura 5.7: Resultados a la pregunta sobre la percepción de la Malla Curricular de la carrera de ingeniería en la FCFM.

Se ha hablado sobre cómo es necesario actualizar los contenidos y la forma de enseñanza, dado que la 'cultura' actual de la ingeniería, no parece apelar a intereses o habilidades de manera neutra al género. La percepción de las alumnas al respecto, es que la carrera está enfocada a los hombres. Mientras que los alumnos no ven de la misma manera esta barrera de género que se presenta, asumiendo que la forma en cómo se enseña y los contenidos en sí son 'indiferentes al género'.

5.2. Minor de sustentabilidad

Los resultados de la encuesta se pueden resumir en que mujeres presentan mayor interés en temáticas de sustentabilidad que sus pares hombres. Otra evidencia de esto, se observa en la proporción de alumnos que ha tomado cursos enfocados en sustentabilidad.

El minor en sustentabilidad, tiene como objetivo *lograr en los estudiantes de la FCFM, un compromiso con el Desarrollo Sustentable, logrando así dar respuesta al desafío institucional que tiene relación con el respeto al medio ambiente y responsabilidad social y ciudadana.* [Programa del Minor en Ingeniería para la Sustentabilidad].

El minor consta de 2 cursos obligatorios y 6 cursos electivos, de los que se deben completar al menos 18 SCT. Los cursos obligatorios corresponden a: IQ3451 Introducción a la Sustentabilidad en la Ingeniería; y EI3002 Proyecto de Sustentabilidad. En las tablas 5.2 y 5.3, se muestra la cantidad de alumnos que han completado estos cursos los últimos años, según su género.

Tabla 5.2: Proporción de alumnos y alumnas en el curso EI3002- Proyecto de Sustentabilidad desde el año 2018.

Año	Semestre	Estudiantes	Mujeres	Hombres
2021	Primavera	14	64.00 %	36.00 %
2021	Otoño	9	44.00 %	56.00 %
2020	Primavera	12	58.00 %	42.00 %
2020	Otoño	9	33.30 %	66.70 %
2019	Otoño	7	42.00 %	58.00 %
2018	Primavera	5	10.00 %	80.00 %
2018	Otoño	10	40 %	60 %
	Total	66	41.61 %	56.96 %

Tabla 5.3: Proporción de alumnos y alumnas en el curso IQ3451 - Introducción a la sustentabilidad desde el año 2014.

Año	Semestre	Estudiantes	Mujeres	Hombres
2021	Otoño	39	53.80 %	46.20 %
2020	Primavera	39	35.90 %	64.10 %
2020	Otoño	42	33.30 %	66.70 %
2019	Primavera	34	50 %	50 %
2019	Otoño	33	48.50 %	51.50 %
2018	Primavera	33	30.30 %	69.70 %
2018	Otoño	30	40 %	60 %
2017	Primavera	29	48.30 %	51.70 %
2017	Otoño	21	33.30 %	66.70 %
2016	Primavera	46	47.80 %	52.20 %
2015	Primavera	51	29.40 %	70.60 %
2014	Primavera	39	25.60 %	74.40 %
	Total:	436	39.70 %	60.30 %

En la FCFM, el promedio de mujeres matriculadas al 2019 corresponde al 27 % del total de alumnos. En estos cursos, la cantidad de mujeres en promedio es del 40 %, existiendo semestres donde se alcanza hasta un 64 % y 53 % en el curso EI3002 y IQ3451, respectivamente. La proporción de mujeres y hombres inscritos, muestra una tendencia positiva en el interés de las mujeres por la Sustentabilidad.

La carrera de ingeniería se ha basado en tres discursos predominantes para construirse: Científica, gerencial y la visión liberal de sus universidades. Otros discursos como sustentabilidad y ética, han comenzado a tomar más importancia en los últimos años. Sin embargo, los tres discursos ya mencionados, han legitimizado esta forma de enseñanza como la 'correcta', por lo que se siguen reproduciendo los mismos cursos y la misma forma de enseñanza [36].

Las estrategias realizadas para aumentar la cantidad de mujeres en la facultad (antecedentes), se enfocan en problemáticas externas a la enseñanza: Aumento de cupos, difusión, becas, entre otros. Mientras que el currículo de enseñanza, a pesar de que ha sido actualizado en los últimos años, no ha sido modificada con una perspectiva de género.

Otra forma de abordar esta problemática, es desarrollar una malla y forma de enseñanza que abarque un mayor espectro de intereses, no solo aquellos que socialmente son considerados como masculinos [37], [1]. Este método puede ser uno de los pasos para actualizar lo que se percibe como 'la cultura de la ingeniería', pues para alcanzar mayor diversidad en estos espacios, sí es necesario un cambio de idiosincrasia [38].

Capítulo 6

Experiencia comparada: MIT vs FCFM

Se mostró cómo la sustentabilidad es un tema de interés de gran proporción de mujeres, en contraste a los hombres de la Facultad. Agregar estos intereses a la enseñanza de la ingeniería en la FCFM, puede aumentar la cantidad de mujeres que entren a la facultad, como ha sido el caso en el MIT.

6.1. Caso MIT versus FCFM

La Universidad de Chile se alza entre las mejores universidades del país, segundo lugar según Quacquarelli Symonds [39], ocupando una diferente posición dependiendo de la ingeniería que imparte: encontrándose en primer lugar para Ingeniería Civil Industrial [40], segundo lugar para Ingeniería Civil [41], primer lugar para Ingeniería Civil en Minas [42].

Para el caso estadounidense, la mejor opción para estudiar Ingeniería corresponde al Instituto de Tecnologías de Massachusetts (MIT) [43]. Al año 2020-2021 el universo de alumnos de pregrado alcanza los 4638 matriculados [44], y 6893 graduados (con licenciatura), con un total de 11254 alumnos.

Sin embargo, a diferencia de la FCFM, el MIT no solo incluye carreras relacionadas a STEM, también ofrece distintos programas enfocados a arquitectura, finanzas, filosofía, estudios sociales y otros.

6.1.1. Experiencia del MIT

De los alumnos de pregrado, 2370 estaban inscritos en el *major* de ingeniería entre el año 2020-2021. Contando a los alumnos de postgrado, se alcanza un total de 5782 alumnos en la carrera de ingeniería [?]. Del universo total de alumnos (11254) un 46.8% corresponde a mujeres. Pero la realidad en las carreras de ingeniería, el porcentaje de mujeres es menor al promedio.

En el año 1963, se puso a disposición de las alumnas una residencia universitaria exclusiva para mujeres dentro del campus, capaz de albergar a 116 alumnas. Esta medida realizada

por el MIT, que muestra un interés en que mujeres puedan entrar a estudiar al Instituto, significó un aumento de mujeres de un 5% en 1965 al 20% en 1974.

En los *majors* de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación del MIT (EECS por sus siglas en inglés), la cantidad de mujeres se mantuvo constante entre los años 2004 y 2011 con alrededor de 200 alumnas. En el año 2008, se actualizó la malla curricular para los cursos introductorios: Introducción a Algoritmos, Introducción a Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación y Desarrollo de Software. Los cursos se rediseñaron para reflejar el contenido y la pedagogía [45] moderna, en la figura 6.1 se muestra el aumento de mujeres que ha entrado a Ciencias de la Computación.



Figura 6.1: Cantidad de matrículas según género, en los majors de Ciencias de la Computación e Ingeniería Eléctrica del MIT. Autor: Oden Institute for Computational Engineering and Sciences, MIT Diversity Dashboard 2017.

El aumento de mujeres de 88 alumnas en el año 2011 a 258 en el año 2017, se atribuye a la actualización de la malla y pedagogía de los cursos impartidos [3]. Los cursos exclusivos de Ingeniería Eléctrica no han sido actualizados, solo aquellos relacionados a Ciencias de la Computación, donde ocurre el aumento de alumnas 6.2

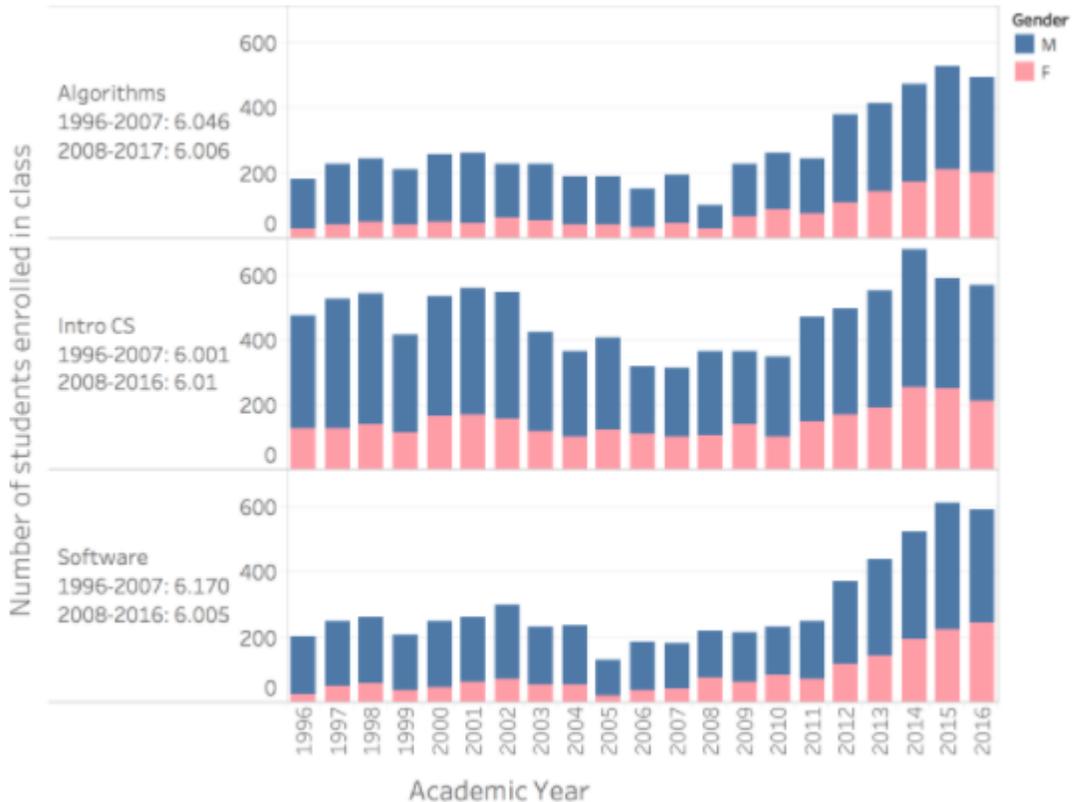


Figura 6.2: Cantidad de alumnos según género, inscritos en cursos de EECS post actualización de cursos introductorios de Ciencias de la Computación.

En el departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la computación del MIT, hay un aproximado de 38 % de mujeres. Sin embargo, el departamento de Ingeniería Mecánica, presenta un comportamiento diferente: de un aproximado de 32 % de mujeres en el año 2000, al año 2015 ha alcanzado un 47 %, el que corresponde al promedio de alumnas total del MIT, al considerar todas las especialidades.

Ingeniería Mecánica logró alcanzar un 47 % de alumnas matriculadas, cuando decidió flexibilizar su malla curricular. Se diseñó un programa alternativo a la malla tradicional '2', llamada '2A'. La versión '2A', permite que los alumnos puedan complementar su plan de estudio con cursos de especialización fuera de la malla tradicional. La malla 2A, está construida a base de la malla tradicional 2, con las siguientes áreas de especialización: Dispositivos médicos, energía, ingeniería en administración y diseño industrial. También se agregó el programa '2OE', que permite a los alumnos concentrarse en 'Ingeniería de Océanos'.

El departamento lo describió como 'el primer programa en el mundo que permite personalizar la malla curricular, en conjunto con una rigurosa enseñanza en ingeniería mecánica' [34]. El año 2002 el programa fue acreditado, y desde entonces, la cantidad de alumnos matriculados ha aumentado de manera constante: en el año 2001 se tenía alrededor de 40 alumnos matriculados, hasta alcanzar poco menos de 300 alumnos en el año 2015, lo que ya presenta la mitad del total de matriculados en la carrera de Ingeniería Mecánica en el MIT, ver figura 6.3.

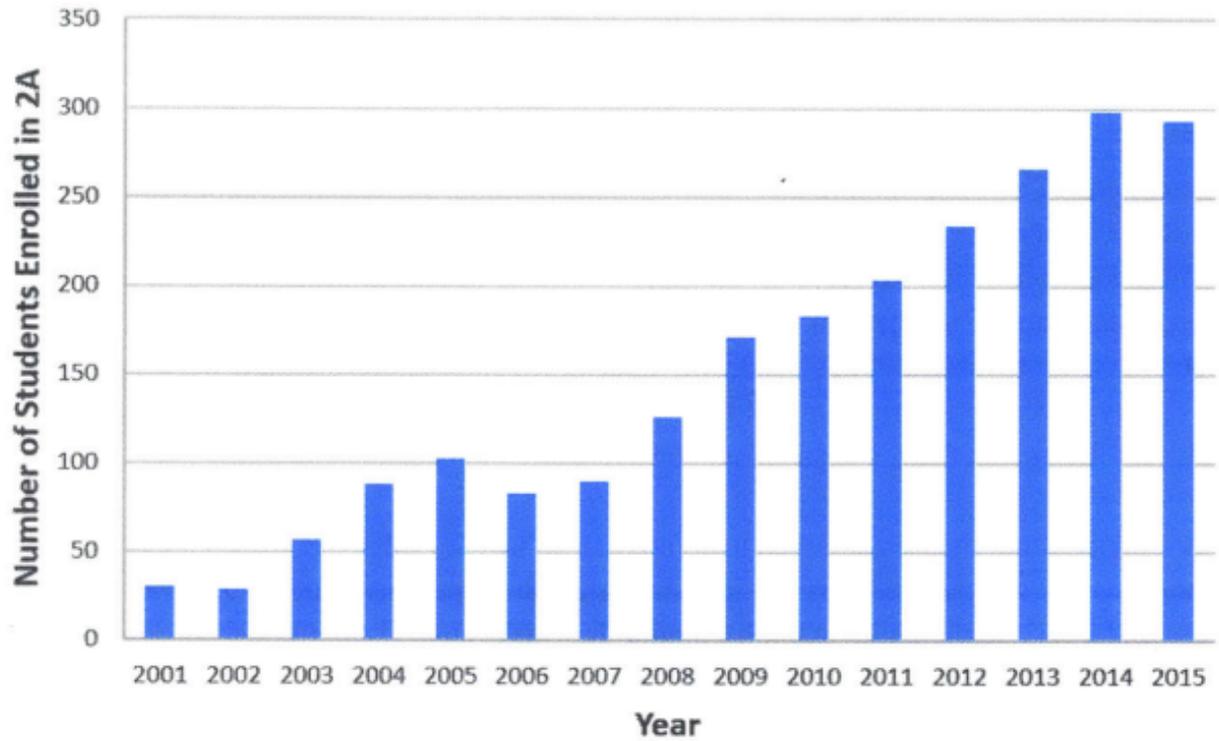


Figura 6.3: Cantidad de alumnos que se ha matriculado en el programa 2A de Ingeniería Mecánica del MIT. Fuente: Getting to Gender Parity in the Mechanical Engineering Department at MIT, Kathleen L. Xu

Este programa, la malla 2A, fue lo que logró que la cantidad de mujeres aumentara de 32 % a un 46 % al año 2014 6.4.

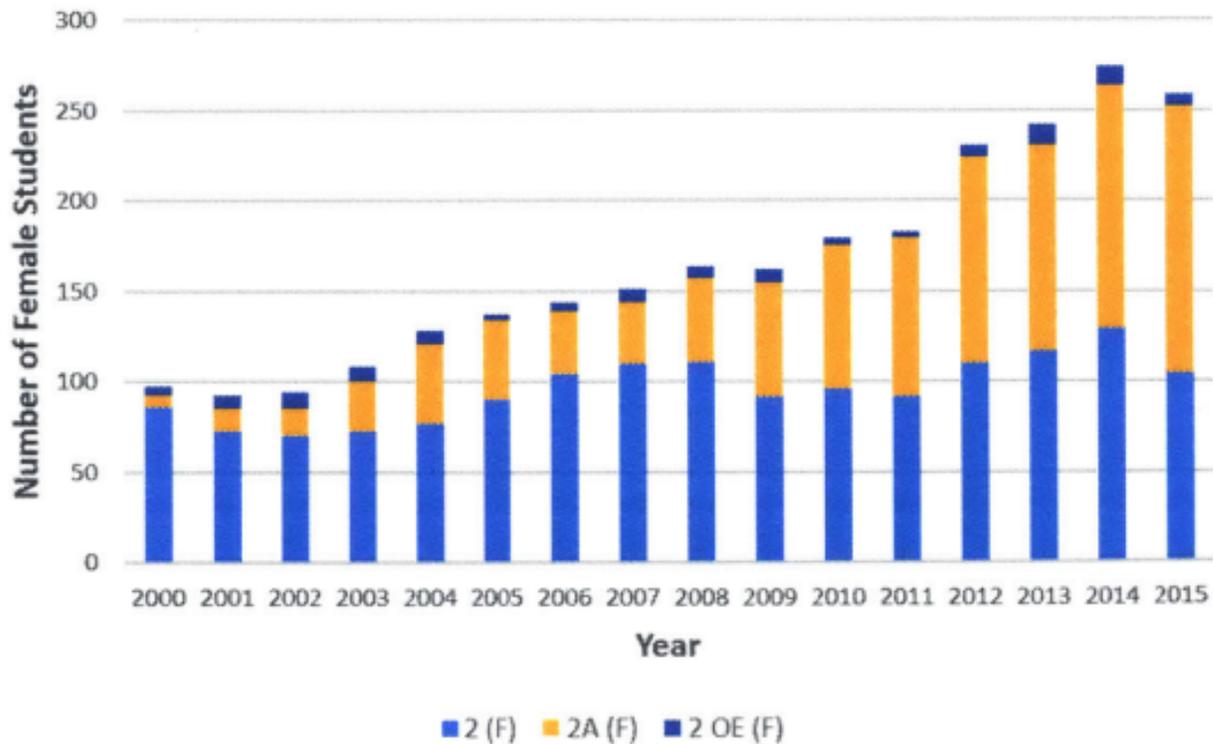


Figura 6.4: Cantidad de alumnas que se ha matriculado en ingeniería mecánica 2002-2015. Fuente: Getting to Gender Parity in the Mechanical Engineering Department at MIT, Kathleen L. Xu

El programa flexible permitió incluir intereses que no se encontraban en la malla clásica de ingeniería mecánica, al presentarse esta opción, se motivó a más mujeres a entrar a la carrera, aun cuando los cambios no estaban pensados como medida para lograr equidad de género.

6.1.2. Experiencia en la FCFM

La FCFM tiene un promedio de 27% de mujeres matriculadas, acorde a los datos entregados por la DDG [46]. Sin embargo, este porcentaje no se refleja en todas las carreras de la facultad. El departamento de biotecnología posee un 48% de mujeres, geología un 37% química un 36%, mientras que el departamento de ingeniería matemática tiene 8% de mujeres, ingeniería eléctrica un 12% y un 19% en ingeniería mecánica.

El año 2014 la FCFM implementó el PEG (Programa Equidad de Género), que asegura 40 cupos extras a mujeres que postulan en primera prioridad a la FCFM. Gracias a este programa, se ha alcanzado el porcentaje actual de 27% de mujeres, correspondiente a un aumento de casi el 10% desde el año 2004, ver figura 2.7. Con respecto a la equidad de género, actualmente la FCFM correspondería a la realidad del año 2000 presentada en el departamento de ingeniería mecánica del MIT, y al 2011 del departamento EECS.

La realidad de ambos países es distinta, y entendiendo que el programa 2A de ingeniería mecánica comenzó hace 20 años, los intereses y preocupaciones de la sociedad han cambiado.

Un problema que necesita una acción inmediata, es el cambio climático y sus efectos. Hace décadas no estaba la urgencia que representa en este momento, por lo que los intereses que presentaron las alumnas para entrar a Ingeniería Mecánica en el año 2002 o incluso en el 2015, no son los mismos que tiene la generación actual.

Las mallas curriculares de la FCFM fueron actualizadas el año 2019, con el propósito de *ser homologables formalmente en instituciones internacionales*. Busca incluir y potenciar la innovación, emprendimiento, sustentabilidad y comportamiento ético [47], además de egresar a los 5.5 años. El vicedecano de la FCFM, y director del Proyecto Ingeniería y Ciencias 2030 James McPhee, agrega que el ajuste agregue conceptos importantes como la sustentabilidad y la innovación [47].

La FCFM tiene la oportunidad de realizar este cambio ahora. La temática que ha demostrado ser de interés de la mayor parte de las mujeres de la facultad, corresponde a Sustentabilidad e Impacto social y medioambiental. De apelar a este interés, integrando esta perspectiva en la forma de enseñanza, 'desmasculinizándola', se espera obtener el mismo comportamiento en la matrícula de alumnas que experimentó Ingeniería mecánica del MIT.

En la malla de los cursos de Ciencias de la Computación, no solo se actualizó el contenido sino también la forma en que se enseñaba. En la FCFM, los cursos enfocados a Cambio climático, presentan un método de enseñanza activo: trabajo grupal, discusiones, proyectos y pensamiento crítico. A diferencia del método clásico con clases expositivas y exámenes, que suele predominar en la FCFM. [48].

Capítulo 7

Propuesta de Unidad de Género y Sustentabilidad para curso de capacitación

La evidencia presentada, muestra cómo la modificación de la forma en que se enseña ingeniería puede ayudar a aumentar la cantidad de mujeres en la carrera, apelando a los intereses que gran cantidad de alumnas ha presentado.

Del análisis de los resultados obtenidos, se desprende que mujeres se muestran más interesadas en temáticas de sustentabilidad que sus compañeros, incluir estos intereses en la forma de enseñanza y sus contenidos, podría impactar de manera positiva en la cantidad de mujeres que decidan entrar a la facultad, y mantenerse en ella.

7.1. Acuerdo con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático

La facultad, junto a otras universidades, se ha adherido al **Segundo Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable**" (APLII), que busca fortalecer el avance de las instituciones que participaron en el primer acuerdo, para avanzar en una educación superior sustentable. Esto se refleja en **la gobernanza y seguimiento, cultura sustentable, academia, gestión de campus y vinculación con el medio y responsabilidad social**.^[49].

El APLII, se presenta como una oportunidad para integrar la temática de Género en la enseñanza. Al menos un 15% de los académicos tomará este curso, y se espera que entendiendo la importancia de lograr equidad de género, y que la sustentabilidad se presenta como una estrategia, podrán incluir esta visión en los cursos que cada uno imparte.

7.1.1. Acuerdo de Producción Limpia II

Los objetivos específicos del APLII son los siguientes:

1. Evidenciar el compromiso de las instituciones con la sustentabilidad a través del establecimiento de una gobernanza y el monitoreo de indicadores de sustentabilidad.
2. **Sensibilizar y promover una cultura sustentable en todos los estamentos de la comunidad educativa.**
3. **Formas y transferir capacidades de materias de sustentabilidad en estudiantes, académicos, funcionarios y colaboradores.**
4. Gestionar de manera sustentable y sostenible la energía, residuos, agua, biodiversidad y carbono.
5. Desarrollar acciones de vinculación con el medio y de responsabilidad social en los territorios en donde se emplacen las instituciones de educación superior.
6. **Incorporar enfoque de género al interior de las instituciones de educación superior.**

Son 6 objetivos específicos que busca lograr el APLII, de los que 3 se alinean de manera directa con este trabajo de título: Objetivos 2, 3 y 6. Luego, para alcanzar estos objetivos, se establecen las siguientes metas:

1. Cultura sustentable:

- Meta 1: Establecer lineamientos básicos de gobernanza y monitoreo de indicadores de sustentabilidad.
- Meta 2: Crear una cultura sustentable en todos los estamentos de la comunidad educativa.

2. Academia

- Meta 3: Incorporar, formar y transferir conocimiento y capacidades en materias de sustentabilidad.

3. Gestión de Campus

- Meta 4: Implementar medidas de prevención, eficiencia y mitigación mediante la gestión de la energía, residuos, agua y biodiversidad, para avanzar a la carbono neutralidad.

4. Vinculación con el medio y responsabilidad social

- Meta 5: Desarrollar acciones de participación significativa y valor compartido con las partes interesadas.

Cada meta se desglosa en acciones a seguir para lograrlas. Para este estudio, se enfocará en la meta 3: La academia. La que se compone de 8 acciones, aquellas que se enfocan a la enseñanza de sustentabilidad, corresponden a:

Acción 3.3 La Red Campus Sustentable con el apoyo técnico del Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Educación, Ministerio de Energía, Ministerio de

Salud y Agencia de Sostenibilidad Energética, propondrán el contenido mínimo del programa de formación de docentes para la educación en sustentabilidad, dirigido a todo el personal académico existente, independiente del tipo de contrato. Este programa, entregará orientaciones metodológicas de desarrollo docente.

Acción 3.4 Las Instituciones de Educación Superior implementarán el programa de formación de académicos independiente del tipo de contrato para la educación en sustentabilidad según lo establecido en la acción 3,3, y de acuerdo a la metodología que estime conveniente. Este programa deberá ser desarrollado con al menos 15 % del personal académico independiente del tipo de contrato.

Las autoridades mencionadas en la Acción 3.3 serán las encargadas de entregar los contenidos mínimos que debe tener el curso de capacitación. Esta información será entregada el año 2022, sin embargo, en este trabajo de título, se trabajará la propuesta para un módulo de este curso, enfocado a Sustentabilidad y Género, que se presentará a las autoridades pertinentes de la facultad: Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad, y la Dirección de Diversidad de Género (DDG).

7.1.1.1. Curso de capacitación para académicos

Al menos el 15 % de los académicos de la facultad debe participar de la capacitación, con la finalidad de integrar estos nuevos conocimientos en los cursos que imparten en la actualidad dentro de la facultad.

Se tuvo reunión con el Ingeniero Mecánico Reynaldo Cabezas, actual Jefe de la Oficina de Sustentabilidad. En la reunión, se conversó sobre el APLII, sus objetivos y qué se espera del módulo. Luego se le ha entregado el índice del módulo para ser validado, y posteriormente el curso completo. Obteniendo su aprobación.

De forma paralela, hubo reunión con la profesora Darinka Radovic PhD, investigadora del CMM, con interés en la investigación sobre Género en la Educación Matemática. La profesora Darinka actualmente es la subdirectora de investigación de la Dirección de Diversidad y Género. Se conversó sobre el módulo que se espera realizar, obteniendo guía y otras fuentes de información relevantes. También entendiendo los objetivos específicos de la DDG, y así poder integrarlos al curso, para aportar a alcanzar los objetivos que la DDG ha establecido para el caso de la FCFM.

Finalmente, se desarrolla el módulo para el curso de capacitación de manera deductiva:

- Se presenta el contexto general que relaciona Género y Sustentabilidad.
- Se presentan casos internacionales.
- Cómo la equidad de género en la ingeniería es necesaria para alcanzar los objetivos de desarrollo sustentable.
- Se muestra la evidencia que respalda cómo las mujeres se interesan por la sustentabilidad, y este podría ser un método para que más mujeres decidan desempeñarse como ingenieras.

No se incluirán las definiciones de sustentabilidad o conceptos básicos, pues se considera que estarán presente en el módulo introductorio del curso. También, para marco de referencia dentro de la memoria, estos contenidos se encuentran en el capítulo de Antecedentes, y de Sustentabilidad en la enseñanza como método para aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería.

De igual forma, parte de la información del curso, ha sido presentada en el trabajo anterior. Sin embargo se ha agregado, para que el curso resulte autocontenido en este capítulo y así facilitar su uso en un futuro.

El índice del módulo es el siguiente:

1. Sustentabilidad y CC como problemática de género.
 - a) Mujeres presentan mayor vulnerabilidad frente al CC.
 - b) Casos de estudio países en vías de desarrollo.
 - c) Vulnerabilidad y oportunidades.
2. Ingeniería como herramienta para alcanzar los ODS17.
 - a) Género y desarrollo sustentable.
 - b) Falta de representación de mujeres en carreras STEM.
 - c) Equidad de género como impulsor en innovación y desarrollo.
3. Mujeres como motor de cambio a un desarrollo sustentable.
 - a) Evidencia en la industria y la academia.
 - b) Caso FCFM.
4. Sustentabilidad en la enseñanza como método para aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería.

7.2. Unidad de Sustentabilidad y Género

7.2.1. Mujeres presentan mayor vulnerabilidad frente al Cambio Climático

La ONU ha designado la equidad de género como una de las 17 metas necesarias para alcanzar un desarrollo sustentable, ocupando el quinto lugar en la lista. En los primeros lugares se encuentra la eliminación de la pobreza y el hambre, mejorar la calidad y la salud de las personas. En este nuevo escenario, con mayor probabilidad de desastres naturales, las mujeres se muestran más vulnerables al impacto del cambio climático que los hombres. Esta diferencia se acentúa en contextos de pobreza encontrados en países en vías de desarrollo [?]. Para estos países, es fundamental lograr alcanzar las primeras metas como prioridad enfocadas a pobreza, hambre, salud. Esto no será posible de conseguir, sin el enfoque de sustentabilidad de otros países con mayores recursos, debido a que el impacto del Cambio Climático es mayor en estos países.

En estos países, las mujeres para vivir dependen de los recursos naturales que encuentran en la zona, los que se ven afectados debido al cambio climático. En estos mismos territorios, las mujeres no poseen influencia social, política ni económica, mientras que su trabajo entrega del 45 a 80 % de la producción de comida en diferentes países en desarrollo [?].

Las diferentes medidas que pueden tomarse para combatir el CC (cambio climático) son más efectivas cuando mujeres y niñas tienen un rol importante en la sociedad [?].

7.2.1.1. El caso de países en vías de desarrollo

Los países en vías de desarrollo son definidos por la ONU con la recomendación del Comité para Políticas de Desarrollo (Committe for Development Policy), y corresponden a aquellos que se encuentran en un cierto intervalo de ingresos per cápita (se define un país de bajo ingreso per cápita a los que no superan los 1.026 USD (2020)), presentan vulnerabilidad económica y un bajo índice de desarrollo humano (Humane Assets Index), que se compone de educación y salud [50].

7.2.1.1.1. Recolección de agua en Kenya

En el 2001, en una comunidad rural de Kenya, los hombres planificaron la reforestación de la zona, esperando que las mujeres continuaran cumpliendo su rol tradicional de recolectar y proveer el agua. El proyecto fracasó, debido a que las mujeres no estuvieron dispuestas a invertir más horas de trabajo para este proyecto (Considerando trabajo remunerado y no remunerado, en promedio las mujeres trabajan dos horas más que los hombres al día [51])

Esto se debió a que las mujeres no habían sido consideradas en la creación original del proyecto, y los árboles que iban a ser plantados no resultaban de su interés, por lo que sus necesidades no se encontraban reflejadas. En la segunda etapa del proyecto, se incluyó mujeres en la organización, incorporando sus intereses. Esta vez, el proyecto se realizó con éxito, dando a entender que las mujeres, gracias a la diferencia de sus experiencias, agregan una perspectiva que no suele ser considerada por grupos compuestos solo por hombres. [52].

En la actualidad, la Organización Mundial de la Salud y UNICEF, detectaron que en Kenya, solo un 59 % de la población tiene acceso a servicios básicos de agua, y solo un 29 % a servicios sanitarios. La falta de agua en el país ha sido un problema por décadas, solo una parte de las tierras son apropiadas para agricultura, y los desastres naturales ocurridos en la

zona en el último tiempo han degradado la tierra al punto de dificultar la agricultura, y así el sustento de gran parte de mujeres del país. [53].

7.2.1.1.2. Bangladesh

Los desastres naturales en esta zona han aumentado en las últimas décadas. Aun cuando las inundaciones ayudan a la práctica agrícola, los ciclones han afectado los ciclos de cosecha, perjudicando a granjeros que viven de la tierra, en su mayoría mujeres. Esto implica problemas para recolectar comida, disminución en la calidad de la alimentación, y generación de dinero. La pobreza aumenta la vulnerabilidad de las personas, y las mujeres forman la mayor parte de esta población, debido a que la mayoría debe abandonar el colegio a temprana edad para ayudar con labores domésticas. El impacto de los desastres naturales, difiere entre distintas comunidades, dependiendo de las condiciones de la población: Movilidad, salud mental y física, la calidad de la alimentación, y la capacidad de resiliencia luego de un desastre. [54].

7.2.1.1.3. India

Con una gran cultura agraria, en India las mujeres aportan entre el 55 y 60 % de la producción en granjas, comenzando a trabajar aproximadamente desde los 10 años. Lo que les impide continuar la etapa escolar, limitando menos oportunidades laborales y económicas. Para el año 2019, el analfabetismo entre mujeres aumenta a un 43 % en la zona rural y un 25 % en la ciudad. Por estas mismas razones, están menos preparadas para ser agentes de cambio, o trabajar las cosechas con mejores recursos. Y el uso de maquinaria para trabajar las tierras, se ve como de uso exclusivo masculino [55].

7.2.1.1.4. Mujeres indígenas de Laramate en Perú.

Las mujeres indígenas de Laramate, han podido volver a las prácticas de agricultura de sus antepasados, siendo apoyadas económicamente por las Naciones Unidas (gracias al plan de fondos por la igualdad de género). Los cultivos nacidos de estas técnicas, han resultado más sanos, con mayor resistencia al frío e inundaciones. Las mujeres de las comunidades se preocupan de elegir semillas sanas, realizar rotación en las plantaciones para poder recuperar los suelos y mantener la fertilidad, también se encargan de irrigar los suelos de manera más eficiente. Todo esto ello ha mejorado los ingresos a la comunidad. Mayor ingresos, implica mayor 'estatus', por lo que han comenzado a tener mayor participación en espacios públicos y en la toma de decisiones dentro de la comunidad [56].

7.2.1.1.5. Habiba Ali - Nigeria.

En las casas de las villas de Nigera, se cocina con hornos de carbón, también es la manera de proveer calefacción y luz dentro del hogar. Habiba diseñó y entregó hornos solares, a las mujeres de estas villas, revolucionando por completo la manera en como se cocina en los hogares. Esto cambió la calidad de vida de las mujeres aldeanas, dado que su salud se veía perjudicada por el humo con el que lidiaban durante el día, este cambio está contribuyendo a mejorar la salud de mujeres adultas y prevenir los mismos problemas respiratorios en las niñas. Actualmente Habiba no solo se ha enfocado en los hornos de cocina, sino en proveer luz, filtros de agua, y otras necesidades básicas energéticamente. Ahora trabaja con otras 17

personas a su cargo y colabora con 60 jóvenes artesanos [57].

7.2.2. Objetivos de desarrollo sustentable e ingeniería

Según el informe de la UNESCO *Ingeniería para el desarrollo sostenible* [58], todos los objetivos necesitan un equipo multidisciplinario y los ingenieros cumplen un rol importante en más de un objetivo.

Citando a Guterres, secretario general de la ONU:

[W]e strive to achieve the 17 Sustainable Development Goals – the world’s blueprint for building a future of peace and prosperity for all, on a healthy planet. Every one of the Goals requires solutions rooted in science, technology and engineering.

7.2.2.1. Porqué se necesitan ingenieros

7.2.2.1.1. Sanitización, salud y bienestar

Actualmente, existen 144 millones de personas que no tienen acceso a aguas limpias y potables. Cuando solo se tiene acceso a aguas contaminadas, inevitablemente se presentarán efectos negativos en la salud de las personas. La falta de salud, además de atentar contra los derechos humanos, frena el desarrollo socio económico de las comunidades, manteniendo el ciclo de la pobreza.

Históricamente, áreas como ingeniería civil, hidráulica, química, entre otros, han entregado soluciones en base al diseño y construcción de infraestructuras que permiten el tratamiento de aguas y su posterior distribución a la población. Ingenieros eléctricos y en computación, permiten la implementación de sensores remotos que entreguen los datos necesarios para un correcto análisis de los impactos producidos por el CC. El aumento de catástrofes naturales como inundaciones y sequías, hará necesario presentar medidas que disminuyan los efectos negativos, para ello se necesita identificar, entender y gestionar estos riesgos, como la implementación de estructuras resilientes, y el reconocimiento temprano de estas catástrofes [59]

Actualmente en Sri Lanka, se ha implementado un sistema de monitoreo en el río Kalu, que entrega una predicción de las inundaciones en tiempo real. El sistema de monitoreo funciona en base a integración de datos y análisis de sistemas, gracias a una colaboración con la Universidad de Tokyo [60].

Debido al Cambio Climático, se presentarán nuevos desafíos relacionados al manejo sustentable de las aguas en países desarrollados. Se necesitará aumentar la eficiencia de su uso en la industria, reduciendo las pérdidas que se puedan producir en su manejo, tratamiento y distribución.

7.2.2.2. Sistemas de energía resilientes y sustentables

El uso de energía, está íntimamente ligado al desarrollo y crecimiento de los países. En la generación de esta energía, en varios casos se ve involucrado el uso de agua: Hidroeléctricas,

geotermia, limpieza de paneles solares. Por lo que nuevamente se hace hincapié en el uso responsable de las aguas.

Una de las razones del cambio climático, corresponde al uso de combustibles fósiles. Cambiar las matrices energéticas a las necesidades actuales, requiere un estudio de factibilidad para su implementación.

Energías renovables, como centrales hidroeléctricas, presenta ventajas y desventajas, que a pesar de todas tener un impacto medioambiental, al ser cuantificado es menor a otras fuentes de energía. A diferencia de centrales de generación basadas en energías renovables no convencionales, como solar o eólica, presentan alta variabilidad, sin darle estabilidad al sistema, como hidráulicas.

Los combustibles fósiles son la mayor fuente de las emisiones de CO₂, pero aún presentan el 81 % de la producción de energía a nivel mundial 7.1

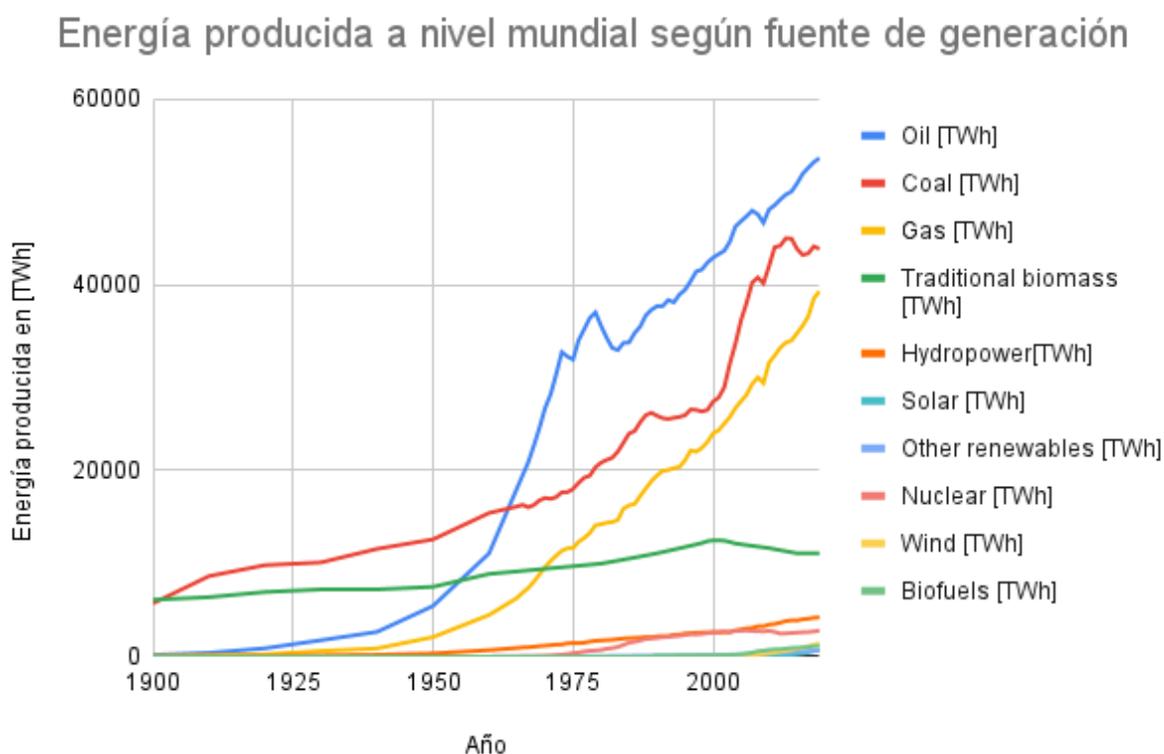


Figura 7.1: Energía producida según fuente de origen, sin considerar pérdidas. Fuente: Our World in Data - Global direct primary energy consumption.

Para lograr lo anterior, se deben formar ingenieros capaces de enfrentar los obstáculos que presenta el trabajo con Big Data: Obtención de datos de múltiples plataformas; procesamiento de datos en tiempo real; creación de modelos predictivos para distintos propósitos que fortalezcan áreas como medicina, industria, producción, energía o manejo de catástrofes naturales; actuales y futuros desafíos concernientes a la privacidad y seguridad de los datos.

7.2.2.3. Género y desarrollo sustentable

Hombres y mujeres presentan diferencias en su socialización, vivencias y conocimientos. Estas diferencias usualmente se traducen en intereses, prioridades y enfoques diferentes, que pueden enriquecer la generación de nuevo conocimiento y políticas públicas [61].

Acorde a un estudio realizado en Dinamarca [62], las investigadoras poseen mayor motivación por interactuar con organizaciones fuera del ámbito académico, para recolectar conocimientos e información adicional para su trabajo. Pueden existir distintas razones para esto, aun así, de repetirse este patrón en otros países, tendrá fuertes repercusiones positivas en nuevas investigaciones y proyectos de sustentabilidad. Al agregar el conocimiento de la población general y comunidades indígenas, puede llevar a proyectos con mejor enfoque en sustentabilidad; ya sea esta tecnológica, social o política [61].

7.2.3. Equidad de género como impulsor en innovación y desarrollo

¿Quién produce el conocimiento? Al diseñar un estudio, la diversidad de los investigadores puede ayudar a mitigar las situaciones en que una persona es la encargada de decidir qué problemas son los que necesitan una solución con mayor urgencia. Cuando los equipos se componen mayoritariamente por hombres, la investigación suele ignorar la variable de género, provocando un sesgo en sus resultados, por lo que no son extrapolables al caso de mujeres.

Nielsen (Nielsen et al., 2017) [2], sugiere que la diversidad de género es una de las variables de innovación que llevaría a equipos más inteligentes y con mayor creatividad, y así sería posible alcanzar nuevas soluciones y descubrimientos. Por lo mismo, es importante educar mayor cantidad de mujeres en ingeniería, y reforzar el género como variable de estudio, para lograr ampliar la diversidad del cuerpo de investigadores.

Algunos errores que han ocurrido en la actualidad en el área de la ingeniería y ciencias, al tener un claro sesgo de género, son los siguientes:

- Durante el testeo de la seguridad de los autos al momento de un choque, se utilizan muñecos con tamaño y masa que simulan la anatomía de un cuerpo masculino promedio (175 cm y 75 kg aproximadamente). El muñeco que representa el cuerpo 'femenino', corresponde a un muñeco masculino a menor escala: No representa la diferencia en la alineación de la columna vertebral, la distribución de masa, la fuerza de músculos y ligamentos. Debido a esto, si ocurre un accidente automovilístico, las mujeres tienen un hasta un 73 % más de probabilidades de experimentar mayores heridas y lesiones. [63]
- El reconocimiento de voz, de sistemas como google, es un 13 % más preciso en voces masculinas que femeninas. Un hombre blanco tiene un reconocimiento del 92 %, para una mujer blanca es de 79 %. Esto baja cuando es una mujer no blanca a una precisión de 69 % aproximadamente. Este porcentaje disminuye en personas con acentos distintos al americano, pero se mantiene el sesgo hombre/mujer en personas con las mismas características étnicas, grupo etario y acento [64].
- En condiciones médicas como ataques cardíacos, los síntomas estudiados son los que

presentan usualmente los hombres, no mujeres, lo que resulta entre un 41 % a 59 % de probabilidades de error al diagnosticar con respecto a los hombres, la variación también depende del tipo de infarto. Lo mismo sucede con trastornos como el autismo y el déficit atencional, cuyos síntomas han sido estudiados en hombres, provocando que mujeres no reciban la ayuda necesaria de manera temprana [65].

¿Qué conocimiento se produce? Los ejemplos mencionados con anterioridad, exponen la importancia de considerar el género como una variable importante de estudio. Las diferencias atribuibles al género, influirán en el comportamiento de la persona: La forma en cómo se utiliza un producto, el uso de espacios e infraestructuras, las actividades que suelen realizar a diario, y el impacto que tiene cada una de estas decisiones a un nivel micro y macro ambiental [66].

Sin embargo, gran parte del estudio que existe que considera estas variables, se ha realizado a nivel rural (ejemplo: casos de estudio internacionales mencionados), y muy pocos estudios, se centran en contextos urbanos y mayor índice de desarrollo.

¿Para quién se produce el conocimiento? Quiénes son los beneficiarios del conocimiento producido, va ligado con quiénes han realizado estos estudios. Recordando que mujeres y otras minorías se enfrentan a mayores consecuencias negativas producidas por el cambio climático, es necesario agregar sus necesidades al desarrollo de nuevas tecnologías sustentables.

Es relevante considerar que estas tres preguntas están íntimamente ligadas, e integrarlas al momento de comenzar un equipo de investigación.

7.2.4. Mujeres como motor de cambio a un desarrollo sustentable

7.2.4.1. Evidencia en la industria y la academia

Según encuesta realizada en Estados Unidos por alumna de ingeniería mecánica del MIT [35], 38 % de los líderes en las áreas de sustentabilidad de distintas empresas resultaron ser mujeres: 16 de 46 (35 %) empresas de diseño, 14 de 33 (42 %) en empresas de construcción. Un 38 % representa un mayor porcentaje de mujeres líderes en cualquier otra área de empresas de estos mismos rubros. Según los datos estadísticos del Departamento del Trabajo de EEUU, las mujeres solo representan el 9 % de la fuerza laboral en el área de construcción y el 14 % en el área de ingeniería, ver figura 7.2.

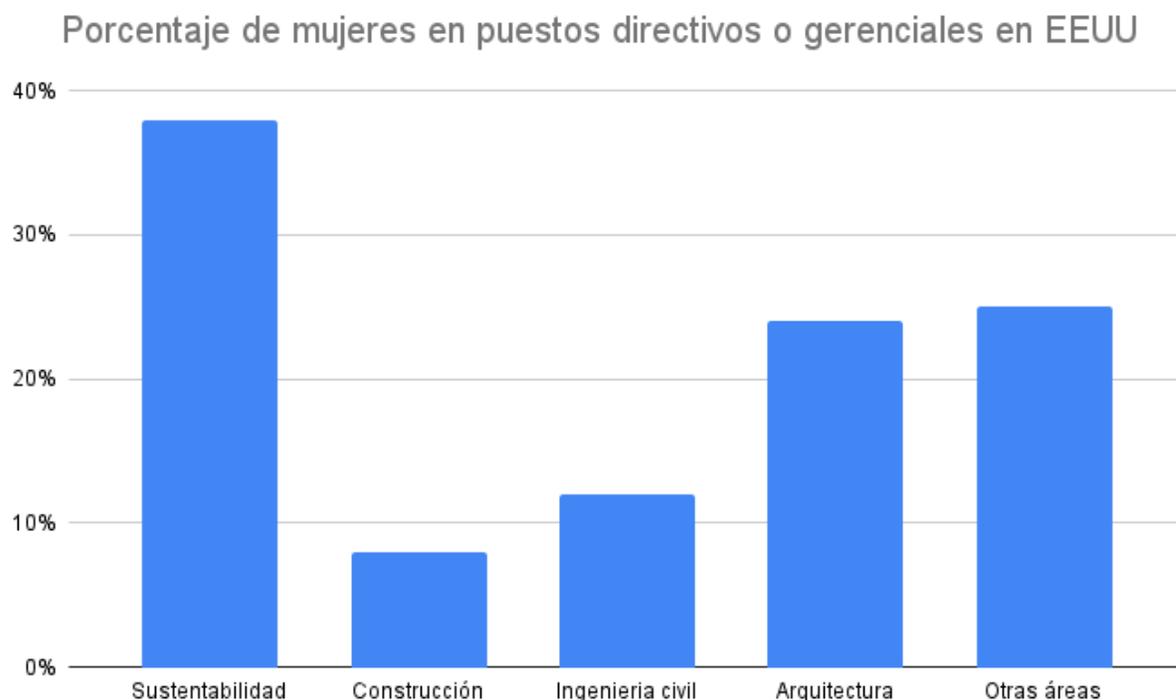


Figura 7.2: Porcentaje de mujeres en puestos de liderazgos en distintas áreas.

7.2.4.2. Caso FCFM

En la facultad se ha desarrollado un minor de sustentabilidad para los alumnos de pregrado, que se ha dictado los últimos años. Uno de los cursos del minor es EI3002 - Proyecto de Sustentabilidad. En las tablas 5.2 y 5.3, se muestra el porcentaje de alumnos y alumnas que ha cursado el ramo. En promedio, desde el año 2018, las alumnas representan casi un 42 % de los alumnos, aun cuando en el mejor año de la facultad, ha ingresado un máximo de 32 % de alumnas.

Tabla 7.1: Proporción de alumnos y alumnas en el curso EI3002- Proyecto de Sustentabilidad desde el año 2018.

Año	Semestre	Estudiantes	Mujeres	Hombres
2021	Primavera	14	64.00 %	36.00 %
2021	Otoño	9	44.00 %	56.00 %
2020	Primavera	12	58.00 %	42.00 %
2020	Otoño	9	33.30 %	66.70 %
2019	Otoño	7	42.00 %	58.00 %
2018	Primavera	5	10.00 %	80.00 %
2018	Otoño	10	40 %	60 %
	Total	66	41.61 %	56.96 %

Con esta información, se realizó una encuesta a los estudiantes de la facultad, para conocer su interés sobre sustentabilidad. Se obtuvieron 342 respuestas, con 186 mujeres y 156

hombres, de un universo de 5000 alumnos aproximadamente. Las preguntas se enfocaron a las prioridades al momento de elegir un trabajo, a qué temáticas deberían agregarse y cómo perciben la enseñanza dentro de la facultad.

Para la pregunta **Al momento de elegir un trabajo, ¿qué aspectos son los más importantes para ti?**, las opciones eran:

- Desarrollo sustentable (impacto social y medioambiental).
- Crecimiento profesional.
- Sueldo.
- Ambiente Laboral.
- Tamaño y relevancia de la empresa.
- Empresa pequeña o emprendimientos.
- Investigación que potencie las ciencias y tecnologías

Se le pedía a los encuestados, que eligieran 3 opciones, en orden de prioridad.

En primera prioridad, la respuesta más elegida por los hombres ha sido Crecimiento profesional e Investigación que potencia las ciencias y tecnologías con 57 y 56 respuestas respectivamente, ver tabla 7.2. Seguido por Impacto social y medioambiental con 32 respuestas. Luego, analizando por la cantidad de votos, independiente del orden de preferencia, se obtiene que 69% de los hombres ha elegido Crecimiento profesional, 60.9% sueldo, y 57% Ambiente laboral. Tres opciones que se relacionan directo con el individuo, mientras que solo un 19% ha elegido desarrollo sustentable y un 33% Impacto Social y medioambiental.

Para el caso de las mujeres encuestadas, ver tabla 7.3, 89 mujeres han puesto Impacto social y medioambiental en su primera prioridad, seguido Investigación que potencia las ciencias y tecnologías y luego Crecimiento profesional. En total, independiente del orden de prioridad 65% ha elegido Impacto social y medioambiental, 58% Ambiente laboral y 56% crecimiento profesional.

Se ve que independiente del género, se presenta ambición en el desarrollo como profesionales, pero mujeres muestran una mayor inclinación a favorecer el Impacto social y medioambiental mientras ejercen su carrera.

Tabla 7.2: Respuestas de los alumnos encuestados sobre los aspectos importantes al elegir un trabajo, en orden de preferencia.

Hombres

	1º	2º	3º	Total respuestas
Ambiente laboral	0	5	85	90
Avance en un desarrollo sustentable (impacto social y medioambiental)	32	33	17	82
Crecimiento profesional	57	41	10	108
Empresa pequeña o emprendimientos	0	5	2	7
Sueldo	11	66	18	95
Investigación que potencie las ciencias y tecnologías	56	0	0	56
Tamaño y relevancia de la empresa	0	0	9	9

Tabla 7.3: Respuestas de las alumnas encuestadas sobre los aspectos importantes al elegir un trabajo, en orden de preferencia.

Mujeres

	1º	2º	3º	Total respuestas
Ambiente laboral	0	4	105	109
Avance en un desarrollo sustentable (impacto social y medioambiental)	89	50	32	171
Crecimiento profesional	41	57	8	106
Empresa pequeña o emprendimientos	0	7	1	8
Sueldo	5	64	18	87
Investigación que potencie las ciencias y tecnologías	50	0	0	50
Tamaño y relevancia de la empresa	1	3	11	15

En los casos internacionales, proporcionalmente las mujeres se encuentran más interesadas en avanzar en sustentabilidad y en disminuir los impactos negativos sobre el medioambiente. Esta misma tendencia, se refleja en los estudiantes de la facultad. Independiente de que el motivo correspona a los roles de género y la socialización que han tenido las personas desde su infancia, agregar intereses comúnmente asociados a lo femenino, ayudaría a alcanzar una educación más género al neutro, al integrar nuevos intereses en su enseñanza.

Apelando a los intereses que presenta una gran cantidad de mujeres, integrándolos en la enseñanza de la ingeniería, es cómo se espera tener mayor cantidad de alumnas entrando y manteniéndose en la facultad.

7.2.5. Sustentabilidad en la enseñanza como método para aumentar la cantidad de mujeres en ingeniería

Otro método para aumentar el porcentaje de mujeres en ingeniería, es integrar temáticas que apelen a sus intereses a los cursos ya impartidos. Ingeniería ha sido una carrera predominantemente masculina, diseñada, desarrollada, enseñada y ejercida principalmente por hombres. La percepción de al menos un 50 % de las mismas alumnas de la facultad que han respondido la encuesta realizada, considera que la enseñanza de la ingeniería en la FCFM promueve principalmente habilidades e intereses considerados socialmente como masculinos, en vez de tener un enfoque neutro al género.

Organizaciones como la UNESCO, también han planteado que la forma en cómo se enseña y los contenidos estudiados en las carreras de ingeniería, deben actualizarse con una visión que permita abordar la crisis climática actual implementando soluciones a base de tecnologías sustentables [1].

En el MIT, en la carrera de Ingeniería Mecánica, el año 2002 se agregaron 2 nuevas mallas como opción a la malla tradicional. Por lo que en la facultad se encuentra: Currículo clásico 2, que corresponde al currículo sin modificación; Currículo flexible 2A, el que permite incluir cursos sobre dispositivos médicos, energía, administración y diseño industrial; Y la malla 2OE que agrega cursos enfocados a Ingeniería para los océanos [3].

Estos cursos fueron acreditados el mismo año 2002 por la Junta de Acreditación para Ingeniería y Tecnologías (Accreditation Board for Engineering), lo que aumentó la cantidad de alumnos matriculados en Ingeniería Mecánica de 35 aproximadamente a poco menos de 300. En el año 2016, 16.6 % de los alumnos matriculados en el MIT corresponden a Ingenieros mecánicos, de los que 45.2 % se encuentran en el currículo clásico 2, y 52.5 % en el currículo 2A, y 2.3 % en 2OE.

De todos los alumnos matriculados en la carrera de Ingeniería Mecánica, en el año 2000 el total de mujeres no superaba las 100 alumnas 35.2 % del total. La cantidad de mujeres matriculadas en el módulo 2A no sobrepasa las 130 entre el año 2000 y 2015, ver figura 7.3. Desde la implementación del curso 2A, la cantidad de mujeres ha superado las 250 estudiantes matriculadas. Pasando de un 35.2 % a un 45.7 % entre 2009 y 2012.

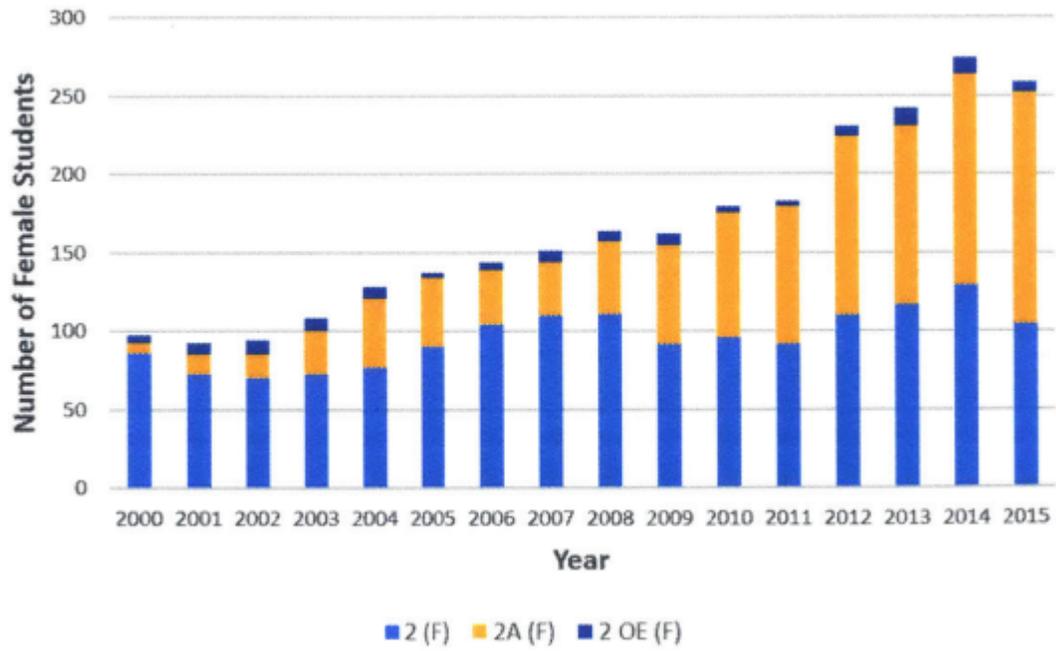


Figura 7.3: Mujeres en las mallas 2, 2A y 2OE en la carrera de ingeniería mecánica entre 2000 y 2015, del MIT.

Lo mismo ha sucedido en cursos de Ciencias de la Computación e Ingeniería Eléctrica del MIT, al actualizar el enfoque y método de enseñanza de sus cursos. Se ha pasado de 30% a un 38% de alumnas entre 2011 y 2017 7.4.

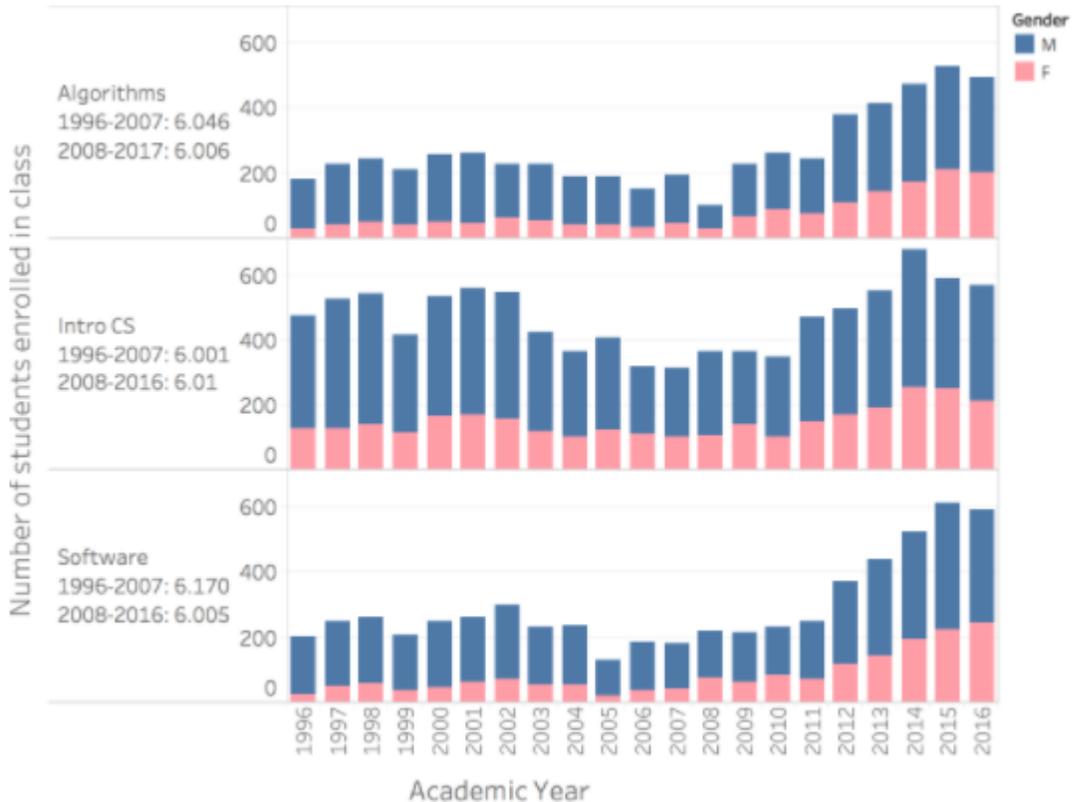


Figura 7.4: Cantidad de alumnos según género, inscritos en cursos de EECS post actualización de cursos introductorios de Ciencias de la Computación.

Considerando la situación y experiencia de ambas instituciones, se espera observar un efecto similar en la facultad. Si los intereses de gran cantidad de mujeres en el área de STEM se ven reflejados no solo en los contenidos sino también en la enseñanza de la ingeniería, aumentaría la cantidad de mujeres que entra a la facultad. La actualización de la malla de las carreras de ingeniería y geología, presentan la oportunidad para no solo integrar la sustentabilidad, sino hacerlo con perspectiva de género.

7.2.6. Síntesis

- Más de un 50% de las alumnas considera que los contenidos de los cursos impartidos en la FCFM, están pensados para intereses considerados socialmente como masculinos.
- El enfoque de sustentabilidad resulta atractivo para un gran porcentaje de mujeres de la FCFM. Integrar esta temática a cursos que están siendo impartidos, podría aumentar el interés de las alumnas en la carrera, logrando mayor retención.
- Cursos principalmente teóricos, pueden integrar resolución de problemas con temática de sustentabilidad. Esto es, explicar el nexo entre herramientas como cálculo y álgebra, con problemas de 'la vida real'. Algunos ejemplos que ya han sido implementados:

- Modelamiento de temperatura de la tierra, considerando la capacidad calórica de la superficie terrestre, radiación solar entrante y calor reflejado en la superficie de la Tierra (Testimonio de alumno de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias del semestre primavera 2021).
 - Aplicación de impuestos a emisiones de gases de efecto invernadero, calculando la cantidad óptima para la empresa y la sociedad (Testimonio de alumno de Economía del semestre primavera 2021).
- En las carreras de ingeniería, la malla curricular ha sido reducida de 12 a 11 semestres. Para el caso de Ingeniería Civil Eléctrica, no se ha entregado más flexibilidad, ahora solo incluye 2 cursos electivos en la licenciatura. Para el caso del minor de Sustentabilidad, se espera que el alumno curse al menos 5 ramos, quitando la posibilidad a estudiantes de ICE de poder completarlo. Dado que solo 1 de los cursos electivos es considerado como Electivo de especialidad (EL6000). Flexibilizar la malla curricular, permitiría a los alumnos tomar otros cursos de interés, método que dio resultados positivos en el MIT [3].
 - Evaluar los objetivos del curso, para que refleje las aplicaciones prácticas que posee el contenido enseñado.
 - Para el diseño de los cursos, se puede agregar otra perspectiva al modificar la bibliografía utilizada, con el objetivo de agregar libros o publicaciones escritos por mujeres del área.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo futuro

Las múltiples barreras que han impedido históricamente que mujeres puedan desempeñarse en áreas de Ingeniería y Ciencias, deben ser eliminadas si se desea mitigar los efectos del cambio climático. Enfocarse en atraer y retener mujeres en estas disciplinas, es un desafío que debe trabajarse desde diferentes ángulos.

La encuesta que los alumnos han respondido, a pesar de poseer validez estadística, también presenta limitaciones: entendiendo que existen más hombres que mujeres en la FCFM, la mayor cantidad de respuestas fueron de las alumnas.

La primera parte de la encuesta se muestra neutra, pero luego se realizan preguntas relacionadas a la percepción de género en ingeniería. Para quienes sienten aversión a temáticas de género, pueden no haber sentido interés en responder. Significando poca representatividad de esta parte de la FCFM, siendo probable que quienes decidieron terminar la encuesta, ya estén sensibilizados frente a esta problemática.

Aun así, los resultados obtenidos no difieren con los mostrados en estudios similares (IRE-NA, Energía + Mujer, MTalent, entre otros). Se observa el mismo patrón: menor cantidad de hombres percibe barreras de género, o considera que la enseñanza no está *masculinizada*. Lo anterior se atribuye al hecho que el privilegio es invisible para quienes lo poseen [67].

Es correcto asumir que esta tendencia también se presente entre los académicos de la facultad. Quienes realizan las mallas curriculares, seminarios, capacitaciones o diseño de cursos. Con solo un 17% de académicas, los cursos diseñados seguirán presentando el mismo sesgo que han poseído hasta ahora, si no se logra una mayor representación de mujeres en todos los estamentos.

El estudio ha puesto en evidencia que mujeres en STEM sí tienen mayor interés en temas de sustentabilidad que sus compañeros. Y que a pesar de no ser la razón principal para elegir entrar a la carrera, sí estaba en un puesto de mayor importancia que para los hombres. De todas formas, teniendo en cuenta que la gran parte de los alumnos tiene entre 17 y 18 años en esta etapa, donde la experiencia más allá de los cursos impartidos en el colegio no suele ser amplia, desarrollando nuevos intereses una vez dentro de la universidad..

El año 2019 se cambió la malla para integrar un enfoque de sustentabilidad e innovación,

y se acortó a 11 semestres, en desmedro de los cursos electivos. Con esto se ha perdido la flexibilidad y oportunidad de tomar cursos complementarios, como lo son aquellos del menor de Sustentabilidad, cursos en los que gran cantidad de mujeres estaba interesadas 5.2, 5.3.

En el MIT se optó por lo contrario, entre más flexibilidad poseían los cursos, mayor cantidad de mujeres se matriculó. Teniendo esto en cuenta, si se ha disminuido la flexibilidad, es imperante que la sustentabilidad y un enfoque de género sea agregado a la mayor cantidad de cursos impartidos actualmente.

En su mayoría, los cursos siguen perpetuando lo que se ha descrito como “cultura de la ingeniería”. La malla desea actualizar las carreras, pero al revisar los programas de los cursos, se verá que no han existido cambios en esta misma línea. En los cursos de Ingeniería Eléctrica del semestre otoño 2021, solo se vio un cambio en el programa del Laboratorio de Ingeniería Eléctrica, donde se menciona un enfoque ético.

Durante el desarrollo del trabajo de título, se ha cuestionado si corresponde o no a una memoria de ingeniería por no encontrarse dentro de los cánones tradicionales de la carrera. Sin embargo, académicas de la facultad han publicado varios estudios dentro de la misma línea [68], [48], [69], [70], [71], [72], quienes son conscientes de la necesidad de estudiar los sesgos de género que se presentan en la carrera de ingeniería, y formas de combatirlos. Nuevamente demostrando que se debe actualizar la idea de que solo existe una manera de ejercer ingeniería.

El APLII se presentó como una oportunidad para entregar un aporte a combatir estos sesgos: los académicos son quienes educan a otros ingenieros, y son quienes deberán realizar el curso de capacitación que se imparta en un futuro. Considerando la proporción de académicos de la facultad, es probable que el equipo que desarrolle este curso de capacitación, se conforme principalmente por hombres. Educarlos sobre la importancia de la sustentabilidad, requiere también mencionar la importancia de que se integre mayor cantidad de mujeres en el mundo universitario y laboral. Y el módulo diseñado, puede ser una forma de empezar.

Intentando ser realistas, es probable que muchos de los profesores no sienta interés en la problemática de género (algo que he observado en mi paso por la facultad), por lo que si no es género lo que integren a sus cursos, que al menos sea sustentabilidad. Que se explique el impacto que tendrá en el área laboral lo que se está enseñando en la sala de clases, mientras que la enseñanza se vuelva dinámica y activa. Que los cursos sean más cercanos a la realidad, permitiendo que los alumnos entiendan las problemáticas que serán capaces de solucionar al egresar. Lo que también ha mostrado que atrae más a mujeres, entender los efectos prácticos de lo que aprenden.

Finalmente, el estudio presentado responde a una necesidad actual, pero que se debe seguir trabajando. Corresponde a una contextualización del mundo laboral y académico en ingeniería a nivel país. Se presentan los efectos que pueden tener distintas medidas, gracias al análisis de experiencias internacionales. Las que solo se podrán verificar en los próximos años, por lo que se requiere mantener un registro de las próximas políticas tomadas por la facultad, no solo para el ingreso, sino en la forma en que se está enseñando.

Existe un catastro de los cursos relacionados a sustentabilidad impartidos [48], pero no es

suficiente tener algunos cursos enfocados a esto si no se tiene la opción de agregarlos como electivos. Se debe tener conocimiento de cómo se imparte el resto de cursos que no está directamente relacionado a estos temas, y analizar los efectos que tendrá el cambiar los métodos de enseñanza, luego de que los académicos hayan realizado el curso de capacitación.

Con esta información, se podrá realizar otro estudio para cuantificar los efectos que han tenido los cambios propuestos. De mostrar un efecto como el que se apreció en el MIT, la FCFM sería pionera en Chile al haber implementado una nueva herramienta para la equidad de género: analizar y actualizar la forma en que se concibe la ingeniería, para enfrentar problemáticas actuales.

Bibliografía

- [1] United Nations Educational. Engineering for sustainable development. 2021.
- [2] Mathias Wullum Nielsen, Sharla Alegria, et al. Opinion: Gender diversity leads to better science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(8):1740–1742, 2017.
- [3] Kathleen L Xu. *Getting to gender parity in the Mechanical Engineering Department at MIT*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2016.
- [4] United Nations. Goal 5: Achieve gender equality and empower all women and girls.
- [5] IRENA Abu Dhabi. Renewable energy: A gender perspective. page 9, 2019.
- [6] J Woetzel, A Madgavkar, Ellingrud, et al. How advancing women’s equality can add \$12 trillion to global growth. mckinsey & company.
- [7] Department of Economic United Nations and Social Affairs. The 17 goals.
- [8] Engineers Canada. Diversity and the profession: Women in engineering.
- [9] Science benefits from diversity. *Gender & Development*, 558(5), 2018.
- [10] Ratko Magjarević. Engineering for sustainable development. 2021.
- [11] United Nations Women Watch. Women and climate change fact sheet. page 1, 2009.
- [12] WMO. *State of the Global Climate 2020*. World Meteorological Organization (WMO), 2021.
- [13] United Nation meeting coverage. Only 11 years left to prevent irreversible damage from climate change, speakers warn during general assembly high-level meeting. 2019.
- [14] Climate Change Mary Robinson Foundation. Women’s participation - an enabler of climate justice. chapter Enabling Meaningful Participation for Women, page 7. 2015.
- [15] Valérie Masson-Delmotte, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, et al. Global warming of 1.5 c. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of*, 1(5), 2018.
- [16] IRENA. Renewable energy: A gender perspective. 2019.
- [17] IRENA. Renewable energy: A gender perspective. chapter 2, pages 32–42. IRENA Abu Dhabi, 2019.
- [18] MTalent. Diagnóstico de la intervención de los sesgos inconscientes en la empleabilidad, procesos de formación y posterior desarrollo de carrera de lamujer en empresas del sector eléctrico. chapter 5, pages 56–68. 2021.
- [19] IRENA Abu Dhabi. Renewable energy: A gender perspective. chapter 2, pages 43–54. 2021.

- [20] Alexandra Topping. There's proof: electing women radically improves life for mothers and families. 2017.
- [21] Halla Hrund Logadóttir. Iceland's sustainable energy story: A model for the world? 2017.
- [22] Women in Energy Konur í orkugeiranum (KIO). Women in icelandic energy: Gender diversity in the icelandic energy sector. may 2019.
- [23] Berit Viuf. Reducing the gender gap in the energy sector. december 2018.
- [24] Robert Crotti, Thierry Geiger, V Ratcheva, and S Zahidi. Global gender gap report 2020. In *World Economic Forum*, 2020.
- [25] United Nations. Herramienta empresarial de género wep.
- [26] Ministerio de Energía Chile. Avances 2018 y desafíos 2019 energía+mujer. 2018.
- [27] Generadoras de Chile. Boletín mercado eléctrico - sector generación. Febrero 2020.
- [28] Memoria integrada 2019. 2019.
- [29] AES Chile. Aes chile es la primera empresa del sector energético en acreditar norma chilena de conciliación de la vida familiar, personal y laboral. 2021.
- [30] Consejo Nacional de Educación. Chile. Informe de matrícula por sexo 2020. 2020.
- [31] Dirección de Diversidad y Género. FCFM. Universidad de Chile. Catastro de iniciativas para la equidad de género, mayo 2020. dirección de diversidad y género fcfm.
- [32] Departamento de Ciencias de la Construcción. Pautas generales para realizar seminario de investigación en ciencias de la construcción.
- [33] Harvard College Writing Center. How to write a comparative analysis.
- [34] Kirsten Beatrice Lim. *Understanding the gender differences in factors affecting the decision to study engineering at MIT*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2015.
- [35] Jennilee Harrison. *Women as sustainability leaders in engineering: Evidence from industry and academia*. Clemson University, 2010.
- [36] Heather Stonyer. Making engineering students-making women: The discursive context of engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 18(4):392–399, 2002.
- [37] Julie Mills, Mary Elizabeth Ayre, and Judith Gill. *Gender inclusive engineering education*. Routledge, 2011.
- [38] Royal Academy of Engineering. Creating cultures where all engineers thrive a unique study of inclusion across uk engineering. 2017.
- [39] QS Top Universities. Qs world university rankings. *University Rankings. Business & Management Studies. Disponible en: Acceso en*, 4, 2011.
- [40] ¿dónde estudiar ingeniería civil industrial en chile? ranking. 2021.
- [41] Ranking de percepción de calidad por carrera: Ingeniería civil. 2020.
- [42] Cursando. ¿dónde estudiar ingeniería civil en minas en chile? ranking. <https://cursando>.

[cl/ingenieria-civil-en-minas/donde-estudiar-ingenieria-civil-minas-chile-ranking/](https://www.cl/ingenieria-civil-en-minas/donde-estudiar-ingenieria-civil-minas-chile-ranking/).

- [43] Chloe Lane. Top engineering schools in the us in 2019.
- [44] Chloe Lane. Statistics reports mit. <https://registrar.mit.edu/stats-reports/enrollment-statistics-year/all>, 2021.
- [45] E. Qian L. Huang and K. Willcox. Gender diversity - the past two decades at the massachusetts institute of technology. 2017.
- [46] Observatorio fcfm. 2019.
- [47] Nuevo plan curricular de la fcfm: A la par de las instituciones internacionales. 2019.
- [48] Maisa Rojas, Claudia Mac-Lean, Juan Morales, Andrés Monares, and Roberto Fustos. Climate change education and literacy at the faculty of physical and mathematical sciences of the university of chile. *International Journal of Global Warming*, 12(3-4):347–365, 2017.
- [49] Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático. Segundo acuerdo de producción limpia educación superior sustentable. 2021.
- [50] United Nations New York. World economic situation prospects. 2020.
- [51] Maria Libertad Mella Dometita. Beneath the dryland: Kenya drought gender analysis. 2017.
- [52] GenderReach Project USAID Office of Women in Development. Gender and community conservation. 2001.
- [53] GOK UNICEF et al. Situation analysis of children and women in kenya. *Nairobi: UNICEF*, 1989.
- [54] Terry Cannon. Gender and climate hazards in bangladesh. *Gender & Development*, 10(2):45–50, 2002.
- [55] Marlene Roy and Henry David Venema. Reducing risk and vulnerability to climate change in india: the capabilities approach. *Gender & Development*, 10(2):78–83, 2002.
- [56] Jessica Farber, Building Social Connectedness Through Policy, and Kim Samuel. Research to practice paper: Social isolation and climate change: An inextricable bind.
- [57] US CHamber of Commerce Foundation. Habiba ali.
- [58] World Health Organization et al. *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017: special focus on inequalities*. World Health Organization, 2019.
- [59] Making use of climate information for infrastructure planning. 2017.
- [60] Günter Blöschl, Marc FP Bierkens, Antonio Chambel, Christophe Cudennec, Georgia Destouni, Aldo Fiori, James W Kirchner, Jeffrey J McDonnell, Hubert HG Savenije, Murugesu Sivapalan, et al. Twenty-three unsolved problems in hydrology (uph)—a community perspective. *Hydrological sciences journal*, 64(10):1141–1158, 2019.
- [61] Venera R Khalikova, Mushan Jin, and Shauhrat S Chopra. Gender in sustainability research: Inclusion, intersectionality, and patterns of knowledge production. *Journal of Industrial Ecology*, 2021.
- [62] HC Kongsted, Valentina Tartari, Davide Cannito, Maria Theresa Norn, and Jeppe Woh-

- lert. University researchers' engagement with industry, the public sector and society: Results from a 2017 survey of university researchers in denmark. 2017.
- [63] Inclusive crash test dummies: Rethinking standards and reference models. 2019.
- [64] Joan Palmiter Bajorek. Voice recognition still has significant race and gender biases. *Harvard Business Review*, 2019.
- [65] Jessica Thompson and Denise Blake. Women's experiences of medical miss-diagnosis: How does gender matter in healthcare settings? 2020.
- [66] Mathew Fortnam, Katrina Brown, Tomas Chaigneau, Beatrice Crona, Tim M Daw, Dominique Gonçalves, Christina Hicks, Michalis Revmatas, Chris Sandbrook, and Björn Schulte-Herbruggen. The gendered nature of ecosystem services. *Ecological Economics*, 159:312–325, 2019.
- [67] Fiona Smith. 'privilege is invisible to those who have it': engaging men in workplace equality. 2016.
- [68] Alejandra Mizala Salces. Género, cultura y desempeño en matemáticas. In *Anales de la Universidad de Chile*, number 14, pages 125–150, 2018.
- [69] Paola Bordón, Catalina Canals, and Alejandra Mizala. The gender gap in college major choice in chile. *Economics of Education Review*, 77:102011, 2020.
- [70] Jocelyn Simmonds, Maria Cecilia Bastarrica, and Nancy Hitschfeld-Kahler. Impact of affirmative action on female computer science/software engineering undergraduate enrollment. *IEEE Software*, 38(2):32–37, 2020.
- [71] Tania Villaseñor, Sergio Celis, Juan Pablo Queupil, Luisa Pinto, and Maisa Rojas. The influence of early experiences and university environment for female students choosing geoscience programs: a case study at universidad de chile. *Advances in Geosciences*, 53:227–244, 2020.
- [72] María Cecilia Bastarrica, Nancy Hitschfeld, Maíra Marques Samary, and Jocelyn Simmonds. Affirmative action for attracting women to stem in chile. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Gender Equality in Software Engineering*, pages 45–48, 2018.