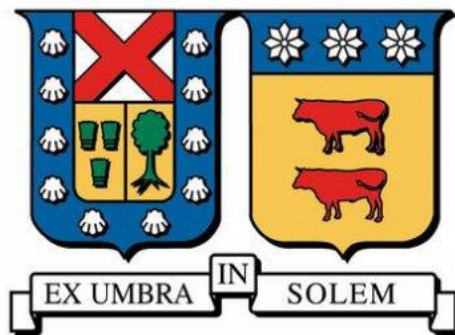




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMA PILOTO DE DESIGN
THINKING EN PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

AUTORA

JULISSA ANNAIS MUÑOZ SCHULZ

PROFESORA GUÍA

MARÍA PILAR GÁRATE CHATEAU

PROFESOR CORREFERENTE

PABLO TOMÁS ÁGUILA PÉREZ

SANTIAGO DE CHILE, 30 DE SEPTIEMBRE, 2024

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia quienes siempre creyeron en mi incluso en todos esos momentos donde la frustración nublaba mi vista y no me permitía ver más allá, gracias por esas infinitas palabras de aliento en aquellos momentos donde más lo necesitaba. En especial, quiero agradecer a mi mamá, quien fue mi mayor inspiración para avanzar en este arduo pero satisfactorio camino, pues ella siempre ha sabido salir adelante frente a múltiples adversidades y hoy en día, gracias a su esfuerzo llega casi al culmino de una vida laboral exitosa. Gracias por acompañarme hasta altas horas de la madrugada estudiando, por ayudar a quitar mis nervios previo a cada evaluación y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

Deseo también agradecer a quien siempre asumí que me acompañaría en la finalización de mi vida universitaria, a quien siempre visualicé en mis fotos de titulación, pero por el curso de la vida no podrá acompañarme de forma física, gracias mama Elba por siempre sentirse orgullosa de mí, por ser mi abuelita de pecho inflado cada vez que tuve algún éxito desde mi etapa escolar hasta mi etapa universitaria. Le envío un fuerte abrazo y beso al cielo y agradezco también, su compañía a lo largo de todo este proceso, por ser mi fortaleza y cuidarme desde donde usted está.

Extiendo mi agradecimiento a todos mis amigos y en especial, a ese amigo que también fue mi compañero de estudios y hasta el día de hoy está conmigo, gracias por todo el apoyo, por cada palabra de ánimo y no dejarme atrás, por cada idea compartida y por hacer de este proceso mucho más entretenido y llevadero.

Finalmente, agradezco a la universidad y a cada profesor que con sus clases me formaron como una futura profesional orgullosa de la casa de estudios desde la cual hoy finaliza sus estudios. Gracias especiales a mis profesores que me acompañaron en este proceso de investigación, por su paciencia y disposición.

Resumen Ejecutivo

La innovación resulta ser crucial en los entornos organizacionales a los cuales un Ingeniero Civil Industrial se debe enfrentar en su etapa profesional, ya que dichos entornos son dinámicos y altamente competitivos. Actualmente, las empresas necesitan adaptarse rápidamente a cambios tecnológicos, demandas del mercado y nuevos modelos de negocio. Un Ingeniero Civil Industrial con habilidades para innovar, no sólo puede optimizar procesos y mejorar la eficiencia operativa, sino que también, puede generar soluciones creativas que diferencien a su organización en el mercado. La capacidad de implementar mejoras innovadoras en productos, servicios o modelos de gestión es fundamental para garantizar la sostenibilidad y el crecimiento a largo plazo de una empresa. Además, la innovación permite que los ingenieros identifiquen oportunidades de negocio emergentes, gestionar recursos de manera más eficaz y proponer estrategias que impulsen el desarrollo de la organización, adaptándose a un entorno en constante evolución.

Es así, que la Universidad Técnica Federico Santa María reconoce su importancia e incluye, por ende, el término de innovación dentro de su Plan Estratégico Institucional 2020-2023, específicamente en la misión y las políticas de la institución. Asimismo, también lo integra en el Modelo Educativo Institucional a través de sus Lineamientos Estratégicos y en su Enfoque Curricular a través de las Competencias Transversales-Sello (CTS), donde se plantea la CTS de “Innovación y Emprendimiento”. El Departamento de Industrias de la Universidad, tampoco se queda atrás, e incluye el término de innovación en las competencias de egreso de los estudiantes pertenecientes al departamento

Sin embargo, a pesar de que la Universidad y el Departamento de Industrias declara firmemente sus intenciones de desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes que le permitan innovar, luego de analizar el plan de estudios de la carrera profesional, se identificó que

dicho objetivo no se realiza de manera efectiva, ya que no se imparten cursos dedicados a este propósito en específico. Además, se realizó un estudio del perfil innovador en los estudiantes e investigadores de la Universidad Técnica Federico Santa María, a partir de lo cual, se obtiene que el puntaje obtenido en la institución está por debajo del “benchmark” latinoamericano para este indicador.

En consecuencia, para evaluar la importancia de incluir estas temáticas dentro del Plan de Estudios formal de la carrera, se implementa un programa piloto de Design Thinking en el curso de Introducción a la Ingeniería de primer año de la carrera y se deben analizar sus impactos en los estudiantes que lo cursaron. Para esto, se analizan los resultados de la Autoevaluación aplicada en los estudiantes, donde cada uno de ellos evalúa su percepción ante diversas afirmaciones relacionadas con su aprendizaje personal a lo largo de las diversas etapas de Design Thinking desarrolladas en el módulo, también se considera una Coevaluación donde cada estudiante debe evaluar a todos los equipos de trabajo diferentes al propio y finalmente, la Evaluación Externa realizada por los profesores que imparten el programa dentro de la asignatura.

Se estudia en primera instancia la composición de la muestra con diversos tipos creativos presentes en los estudiantes y en adición a esto, la composición de los equipos según sus diversos tipos creativos, donde se obtiene que son cinco los equipos que completan sus integrantes con la cantidad de estudiantes pensada en un inicio para la conformación de equipos, es decir, cinco integrantes y son otros tres equipos los que se forman con sólo cuatro integrantes. Existen algunos grupos con mayor diversidad de tipos creativos en su formación, y con múltiples parejas de colaboradores ideales según sus tipos creativos, más aún, se obtiene que esto no influye directamente en la creación de competencias en los estudiantes, pues, aquellos grupos con mejor

desempeño y/o resultados, no corresponden exactamente a aquellos con mayor cantidad de estudiantes o parejas de colaboradores ideales.

Luego, al estudiar la Autoevaluación se tiene que el cuestionario aplicado responde de manera adecuada con su consistencia interna, obteniéndose niveles altos en la prueba Alfa de Cronbach. Se estudia, además, la relación entre las afirmaciones propuestas, a partir de lo cual se obtienen hallazgos tales como que, resulta importante empoderar a los estudiantes con las herramientas y habilidades necesarias para que pueda participar de manera efectiva y con confianza ante situaciones desafiantes, también, es importante crear entornos que promuevan el diálogo abierto y el respeto por las experiencias de los demás como base para un pensamiento innovador y audaz y que, la percepción de los estudiantes de ser aceptado y apoyado dentro de su equipo contribuye significativamente a la disposición de los estudiantes a participar activamente y proponer nuevas ideas sin temor al rechazo o a la crítica.

El programa piloto de Design Thinking en el primer año de la carrera Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, resultó efectivo en el desarrollo de competencias clave para la innovación entre los estudiantes. En las seis semanas del módulo, se observó una mejora significativa en habilidades como la creatividad, resolución de problemas y de trabajo en equipo. Siendo un 48,65% de los estudiantes, aquellos que mejoraron con los primeros indicadores evaluados, relacionados con la interpretación de información y el uso de estrategias creativas, mientras que, el 64,86% mostró mejoras al considerar todos los indicadores, incluyendo la capacidad para generar propuestas novedosas y evaluar su aplicabilidad. Aunque las diferencias entre las etapas iniciales y finales no fueron amplias, el impacto del módulo fue claro, y se sugieren mejoras en la capacitación de los estudiantes en las fases finales del proceso, para asegurar una mayor aplicación de las soluciones propuestas en sus proyectos.

Índice de Contenidos

1. Problema de investigación	11
2. Objetivos	16
2.1 Objetivo General	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. Marco Teórico	17
3.1 Innovación.....	17
3.1.1 Medición de la Innovación	17
3.2 Impacto de la Innovación en Estudiantes de Ingeniería	22
3.2.1 Importancia de la Innovación en la Educación de Ingeniería	22
3.2.2 Beneficios de Incorporar la Innovación en una Empresa	23
3.3 Situación Actual en las Universidades en Chile.....	24
3.3.1 Pontificia Universidad Católica de Chile (UC)	25
3.3.2 Universidad de Chile.....	27
3.4.5 Innoprofile USM – Transforme	36
3.5 Creatividad.....	41
3.5.1 Relación Entre la Innovación y la Creatividad	41
3.5.2 Design Thinking.....	42
3.5.3 My Creative Types	45
4. Metodología	51
4.1 Metodología de Trabajo en el Módulo	51
4.1.1 Formación de los Equipos	52
4.2 Metodología de Evaluación.....	54
4.2.1 Autoevaluación.....	54
4.2.2 Coevaluación	59
4.2.3 Evaluación Externa	61
4.3 Metodología del Estudio	62
4.3.1 Prueba de Chi-Cuadrado de Pearson	64
4.3.2 Razón de Verosimilitud	65
4.3.3 Prueba Exacta de Fisher-Freeman-Halton	66
4.3.4 Alfa de Cronbach	68
4.3.5 Coeficiente de Spearman	69
4.3.6 Prueba de Shapiro-Wilk.....	70
4.3.7 Prueba U de Mann-Whitney	71
5. Desarrollo	74
5.1 Descripción de la muestra.....	74
5.2 Análisis cualitativo de la segmentación de la muestra	76
5.3 Análisis cualitativo de los equipos.....	77

5.4 Relación entre el Sexo y Tipo Creativo de los Estudiantes	83
5.5 Análisis de la Autoevaluación	84
5.5.1 <i>Consistencia Interna de la Autoevaluación</i>	84
5.5.2 <i>Relación Entre las Afirmaciones de la Autoevaluación</i>	86
5.5.3 <i>Análisis Comparativo Entre Mujeres y Hombres</i>	90
5.5.4 <i>Análisis Comparativo Entre Equipos</i>	92
5.5.5 <i>Análisis Comparativo Entre Resultado Individual y su Equipo</i>	98
5.5.6 <i>Análisis Comparativo Entre Situación Inicial y al Finalizar el Módulo</i>	100
5.6 Análisis Conjunto de la Coevaluación y la Autoevaluación	109
5.7 Análisis de la Evaluación Externa	114
6. Conclusiones	118
6.1 Resumen de los Principales Resultados	118
6.2 Limitaciones del Estudio	122
6.3 Hallazgos Sorpresivos	123
6.4 Importancia Actual del Estudio	124
7. Referencias	126
8. Apéndices	135
Apéndice A	135
Tabla 1	135
Tabla 2	136
Tabla 3	137
Tabla 4	139
Tabla 5	141

Índice de Tablas

Tabla 1.	56
Afirmaciones de la Autoevaluación del Módulo Piloto de Innovación 56	
Tabla 2.	85
Consistencia Interna de las Autoevaluaciones 85	
Tabla 3.	87
Correlación Entre las Afirmaciones de la Autoevaluación.....87	
Tabla 4.	98
Distribución de Estudiantes en Relación con su Media Grupal 98	
Tabla 5.	99
Distribución de Estudiantes Mujeres en Relación con su Media Grupal 99	
Tabla 6.	99
Distribución de Estudiantes Hombres en Relación con su Media Grupal.....99	
Tabla 7.	101
Resultados de Comparación Entre Situación Inicial y Final del Módulo, Indicadores 1 y 2 101	
Tabla 8.	102
Resultados de Comparación Entre Situación Inicial y Final del Módulo.....102	
Tabla 9.	103
Estudiantes que Logran Mejorar en Uno o Más Indicadores.....103	
Tabla 10.	104
Media y Desviación Estándar de Cada Indicador 104	
Tabla 11.	105
Resumen Diferencia Etapa Inicial y Final para Afirmación #9.....105	
Tabla 12.	107
Resumen Diferencia Etapa Inicial y Final para Afirmación #10.....107	
Tabla 13.	109
Resultados Coevaluación en Promedio.....109	

Índice de Figuras

Figura 1.....	19
Indicadores y sus Puntajes Pertenecientes al Pilar de Sofisticación Empresarial.	19
Figura 2.....	20
Panorama General de Empresas que Innovan en Chile.	20
Figura 3.....	21
Porcentaje de Empresas que Perciben Obstáculos a la Innovación	21
Figura 4.....	27
Malla Curricular Correspondiente al Primer y Segundo Ciclo de Ingeniería Civil	27
Figura 5.....	31
Malla Curricular Correspondiente a la Carrera de Ingeniería Civil Industrial	31
Figura 6.....	34
Plan de Estudios Correspondiente a la Carrera de Ingeniería Civil Industrial	34
Figura 7.....	37
Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Cuestionar	37
Figura 8.....	38
Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Observar	38
Figura 9.....	39
Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Conectar	39
Figura 10.....	39
Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Experimentar	39
Figura 11.....	39
Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Asociar	40
Figura 12.....	55
Indicadores de Desempeño para CTS de Innovación y Emprendimiento en Nivel Inicial	55
Figura 13.....	60
Instrumento de Coevaluación Pitch del Módulo Piloto de Innovación	60
Figura 14.....	74
Gráfico de Segmentación de la Muestra Según Sexo Biológico	74
Figura 15.....	75

Gráfico de segmentación de la muestra según Perfil Creativo de Adobe Create	75
Figura 16	78
Composición de los equipos según Tipo Creativo Gráfico de Adobe Create	78

1. Problema de investigación

La innovación es crucial en el entorno organizacional, pues es una característica que permite una diferenciación mediante la oferta de productos o servicios únicos, más eficientes o mejorados. A su vez, resulta esencial para el crecimiento y sostenibilidad de una organización a largo plazo, pues facilita su adaptación frente a cambios en el mercado y la identificación de nuevas oportunidades de negocio (Mathison et al., 2007).

La sostenibilidad empresarial no solo genera beneficios particulares para la organización, sino que también es capaz de mejorar el nivel de vida de una sociedad. Así, una empresa innovadora mejora el nivel de bienestar de una sociedad debido a que se obtienen productos de mejor calidad a precios competitivos (Gutiérrez et al., 2019). De la misma forma, la innovación tiene un rol importante en la sociedad, como un factor clave que a través de cambios progresivos, garantiza la renovación y modernización de la sociedad (Saitkasimov, 2021).

La Universidad Técnica Federico Santa María reconoce la importancia de la innovación y es por esto que dentro de su Plan Estratégico Institucional (PEI) 2020-2023 incluye este término al plantear la misión de la institución, de la siguiente forma:

Formar personas, integral y profesionalmente, en un ecosistema de creación y difusión de conocimiento, innovación, emprendimiento, transferencia e impacto, contribuyendo a la solución de problemas relevantes y complejos, en un ámbito científico-tecnológico, aportando al desarrollo sostenible del país y la sociedad (UTFSM, 2023).

Adicionalmente, se tiene integrado al Plan Estratégico Institucional un conjunto de ocho políticas institucionales que permiten orientar el trabajo de la Universidad de manera transversal, entre las cuales se encuentra la política “Investigación, creación e innovación”. En esta se plantea

que la institución con el fin de dar solución a los desafíos globales y locales busca generar valor en la sociedad a través de la generación de conocimiento con énfasis en ingeniería, ciencia y tecnología a través de los procesos de innovación y transferencia tecnológica (UTFSM, 2023).

Asimismo, se incluye la innovación en el Modelo Educativo Institucional a través del cuarto Lineamiento Estratégico como: “Promoción y fortalecimiento de investigación, innovación y desarrollo orientado a un alto impacto” (USM, 2016).

A partir de lo expuesto anteriormente, es posible evidenciar que la Universidad considera la innovación como un aspecto clave que desea desarrollar y promover en la comunidad. Es más, en el Enfoque Curricular, la Universidad declara las Competencias Transversales-Sello, las cuales se definen como el sello distintivo que poseen los egresados de la institución, y, entre ellas, es posible encontrar una vez más el término en la competencia de “Innovación y Emprendimiento”, donde se establece que un egresado de la institución cumple con lo siguiente: “Desarrolla mejoras e innovaciones tecnológicas y de gestión, generando oportunidades para dar respuesta satisfactoria a las necesidades organizativas y sociales” (USM, 2016).

Finalmente, en lo que compete al Departamento de Industrias de la Universidad Técnica Federico Santa María, se declara que un Ingeniero Civil Industrial egresado es un personal de excelencia con una formación científica integral que al terminar sus estudios ha desarrollado conocimientos, habilidades y destrezas que se describen a través de once competencias de egreso, entre las cuales la competencia E0, declara que sus egresados son capaces de: “Aplicar las ciencias básicas y de la ingeniería en el ámbito industrial, para proponer soluciones innovadoras en procesos productivos, investigaciones o proyectos multidisciplinarios” (UTFSM). Por ende, es en esta competencia que la Universidad vuelve a declarar que la innovación es parte de la educación brindada a sus estudiantes, pues se menciona que son capaces de entregar soluciones innovadoras.

A pesar de que la Universidad declara firmemente y en múltiples instancias sus intenciones de desarrollar la innovación como una competencia principal en sus egresados, y particularmente el Departamento de Industrias también respalda este objetivo, si se analiza el plan de estudios de Ingeniería Civil Industrial es posible observar que dicho objetivo no se realiza de manera efectiva, pues no se imparten cursos que se dediquen específicamente a la realización de este propósito. Si bien, se ha impartido un curso relacionado a esta temática llamado “Gestión de la innovación”, la última vez que se dictó fue en el año 2021 y resultaba ser un curso impartido por el Departamento de Diseño y Manufactura (DIIMA USM, 2021), siendo opcional para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Industrial.

En adición a esto, se realizó un estudio del perfil innovador en los estudiantes e investigadores de la Universidad Técnica Federico Santa María a través de la aplicación de la metodología Innoprofile desarrollada por la consultora Transforme que se especializa en la instalación de capacidades para innovar en empresas, en alianza con GenomaWork que detecta el perfil de innovación en colaboradores de organizaciones. A través de esta metodología se miden las 5 habilidades a través de las cuales se puede aprender a innovar, según lo que se establece y plantea en el libro el ADN del innovador, siendo estas habilidades las siguientes: “Cuestionar todo”, “Observar y aprender”, “Conectar ampliamente”, “Experimentar y tomar riesgos”, “Asociar ideas con problemas” y se miden en una escala de 0 a 100. Luego de aplicar este estudio en una muestra que considera estudiantes regulares, docentes e investigadores de la Universidad Técnica Federico Santa María, se obtiene como resultado un Coeficiente de Innovación (CI) de 60,5, puntaje que está por debajo del “benchmark” latinoamericano de Transforme, el cual corresponde a un Coeficiente de Innovación de 61,1 (USM – Transforme, 2023).

Considerando la falta de coherencia entre las competencias que la Universidad declara que desarrolla en sus futuros egresados de Ingeniería Civil Industrial y lo que efectivamente están recibiendo los estudiantes a través del plan de estudios de la carrera y también, considerando el resultado de la aplicación de la metodología Innoprofile tanto en estudiantes de la carrera como en quienes imparten las clases para los estudiantes, se da paso a consecuencias importantes. En primer lugar, los egresados de la institución quedan en desventaja frente a sus pares de otras instituciones que sí ofrecen una formación sólida en innovación, como lo es en la Universidad de Chile con tres cursos a lo largo del plan de estudios de la carrera en cuestión llamados: “Desafíos de innovación en ingeniería y ciencias”, “Proyecto de innovación en ingeniería y ciencias” y “Taller de liderazgo e innovación social” (Universidad de Chile, s.f.), o en la Universidad del Desarrollo con dos cursos en su plan de estudios llamados: “Taller de innovación y diseño de servicios” y “Taller de métodos de innovación ágiles” (Universidad del Desarrollo, s.f.). Por otro lado, se da lugar a un desprestigio institucional al no incluir en la formación de los estudiantes, aquello que se declara en los diversos documentos formales de la Universidad, lo cual puede disminuir el atractivo de la Universidad para futuros estudiantes y profesores, quienes además podrían sentirse defraudados al no recibir la formación prometida.

Es por esto que nace la necesidad de implementar temáticas de innovación con el fin de cumplir con lo declarado en todas las instancias expuestas con anterioridad. Lo cual se logra durante el año 2023, donde se lleva a cabo el Proyecto de Investigación Educativa en Ingeniería y Ciencias: Olivier Espinosa Aldunate (OEA) con el fin de destacar la importancia de incluir una propuesta formativa sobre innovación dentro del plan de estudios de la carrera Ingeniería Civil Industrial. Para la realización de dicho proyecto de investigación, se implementa un módulo de innovación de seis semanas en el programa académico del curso Introducción a la Ingeniería en

primer año de la carrera, en el primer semestre académico del año 2024. Sin embargo, al finalizar el curso, se debe evaluar el impacto efectivo en aquellos estudiantes que participaron de este módulo, ¿el programa piloto de Design Thinking implementado en el curso de Introducción a la Ingeniería contribuye al desarrollo de competencias claves en los estudiantes?, ¿qué características tiene el programa piloto de innovación que implican consecuencias positivas en el desarrollo de las cinco actividades a través de las cuales se puede aprender a innovar?, ¿cómo se compara el impacto del módulo de innovación implementado en primer año de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María con módulos similares en otras instituciones de educación superior?

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Evaluar el impacto de incorporar temáticas de innovación en primer año de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María a través de un estudio mixto del programa piloto de Design Thinking, con el propósito de obtener argumentos que impulsen la integración de nuevas temáticas de innovación a lo largo del plan de estudios de la carrera, resaltando su crucial importancia en la futura trayectoria de los profesionales.

2.2. Objetivos Específicos

Identificar las áreas específicas de la formación académica en Ingeniería Civil Industrial en la Universidad Técnica Federico Santa María que se benefician con la introducción de temáticas de innovación, con el propósito de identificar oportunidades de mejora y adaptación en el plan de estudios que se alineen con las demandas actuales y futuras del campo profesional.

Analizar el impacto del programa piloto de Design Thinking en el desarrollo de habilidades resolutivas y creativas de los estudiantes, con el propósito de medir la efectividad del módulo en cuanto al fortalecimiento de las competencias necesarias para la resolución de problemas complejos en contextos reales de trabajo.

Evaluar la percepción de los estudiantes respecto al módulo piloto de innovación, mediante un instrumento de evaluación diseñado para este fin, en conjunto del análisis de resultados académicos, con el fin de comprender cómo la implementación del módulo impacta en su motivación y aprendizaje efectivo.

3. Marco Teórico

3.1 Innovación

La innovación puede ser interpretada de diversas formas, pues su percepción varía según el contexto y sector, las experiencias individuales, la cultura, los valores, entre otras variables. Tal como lo mencionan Galindo-Rueda y Van Cruysen (2016) es un constructo subjetivo que depende de la perspectiva del individuo, las creencias y el contexto.

Es por esto que en el Manual de Oslo de la OCDE se resuelve la dualidad de la innovación como proceso y como resultado, proporcionando definiciones separadas para ambos conceptos. Las actividades de innovación se definen como todas aquellas actividades de desarrollo, financieras y comerciales efectuadas por una empresa que pretenden dar lugar a una innovación para la firma. Mientras que, una innovación empresarial se define como la introducción de un proceso o de un producto, el cual puede ser tanto un bien o un servicio, nuevo o mejorado que difiere significativamente de los procesos o productos anteriores, y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (OCDE, 2018).

3.1.1 Medición de la Innovación

El Índice Mundial de Innovación (GII) es elaborado entre la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y múltiples instituciones académicas y empresariales. A través de la publicación de informes anuales, este índice permite conocer la clasificación según la capacidad innovadora de los países, con el fin de ayudar a los gobiernos, empresas y otros actores a identificar posibles áreas con puntos de mejora para fomentar la innovación y optimizar su desempeño (Vega et al., 2024, p. 122).

El GII muestra cuáles son las economías más innovadoras a nivel internacional, para esto analiza alrededor de 132 países y considera la evaluación de unos 80 indicadores. Este índice se

basa en dos subíndices, el de recursos o entradas para la innovación y el de resultados o salidas de la innovación. A su vez, cada uno de estos subíndices se componen de diversos pilares, siendo cinco pilares para el subíndice de recursos y dos para el de resultados. En lo que respecta a cálculos, cada uno de los subíndices tanto de recursos como resultados, corresponden a la media simple de las puntuaciones de sus respectivos pilares. Lugo, el Índice Mundial de Innovación corresponde a la media simple de los dos subíndices (OMPI, 2011).

A nivel nacional, se tiene la Encuesta Nacional de Innovación (ENI), cuya finalidad es “caracterizar y cuantificar el desempeño de las empresas en materia de innovación y mostrar las relaciones entre el proceso y la estrategia de innovación, el esfuerzo innovativo, los factores que influyen en su capacidad de innovar y su rendimiento económico” (OBSERVA, s.f.).

La Encuesta Nacional de Innovación mide variables como el tipo de innovación, grado de novedad, derechos de propiedad intelectual y actividades innovadoras que realizan las empresas chilenas en los distintos sectores productivos y regiones del país. Para efectuar esto, se siguen los lineamientos generales planteados en el Manual de Oslo, los cuales son propuestos por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Community Innovation Survey (CIS) de Eurostat para este tipo de encuestas.

3.1.1.1 Situación Actual de Chile en Medidas de Innovación. En la última versión del Índice Global de Innovación 2023, Chile se posiciona en el segundo lugar de los países latinoamericanos, por delante de México y justo tras Brasil, que consiguió el primer puesto a nivel regional del ranking (WIPO, 2023). A nivel mundial, Chile obtuvo el lugar 52 de las 132 economías que se evalúan en el estudio, dos posiciones menos del lugar obtenido en la versión anterior en el año 2022.

Dado que los vínculos de innovación y las asociaciones entre los sectores público, privado y académico son esenciales para la innovación (WIPO, 2020), es que, en el pilar de sofisticación empresarial específicamente en el subpilar de vínculos de innovación, se analizan datos cualitativos y cuantitativos sobre la colaboración entre empresas y universidades en investigación y desarrollo (I+D). Tal como se observa en la figura 1, en el indicador “5.2.1 University-industry R&D collaboration”, Chile obtiene el puesto 83, con un puntaje de 35.7 lo cual se reconoce como una debilidad del país en comparación con otros países que pertenecen al mismo grupo de ingresos.

Figura 1

Indicadores y sus Puntajes Pertenecientes al Pilar de Sofisticación Empresarial.

		Score/ Value	Rank	
	Business sophistication	29.8	55	◇
5.1	Knowledge workers	33.2	64	◇
5.1.1	Knowledge-intensive employment, %	31.9	48	
5.1.2	Firms offering formal training, %	n/a	n/a	
5.1.3	GERD performed by business, % GDP	0.1	61	◇
5.1.4	GERD financed by business, %	34.7	55	
5.1.5	Females employed w/advanced degrees, %	12.4	61	◇
5.2	Innovation linkages	17.5	88	◇
5.2.1	University-industry R&D collaboration [†]	35.7	83	◇
5.2.2	State of cluster development [†]	37.8	80	◇
5.2.3	GERD financed by abroad, % GDP	0.0	78	◇
5.2.4	Joint venture/strategic alliance deals/bn PPP\$ GDP	0.0	53	
5.2.5	Patent families/bn PPP\$ GDP	0.2	43	
5.3	Knowledge absorption	38.7	48	
5.3.1	Intellectual property payments, % total trade	2.0	14	●
5.3.2	High-tech imports, % total trade	10.0	38	
5.3.3	ICT services imports, % total trade	0.9	90	
5.3.4	FDI net inflows, % GDP	4.4	25	●
5.3.5	Research talent, % in businesses	26.6	48	

Nota: La imagen muestra una parte de la tabla con el detalle del perfil de la economía de Chile. Tomado de *Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty* (p.105), por WIPO, 2023.

Según la última versión disponible de la Encuesta Nacional de Innovación, la cual abarca los años 2019 y 2020, se analiza una muestra de 5.790 empresas representativas de un universo total de 190.084. Tal como se muestra en la figura 2, se obtiene que el 16.7% de las empresas

innova, lo que representa un aumento significativo en comparación al período anterior, donde este porcentaje corresponde a 14.1%. Sin embargo, este avance sigue siendo preocupante, ya que actualmente solo 1 de cada 6 empresas innova.

Figura 2

Panorama General de Empresas que Innovan en Chile.



El porcentaje de empresas que innova aumentó respecto al 2017-2018, volviendo a niveles de los años 2015-2016

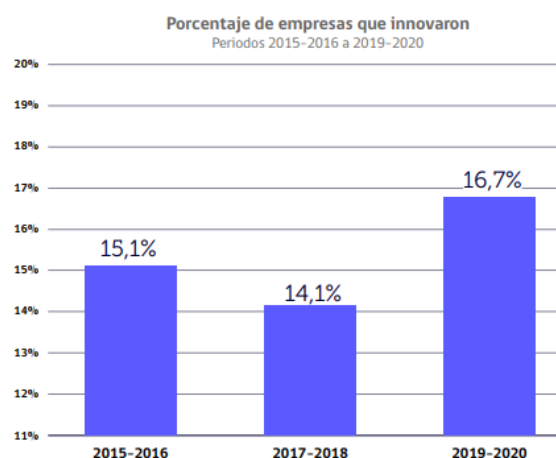
PANORAMA GENERAL

16,7%

de las empresas innovó en los años 2019-2020.

Es decir, **1 de cada 6 empresas innova.**

→ En comparación a la ronda anterior (2017-2018), existe un **aumento estadísticamente significativo de 14,1% a 16,7%.**



Fuente: Encuesta Nacional de Innovación años de referencia 2015-2016, 2017-2018 y 2019-2020.
Nota: * Resultados estadísticamente significativos al 10%.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

RESULTADOS | ENCUESTA NACIONAL DE INNOVACIÓN 2019-2020

Nota: Comparación de porcentaje de empresas que innovan en las últimas tres versiones de la encuesta. Tomado de *Encuesta Nacional de Innovación 2019-2020: Presentación de Resultados* (p.7), por Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2022.

Adicionalmente, se observa una percepción de falta de personal calificado como un obstáculo para innovar, lo cual es declarado por 51.8% de las empresas, tal como se muestra en la

figura 3. Esto destaca la necesidad de mejorar la educación y formación de nuevos profesionales para desarrollar una fuerza laboral capacitada.

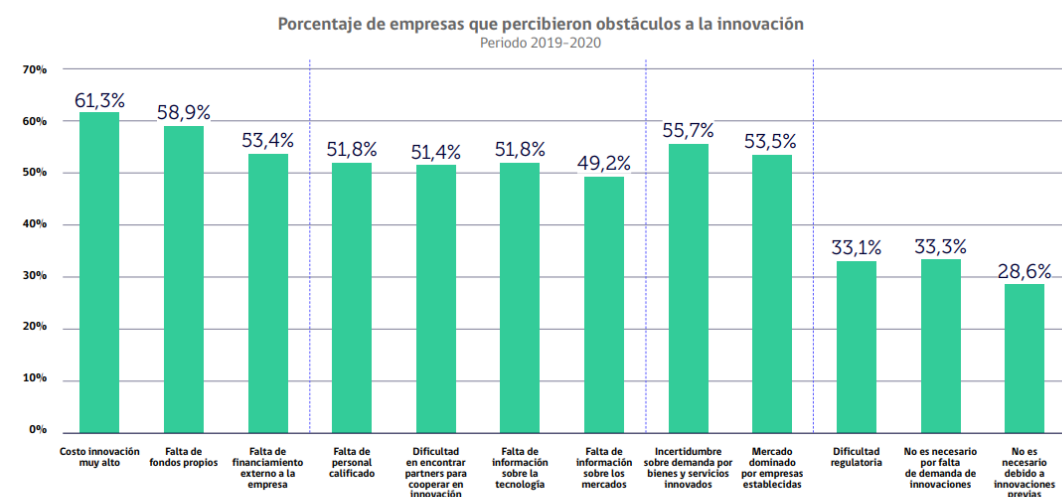
Figura 3

Porcentaje de Empresas que Perciben Obstáculos a la Innovación



El costo de innovar es el obstáculo a la innovación más usual

OBSTÁCULOS



Fuente: Encuesta Nacional de Innovación años de referencia 2019-2020.
Nota: * Resultados estadísticamente significativos al 5%.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

RESULTADOS | ENCUESTA NACIONAL DE INNOVACIÓN 2019-2020

Nota: Hechos percibidos como obstáculos para innovar, acompañado del porcentaje de las empresas que declara cada uno de estos. Tomado de *Encuesta Nacional de Innovación 2019-2020: Presentación de Resultados* (p.23), por Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2022.

3.2 Impacto de la Innovación en Estudiantes de Ingeniería

La innovación es un pilar fundamental en el desarrollo y la competitividad de un ingeniero civil industrial, tanto en el ámbito educativo mientras se está formando como profesional, como posteriormente en el mundo laboral donde se desempeñará profesionalmente.

3.2.1 Importancia de la Innovación en la Educación de Ingeniería

La importancia de formar a los estudiantes de ingeniería en temáticas de innovación radica en la necesidad de preparar a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos tecnológicos y sociales contemporáneos, los cuales pueden resultar cambiantes y complejos en la sociedad actual. Tal como menciona Cropley (2015), la capacidad de los ingenieros para desarrollar soluciones tecnológicas novedosas y efectivas, es crucial para abordar problemas que surgen. Asimismo, Cropley (2015) menciona que, dado que existe una falta de integración de conceptos entre la creatividad y la innovación en los programas educativos de ingeniería, esto podría limitar la capacidad de los ingenieros para a futuro encontrar soluciones innovadoras a los desafíos. Tradicionalmente, la educación en ingeniería se ha centrado en resolver problemas técnicos específicos, manejando en su mayoría conceptos teóricos, dejando de lado el desarrollo de habilidades creativas y de pensamiento innovador. Es más, Walther y Radcliffe (2007) exponen que existe un dilema entre si dotar a los estudiantes de una amplia, pero probablemente superficial base de conocimientos en muchos ámbitos, o bien, prepararlos para tareas específicas con una profundidad técnica limitada. Sin embargo, ambos extremos presentan desventajas, ya que, definir requisitos de competencia conduce a una considerable inflexibilidad en los futuros profesionales. Kazerounian y Foley (2007) sostienen que, a pesar de que se ha incluido la creatividad en la enseñanza de la ingeniería, los avances hasta ese entonces no habían sido significativos, dado que, los profesores en su mayoría siguen las técnicas de diseño ya probadas que han sido estudiadas en

libros de textos o clases previas, en lugar de instar a los estudiantes a pensar en un nuevo proceso o a innovar una solución única. Además, en el mismo estudio, sostienen que si no se comprende bien la creatividad, y se percibe como la antítesis del “negocio serio” de la ingeniería, no sería extraño que no sólo se infravalore, sino que tampoco aparezca en la mayoría de los planes de estudios del área (Kazerounian y Foley, 2007).

Finalmente, integrar la creatividad y la innovación en los programas educativos no solo beneficia a los estudiantes y futuros ingenieros, sino que a su vez, contribuye al avance de la ingeniería y al desarrollo de soluciones efectivas y sostenibles ante desafíos globales.

3.2.2 Beneficios de Incorporar la Innovación en una Empresa

Dado que un ingeniero civil industrial se desempeña mayormente en empresas e industrias, es que resulta importante hacer mención a los beneficios que entrega la innovación en una empresa. La innovación se considera como uno de los principales factores de éxito de una organización al encontrarse inmersa en una economía altamente competitiva y global, pues puede ofrecer beneficios clave para lograr un crecimiento financiero y aumento de beneficios (Jayani y Hui, 2018). Así mismo, lo respalda Roscam (2010) al plantear que la innovación constituye la fuente más fundamental para alcanzar el éxito y supervivencia de una firma, ya que, implementar prácticas innovadoras no solo permite que las empresas se mantengan competitivas, sino que facilita en simultáneo su crecimiento y prosperidad financiera.

Otro beneficio importante que aporta la innovación en una empresa es mediante la gestión de la innovación de productos, pues permite mantener la posición de una organización en el mercado, atraer a nuevos clientes y ganar una ventaja competitiva en el mercado en el cual se encuentra inserto (Haleem et al., 2017, p. 19-37).

Por otro lado, si se evalúa la innovación presente en el liderazgo, este factor fomenta la creatividad en los empleados, su participación activa y un enriquecedor cambio de conocimientos, lo cual es fundamental para obtener una ventaja competitiva en las organizaciones del siglo XXI (Kremer et al., 2019).

En términos generales, los beneficios de innovar en una empresa son múltiples y significan un aspecto positivo para su desarrollo. La innovación no solo impulsa el crecimiento financiero y los posibles beneficios monetarios que se obtienen, sino que también, mejora la creatividad y participación de la fuerza laboral interna, fortalece la posición competitiva de la organización en su industria, y, por ende, contribuye a la atracción de nuevos clientes. Por lo tanto, una empresa que desea fomentar un ambiente propicio para lograr el éxito sostenible querrá optar por contratar personal capacitado en temáticas de innovación y que permitan practicar una cultura organizacional donde se promuevan estas temáticas.

3.3 Situación Actual en las Universidades en Chile

Las universidades que imparten la carrera de Ingeniería Civil Industrial se enfrentan al desafío de integrar temáticas de innovación en sus respectivos planes de estudios para preparar a los estudiantes ante un entorno profesional altamente dinámico y competitivo. Ante esto, se debe tener en consideración la situación actual de las universidades en Chile respecto a la incorporación de contenidos de innovación en la formación de los estudiantes, sin embargo, se consideran aquellas universidades evaluadas como las mejores en el área de Ingeniería y Tecnología a nivel país, a modo de identificar las diferencias entre la Universidad Técnica Federico Santa María y sus pares. Según el ranking de universidades a nivel mundial realizado por Quacquarelli Symonds (2024), específicamente sobre la categoría de Ingeniería y Tecnología, se obtiene que las mejores

3 universidades en Chile son la Pontificia Universidad Católica de Chile (UC), la Universidad de Chile y la Universidad Técnica Federico Santa María (USM).

3.3.1 Pontificia Universidad Católica de Chile (UC)

En 1888 se funda la Universidad Católica, firmándose el decreto de inauguración el 21 de junio del mismo año por el arzobispo de Santiago, Mariano Casanova. Sus primeros cursos son realizados en 1889 con 10 profesores y 50 alumnos en el Círculo Católico, correspondiendo a la Facultad de Derecho y al bachillerato en Matemáticas. Siendo este bachillerato el que años más tarde, en 1982 da origen a los cursos de Ingeniería Civil (UC, s.f).

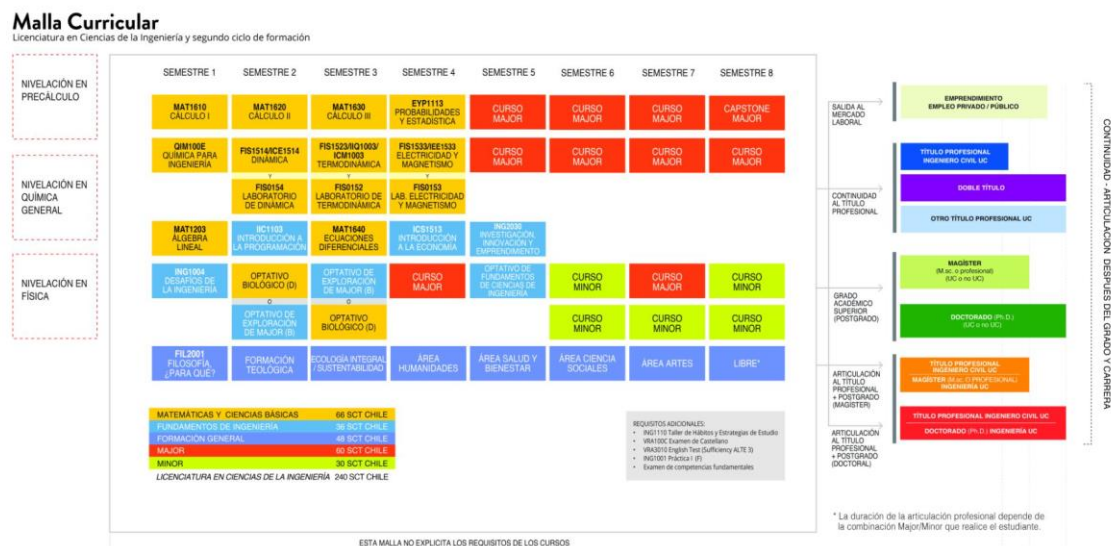
3.3.1.1 Misión.

La Pontificia Universidad Católica de Chile aspira a lograr la excelencia en la creación y transferencia de conocimiento y en la formación de las personas, inspirada en una concepción católica y siempre al servicio de la Iglesia y de la Sociedad (UC, s.f).

3.3.1.2 Misión del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas UC. La carrera de Ingeniería Industrial pertenece al Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. La misión del departamento mencionado es “Contribuir al bienestar social y al crecimiento sostenible de las organizaciones y la sociedad, por medio de la formación de personas, el estudio de problemas complejos, con soluciones innovadoras y expandiendo el conocimiento científico-tecnológico” (Ingeniería UC, s.f).

3.3.1.3 Plan de Estudios Ingeniería Civil en Escuela de Ingeniería UC. Se encuentra vigente desde el año 2013 y tiene como foco de desarrollo nuevos ámbitos de acción e interdisciplina. Promueve las ciencias aplicadas, la tecnología, la investigación y la innovación entre sus estudiantes (Ingeniería UC, s.f).

El plan de estudios está compuesto por dos ciclos, siendo el primero el correspondiente a la licenciatura en Ciencias de la Ingeniería que considera 4 años de estudio, mientras que el segundo, permite la articulación con un Título Profesional UC u otros grados académicos superiores. Sin embargo, como se enseña en la figura 4, desde el primer ciclo se incluyen cursos relacionados a temáticas de innovación de carácter obligatorio, como lo es el curso “Desafíos de la Ingeniería” en el Semestre 1, cuyo énfasis principal es ofrecer una experiencia de aprendizaje donde se desafíe y motive a los estudiantes a realizar proyectos de diseño en ingeniería, instando a los estudiantes a desarrollar un diseño en ingeniería cuya finalidad sea un tema de contingencia actual, que contenga componentes de servicio a la comunidad. Se desafía a los estudiantes a que el diseño debe ser innovador, creativo, funcional, entre otras características (Innovación Ingeniería UC, s.f.). Otro curso de estas mismas características, es decir, relacionado a temáticas de innovación y obligatorio, es el curso “Investigación, Innovación y Emprendimiento” en el Semestre 5, el cual sumerge al estudiante en la realidad del emprendimiento con base científica y tecnológica. Expone a los estudiantes a las técnicas y estrategias para el descubrimiento y lanzamiento de una oportunidad de negocio de alto impacto, que se pueda escalar y con potencial de crear valor para la sociedad. Para lograr esto, los estudiantes trabajan colaborativamente en equipos desarrollando un proyecto de emprendimiento en base a ideas propuestas por el equipo docente. Deben ser capaces de diseñar la solución, construir un prototipo funcional y desarrollar el modelo de negocios (Innovación Ingeniería UC, s.f.). Estos dos cursos mencionados, pertenecen a los cursos de “Fundamentos de Ingeniería”. Sin embargo, dentro del mismo ciclo se tienen cursos optativos, entre los cuales tienen múltiples opciones relacionadas a temáticas de innovación, tanto para Optativos I+E, como para majors y minors como lo son el Major en Ingeniería, Diseño e Innovación y el Minor en Innovación Tecnológica.

Figura 4**Malla Curricular Correspondiente al Primer y Segundo Ciclo de Ingeniería Civil**

Tomado de *Programa de Estudio: Pregrado – Ingeniería Civil*, por Pontificia Universidad Católica de Chile, s.f.

3.3.2 Universidad de Chile

En 1842 se funda la Universidad de Chile en respuesta a la ley redactada por Andrés Bello luego de una decisión política de primera importancia dentro del nuevo orden que se constituye en ese momento. El 19 de noviembre de ese mismo año, se promulga la Ley Orgánica de la U. de Chile gracias a la cual se crea oficialmente la casa de estudios con cinco facultades académicas, entre ellas la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que posteriormente imparte la carrera Ingeniería Civil Industrial (UChile, s.f.).

3.3.2.1 Misión.

La generación, desarrollo, integración y comunicación del saber en todas las áreas del conocimiento y dominios de la cultura constituyen la misión y el fundamento de las

actividades de la Universidad, conforman la complejidad de su quehacer y orientan la educación que ella imparte (UCHile, s.f).

La Universidad asume con vocación de excelencia la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la Nación. Cumple su misión a través de las funciones de docencia, investigación y creación en las ciencias y las tecnologías, las humanidades y las artes, y de extensión del conocimiento y la cultura en toda su amplitud. Procura ejercer estas funciones con el más alto nivel de exigencia (UCHile, s.f).

Así mismo, en un tercer y último principio, se plantea que “Es responsabilidad de la Universidad contribuir con el desarrollo del patrimonio cultural y la identidad nacional y con el perfeccionamiento del sistema educacional del país” (UCHile, s.f).

3.3.2.2 Misión del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

La carrera de Ingeniería Industrial fue fundada en 1965 y pertenece a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Sin embargo, la carrera en si misma cuenta con su propio departamento; el Departamento de Ingeniería Industrial. Su misión se compone de dos enfoques, los cuales se presentan a continuación: “Ser líderes en Latinoamérica en la formación en Gestión y Economía, con fortaleza cuantitativa y tecnológica” (DII UChile, s.f) y “Desarrollar investigación teórica y aplicada con reconocimiento internacional, en un ambiente de diversidad que fomente la capacidad de innovar, las habilidades personales y el compromiso con el país” (DII UChile, s.f).

3.3.2.3 Plan de Estudios Ingeniería Civil Industrial en Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

En la Universidad de Chile para estudiar la carrera de Ingeniería Civil Industrial en primer lugar, se debe cursar el plan común de Ingeniería y Ciencias,

donde a partir del cuarto semestre es posible realizar el ingreso a los programas de especialidad conducentes a un título profesional y licenciatura. Entre aquellas especialidades se encuentra Industrias, siendo el nombre completo de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería mención Industrias o Ingeniería Civil Industrial.

El primer componente de la malla curricular corresponde a las asignaturas de Plan Común, donde se tienen tres cursos relacionados a temáticas de Innovación. El primero de estos, se sitúa en el primer semestre de la carrera y corresponde al curso “Desafíos de Innovación en Ingeniería y Ciencias”, en el cual el estudiante en conjunto a su grupo de trabajo, se enfrenta a oportunidades para conocer demandas de un usuario real, ante lo cual debe describir en profundidad la necesidad identificada y su contexto, además de definir un problema en específico a resolver, proponiendo soluciones innovadoras que mejoren la vida de los usuarios (Bravo et al., 2020). Luego, se tiene en segundo semestre el curso “Proyecto de Innovación en Ingeniería y Ciencias”, el cual resulta ser similar a su análogo en primer semestre, sin embargo, en esta ocasión el propósito es que el estudiante reconozca y entienda el problema identificado de manera fundada y dimensionada, levantando y gestionando herramientas y fuentes de información en torno al contexto y usuario. Se espera que el estudiante comunique un proyecto conducente al desarrollo de soluciones con base tecnológica, y luego, materialice una propuesta de solución mediante el desarrollo de prototipos de resolución baja y media que serán sometidos a pruebas y validaciones de funcionalidad y usabilidad con sus pares y usuarios, hasta conseguir una propuesta final. Esta propuesta debe ser comunicada y poseer como respaldo la documentación del proceso creativo llevado a cabo (Open Beauchef, 2019). Finalmente, el tercer curso asociado a temáticas de innovación en la etapa de plan común se sitúa en el cuarto semestre de la carrera, y corresponde al curso “Módulo Interdisciplinario”, el cual sigue los lineamientos de los primeros dos cursos. En

esta ocasión se trabaja de manera grupal, más aún, las tareas aumentan debido a que, los estudiantes planifican y monitorean cada etapa del proyecto de innovación en el que participan, con el fin de asegurar el cumplimiento de las metas, un uso eficiente de recursos y evaluar los alcances o efectos que puede generar el proyecto sobre el medio natural, cultural y social. Se deben elaborar reportes del estado de avance del proyecto y exponer frente a diversas audiencias sus resultados (Eugenio Bravo, 2020).

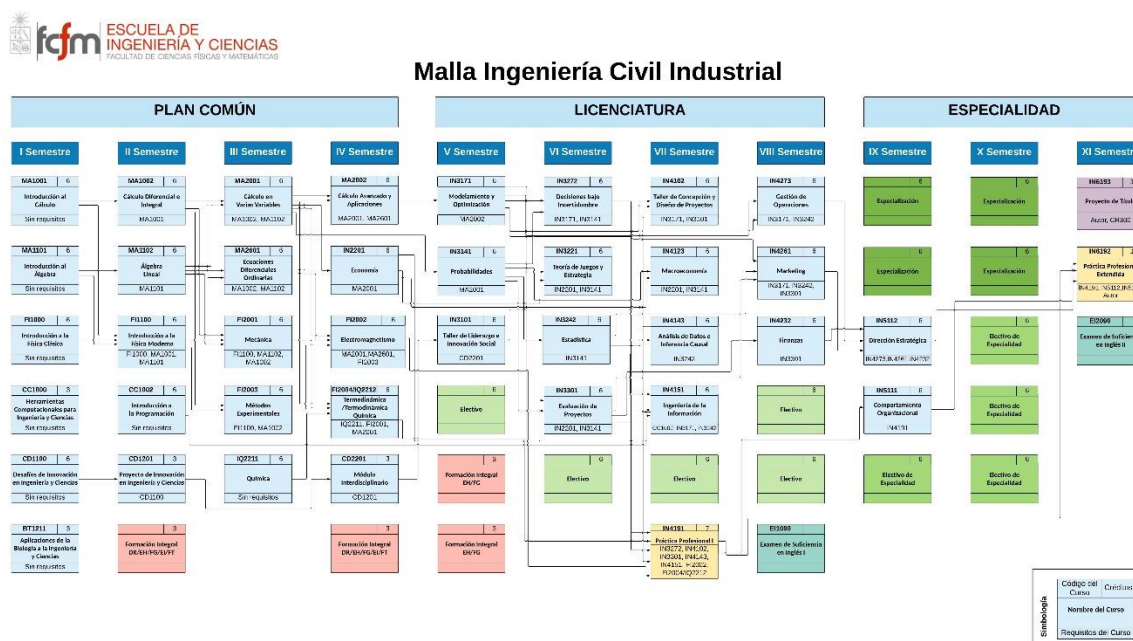
El segundo componente de la malla curricular corresponde a las asignaturas de Licenciatura, en donde se tiene un curso relacionado a temáticas de innovación, el cual corresponde a “Taller de Liderazgo e Innovación Social” que tiene como objetivo principal que los estudiantes incrementen la consciencia de sí y del mundo, reflexionando e incrementando habilidades socio-emocionales, directivas y políticas que promuevan un desempeño eficaz y ético en sus vidas en el ámbito laboral, personal y ciudadano. Esto se logra mediante el trabajo en proyectos de innovación social en comunidades de entre 15 a 20 personas, en donde en el transcurso del proyecto los estudiantes aprenden a construir confianza y coordinación mediante la gestión de compromiso. En el presente curso, las clases tienen una estructura teórico-práctica, donde se realizan trabajos individuales y en equipo, donde se revisa el avance del diseño y la implementación de las innovaciones sociales del semestre (Celis et al., 2021).

Finalmente, se tiene el tercer componente de la malla curricular, el cual corresponde a las asignaturas de Especialidad. Entre dichas asignaturas se debe cursar cuatro asignaturas de especialización y cuatro electivos de especialidad, teniendo la oportunidad de optar a nuevos cursos relacionados a temáticas de innovación.

La estructura general del plan de estudios compuesto por sus tres fases, Plan Común, Licenciatura y Especialidad se enseñan en la figura 5.

Figura 5

Malla Curricular Correspondiente a la Carrera de Ingeniería Civil Industrial



Tomado de *Carreras y licenciaturas: Ingeniería Civil Industrial*, por Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile, s.f.

3.4 Situación Actual en Universidad Técnica Federico Santa María

La Universidad Técnica Federico Santa María nace gracias al sueño altruista de su fundador, Federico Santa María, quien en 1920 expresa en su testamento el deseo de contribuir al progreso de Chile mediante la educación de jóvenes talentosos y desposeídos. Seis años más tarde se crea la Fundación Santa María, y en 1928 se inicia la construcción de la Escuela de Artes y Oficios, y también, del Colegio de Ingenieros José Miguel Carrera en Valparaíso. En 1931 se inauguran las instalaciones y en 1932 comienzan las actividades académicas. En esa misma década, la institución se convierte en una universidad, adoptando el nombre que actualmente lleva,

Universidad Técnica Federico Santa María. Desde entonces, la universidad ha destacado por su excelencia académica, cultural y social (USM, s.f.).

3.4.1 Misión

Formar personas, integral y profesionalmente, en un ecosistema de creación y difusión de conocimiento, innovación, emprendimiento, transferencia e impacto, contribuyendo a la solución de problemas relevantes y complejos, en un ámbito científico – tecnológico, aportando al desarrollo sostenible del país y la sociedad (UTFSM, 2023).

3.4.2 Competencias Transversales

La propuesta formativa de la Universidad Técnica Federico Santa María consiste en un enfoque curricular basado en competencias, en el cual se espera desarrollar habilidades y conocimientos específicos que resultan relevantes para un desempeño exitoso de los futuros profesionales en sus respectivos campos laborales. Este enfoque permite diseñar y organizar el currículo académico en torno a las competencias que los estudiantes deben adquirir durante su formación académica, promoviendo la evaluación continua y el desarrollo de habilidades prácticas, para una posterior aplicación de conocimientos teóricos en contextos reales. Así, alinea la formación académica con las demandas del mercado laboral y las necesidades de la sociedad, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos y situaciones reales en su campo profesional (USM, 2016). Las competencias pueden ser tanto genéricas, es decir, transversales a diferentes áreas, como también, pueden ser específicas o relacionadas a una disciplina en particular.

En el caso de las Competencias Transversales Sello distintivo de los egresados de la Universidad, se identificaron y definieron a través de un proceso que involucró a estudiantes, egresados, profesores y empleados en un periodo de consulta entre los años 2012 y 2014. Estas se

alinean con los valores fundacionales de la institución y a su vez, reflejan las características que se espera que los egresados demuestren en su desempeño profesional y personal, según las debilidades detectadas por el entorno. Las Competencias Transversales Sello de la Universidad Técnica Federico Santa María son: Responsabilidad Social y Ética, Resolución de Problemas, Compromiso con la Calidad, Innovación y Emprendimiento, Manejo de las Tecnologías de Información y Comunicaciones, Comunicación Efectiva y también, Vida Saludable (USM, 2016).

Es importante notar que, en la cuarta Competencia Transversal declarada, es decir, en Innovación y Emprendimiento, se declara que el estudiante “Desarrolla mejoras e innovaciones tecnológicas y de gestión, generando oportunidades para dar respuesta satisfactoria a las necesidades organizativas y sociales” (USM, 2016).

3.4.3 Misión del Departamento de Industrias de la USM

La carrera de Ingeniería Civil Industrial pertenece al Departamento de Industrias de la Universidad Técnica Federico Santa María, el cual se presenta como una unidad académica líder en innovación, emprendimiento y gestión. Su misión es “Formar profesionales de excelencia, crear y transferir conocimiento en las áreas de Ingeniería Industrial, contribuyendo al desarrollo de la sociedad, de acuerdo con el legado de nuestro fundador, Don Federico Santa María Carrera” (Industrias USM, s.f.).

3.4.4 Plan de Estudios Ingeniería Civil Industrial en Departamento de Industrias de la Universidad Técnica Federico Santa María

La malla curricular de Ingeniería Civil Industrial en la Universidad Técnica Federico Santa María se estructura mediante dos grandes ciclos. El primer ciclo contempla asignaturas de ciencias básicas, relacionadas principalmente a matemática y física, complementadas con cursos de otras

áreas de la Ingeniería, como química, mecánica, electrotecnia e informática. Luego, se da paso a un segundo ciclo, compuesto por las asignaturas propias de Ingeniería Industrial, enmarcadas en cuatro principales áreas de desarrollo: Gestión de Operaciones; Gestión Tecnológica; Economía y Finanzas; y Dirección Estratégica, Ingeniería de Mercados y Emprendimiento (Industrias USM, 2022). La duración de los estudios es de once semestres académicos, es decir, de cinco años y medio. En la figura 6, se observa el plan de estudios en detalle para cada uno de los semestres.

Figura 6

Plan de Estudios Correspondiente a la Carrera de Ingeniería Civil Industrial

Plan de Estudios

1° Semestre	• Introducción a la Física • Programación • Matemática I • Educación Física I • Introducción a la Ingeniería	2° Semestre	• Física General I • Humanístico I • Matemática II • Educación Física II • Química y Sociedad
3° Semestre	• Física General II • Taller de Ingeniería Industrial I • Matemática III • Química de Procesos • Elementos de Mecánica y Resistencia de Materiales	4° Semestre	• Física General III • Humanístico II • Matemática IV • Taller de Ingeniería Industrial II • Electrotecnia Básica • Inglés I
5° Semestre	• Administración de Empresas • Taller de Ingeniería Industrial III • Laboratorio de Procesos Industriales • Termodinámica • Microeconomía I • Deportes	6° Semestre	• Información y Control Financiero • Legislación Empresarial • Gestión Energética I • Macroeconomía I • Gráfica en Ingeniería • Inglés II
7° Semestre	• Física General IV • Probabilidad y Estadística Industrial • Gestión Energética II • Recursos Humanos • Ingeniería Económica	8° Semestre	• Econometría • Organización Industrial • Gestión de Investigación de Operaciones • Sistemas de Información para la Gestión • Ingeniería de Plantas Industriales
9° Semestre	• Finanzas • Marketing • Gestión de Calidad Total • Asignatura de Especialización I • Gestión de Operaciones • Humanístico III	10° Semestre	• Evaluación de Proyectos Generales • Asignatura de Especialización II • Gestión Estratégica • Humanístico IV • Gestión de Operaciones II • Taller de Título I
11° Semestre	• Desarrollo y Control de Proyectos • Taller de Título II • Asignatura de Especialización III • Asignatura de Especialización IV		

Tomado de *Admisión Carreras: Ingeniería Civil Industrial*, por Universidad Técnica Federico Santa María, s.f.

Al finalizar los estudios, se obtiene el Grado Académico de Bachiller en Ciencias de la Ingeniería y Licenciado en Ciencias de la Ingeniería Industrial, y el Título Profesional de Ingeniero Civil Industrial.

Sin embargo, cabe mencionar que en ninguno de los semestres de la carrera se cursan asignaturas relacionadas a temáticas de innovación, lo cual resulta ser crucial para la institución, pues se declara en múltiples instancias. El último registro de una asignatura de esta índole es “Gestión de la Innovación”, una asignatura opcional, pues corresponde a una de las opciones ofrecidas como Asignatura de Especialización. Se describe la asignatura como:

El estudiante comprende los principales conceptos, estrategias, herramientas y técnicas asociadas a la gestión de la innovación, y una apreciación general, con diferentes enfoques, de las habilidades requeridas para desarrollarla, tanto a nivel estratégico como operacional, en organizaciones líderes en Chile y de todo el mundo. Reconoce que la gestión de la innovación es uno de los aspectos más importantes y desafiantes de la organización moderna, siendo un motor fundamental de la competitividad y desempeña un papel importante en la mejora de la calidad de vida (DIMA USM, 2021).

El curso aborda temas como la organización para la innovación, estrategias de innovación, gestión de la innovación de productos, entre otros. Además, promueve el desarrollo de competencias para resolver problemas asociados a proyectos innovadores, fomentando la colaboración y el aprendizaje activo, a través de ejercicios prácticos, talleres, visitas de especialistas y trabajo grupal (DIMA USM, 2021).

Esta asignatura es impartida por última vez en el año 2021 por el Departamento de Diseño y Manufactura de la Universidad Técnica Federico Santa María.

3.4.5 Innoprofile USM – Transforme

La Universidad Técnica Federico Santa María en conjunto de la consultora Transforme, en el año 2023 realizan el estudio “Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género” donde se analiza y comprende el perfil innovador de una muestra de 303 personas de perfiles STEM, correspondiendo 270 a estudiantes regulares y 33 docentes e investigadores de la universidad.

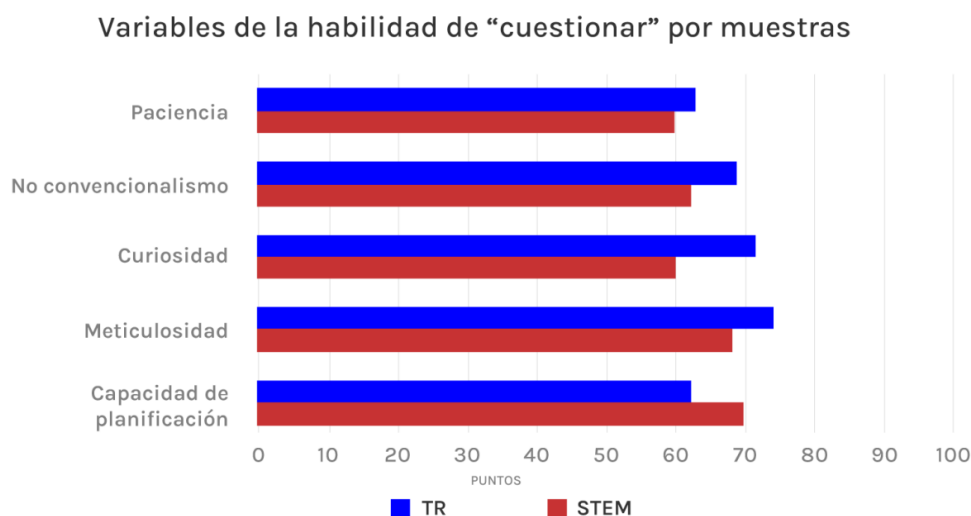
Para lograr su realización se utiliza la metodología Innoprofile, que consiste en un enfoque desarrollado por la consultora Transforme en alianza con GenomaWork. Esta metodología se centra en la identificación y análisis de habilidades cognitivas y rasgos de personalidad de los individuos, utilizando una combinación de juegos basados en neurociencia y test de personalidad (USM - Transforme, 2023). Las habilidades cognitivas que se miden son “Cuestionar todo”; “Observar y aprender”; “Conectar ampliamente”; “Asociar ideas con problemas”; y “Experimentar y tomar riesgos”. Esto debido principalmente a lo que plantea el libro ADN del Innovador, pues en sus escritos se propone que existen cinco habilidades de descubrimiento que atribuyen a los y las innovadoras, siendo estas *asociar, cuestionar, observar, conectar y experimentar* (Dyer et al., 2011). Además, se plantea que, si bien estas habilidades se consideran necesarias para ser una persona innovadora, no es necesario poseerlas de manera innata, sino que también, se pueden desarrollar y fortalecer a través de la práctica continua (Dyer et al., 2009). Por ende, una persona que resulte con alguno de los índices de las habilidades medidas bajo el promedio, no indica que no es una persona innovadora sin más, sino que, permite obtener un diagnóstico de la situación actual en la que se encuentra e identificar cómo va en su camino hacia convertirse en una persona innovadora, y en base a aquello, establecer un plan a seguir para desarrollar las capacidades necesarias.

En términos generales, para el estudio realizado en la USM se tiene que los perfiles STEM promedian un Coeficiente de Innovación de 60.5 en una escala que va desde 0 a 100, lo cual sitúa a la muestra por debajo del benchmark latinoamericano obtenido por Transforme, el cual corresponde a un Coeficiente de Innovación de 61.1. Luego, para cada una de las habilidades evaluadas se obtuvieron las siguientes puntuaciones: *Cuestionar todo* 64 puntos, *Observar y aprender* 58 puntos, *Conectar ampliamente* 54.6 puntos, *Asociar ideas con problemas* 64.7 puntos, y finalmente, *Experimentar y tomar riesgos* 61.2 puntos.

La habilidad Cuestionar se compone de las variables expuestas en la figura 7; paciencia, no convencionalismo, curiosidad, meticulosidad y capacidad de planificación. En donde la muestra STEM de la USM destaca positivamente sólo en la última variable mencionada.

Figura 7

Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Cuestionar

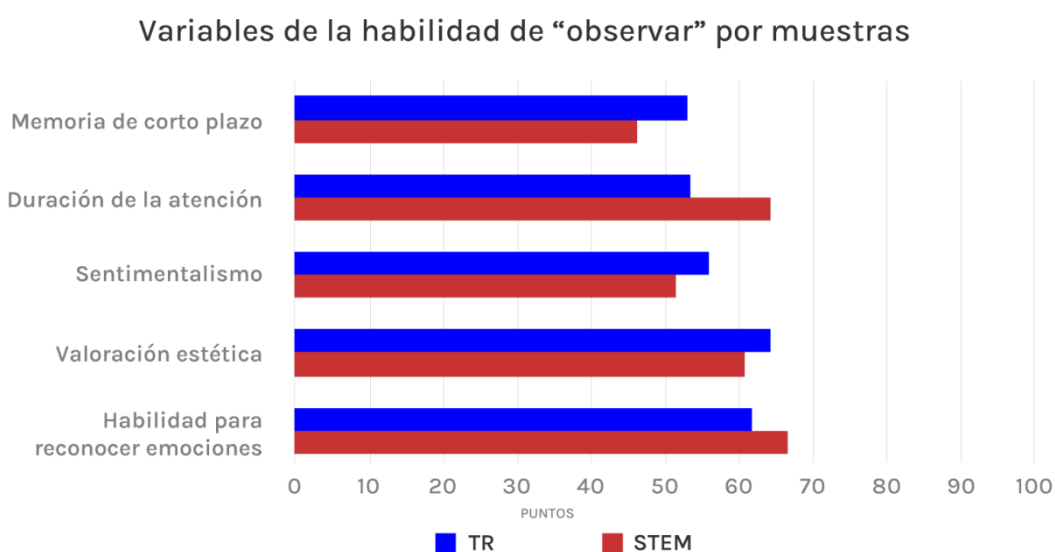


Tomado de *Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género*, Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme, 2023.

La habilidad Observar se compone de las variables expuestas en la figura 8; memoria de corto plazo, duración de la atención, sentimentalismo, valoración estética y habilidad para reconocer emociones. En donde la muestra STEM de la USM destaca positivamente en duración de la atención y en la habilidad para reconocer emociones.

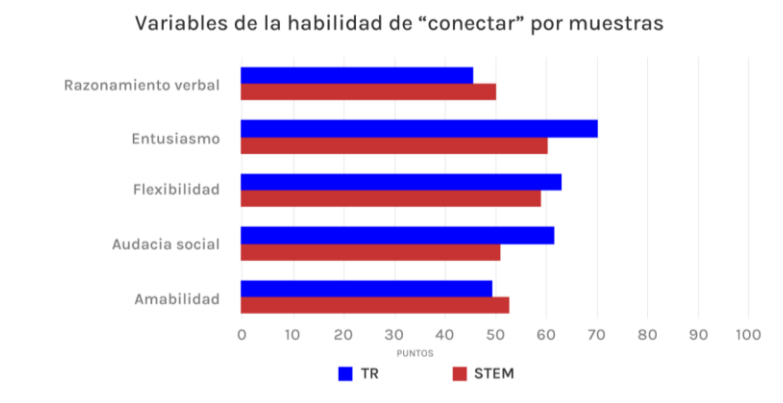
Figura 8

Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Observar



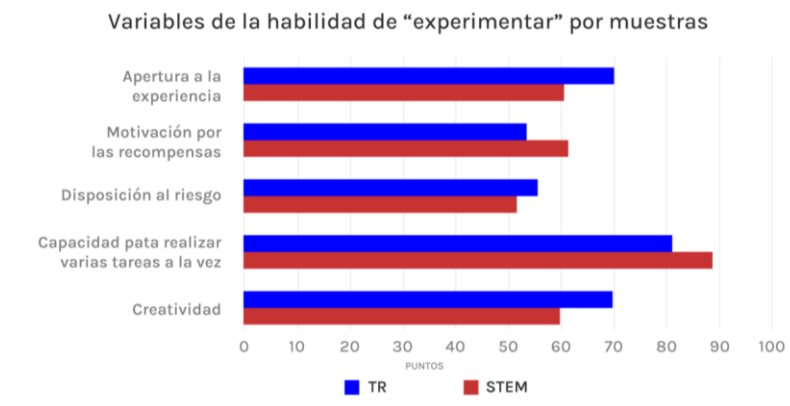
Tomado de *Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género*, Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme, 2023.

La habilidad Conectar se compone de las variables expuestas en la figura 9; razonamiento verbal, entusiasmo, flexibilidad, audacia social y amabilidad. En donde la muestra STEM de la USM destaca positivamente en la primera variable y en la última.

Figura 9*Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Conectar*

Tomado de *Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género*, Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme, 2023.

La habilidad Experimentar se compone de las variables expuestas en la figura 10; apertura a la experiencia, motivación por las recompensas, disposición al riesgo, capacidad para realizar varias tareas a la vez y creatividad. En donde la muestra STEM de la USM destaca positivamente en la segunda variable y en la cuarta.

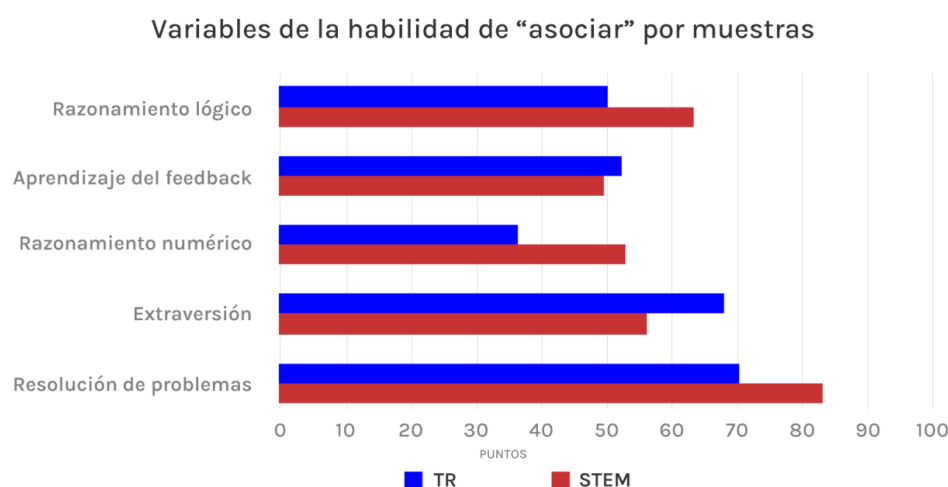
Figura 10*Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Experimentar*

Tomado de *Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género*, Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme, 2023.

Finalmente, la habilidad Asociar se compone de las variables expuestas en la figura 11; razonamiento lógico, aprendizaje del feedback, razonamiento numérico, extraversión y resolución de problemas. En donde la muestra STEM de la USM destaca positivamente en la primera, tercera y última variable.

Figura 11

Comparación de Puntuaciones de Variables Pertenecientes a Habilidad Asociar



Tomado de *Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género*, Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme, 2023.

En conclusión, la muestra de la USM destaca positivamente respecto a la de Transforme y GenomaWork en todos los tipos de razonamiento, resolución de problemas, capacidad de planificación y capacidad de realizar varias tareas a la vez. Sin embargo, en el aspecto negativo, presenta brechas significativas con respecto a la apertura a la experiencia, disposición al riesgo, creatividad, entusiasmo, flexibilidad, audacia social y curiosidad (USM-Transforme, 2023). La

brecha más preocupante es en la capacidad de conectar ampliamente, ya que la mayoría de las variables que componen dicha habilidad, reciben puntuaciones muy por debajo del promedio de la muestra de Transforme, lo cual debe ser mejorado para fomentar una mayor innovación y colaboración efectiva en la muestra STEM.

3.5 Creatividad

La creatividad se define como la capacidad de generar ideas nuevas y útiles, tanto a nivel personal como en equipo. Implica la generación de ideas no solo novedosas, sino que también, ideas que tienen valor y aplicabilidad en el contexto que se desarrollan (Anderson et al., 2014). La creatividad consta de tres componentes principales, la experiencia que posee el individuo, considerando tanto su conocimiento como sus habilidades, el pensamiento flexible e imaginativo al ser capaz de ver la realidad de nuevas y diferentes maneras, y también, la motivación intrínseca, es decir, el impulso de realizar algo porque resulta interesante, satisfactorio o personalmente desafiante (Anderson et al., 2014). Por otro lado, Villegas (2008) plantea que la actividad creativa es de carácter transformador, ya que, la persona creadora se nutre de su entorno, toma la información necesaria, la reorganiza adecuándola a su situación particular y así, logra una transformación novedosa. Es así, que la creatividad puede ser entendida como un proceso que si bien, es desarrollado por un individuo, necesita de la interacción y socialización con el medio y el contexto para lograr estimularla (Cuadros et al., 2012).

3.5.1 Relación Entre la Innovación y la Creatividad

La creatividad entendida como la capacidad de generar ideas nuevas y valiosas, y la innovación definida como la aplicación de nuevas ideas para desarrollar productos, procesos o servicios que aporten valor, mantienen una relación de interdependencia (Pérez, 2009). La creatividad proporciona las ideas necesarias, mientras que la innovación se encarga de

implementarlas y convertirlas en una realidad, por ende, ambos conceptos son parte del mismo proceso, siendo la generación y la implementación de ideas, etapas clave para un desempeño exitoso en una organización (Anderson et al., 2014). Sin un proceso creativo, no puede haber innovación; y sin innovación, las ideas creativas pueden quedarse sólo en el ámbito teórico sin una aplicación práctica efectiva. Es así, como Leonard y Barton (2013) reafirman esta idea de interdependencia al considerar la creatividad como el motor que impulsa la innovación, pues afirman que, sin una fuente de ideas frescas y originales, las organizaciones no pueden innovar de manera efectiva. Además, los autores mencionan que si bien, las ideas creativas pueden surgir de diversas fuentes, como análisis de mercado, resolución de problemas cotidianos, colaboración interdisciplinaria, entre otros, estas ideas sólo cobran un verdadero valor cuando se transforman en productos servicios o procesos innovadores.

3.5.2 Design Thinking

El Design Thinking o Pensamiento de Diseño traducido al español, consiste en una metodología innovadora centrada en el usuario que busca solucionar problemas complejos de manera creativa y eficiente. En específico, se trata de:

Una manera de resolver problemas reduciendo riesgos y aumentando las posibilidades de éxito. Empieza centrándose en las necesidades humanas y a partir de ahí, observa, crea prototipos y los prueba, consigue conectar conocimientos de diversas disciplinas para llegar a una solución humanamente deseable, técnicamente viable y económicamente rentable (Serrano y Blázquez, 2015).

Se dice también, que consiste en un proceso participativo, donde se fomenta la creatividad y la toma de decisiones. Siendo una de las bases de esta metodología, el considerar que las buenas

ideas surgen de un proceso creativo participativo, donde todas las partes relacionadas con el contexto colaboran en la búsqueda de soluciones (Serrano y Blázquez, 2015).

El Pensamiento de Diseño se relaciona directamente con el Pensamiento Creativo, pues ambos ayudan al desarrollo de nuevos conceptos, generando nuevas combinaciones de ideas para cubrir una necesidad. Es más, es posible encontrar similitudes en las acciones de personas que desarrollan estos pensamientos. Una persona que emplea el Pensamiento de Diseño a diario tendrá que cuestionarse de manera constante, incluyendo ciertos puntos que se consideran más establecidos con el fin de mejorarlos; lo cual es exactamente lo que hace una persona que es creativa al crear cosas que anteriormente no existían. Otras características que comparten el Pensamiento de Diseño con el Creativo son la originalidad, flexibilidad y la elaboración particular, siendo éstas fundamentales para la habilidad de reformular ideas, lo cual es esencial para estos pensamientos (Serrano y Blázquez, 2015).

Por otro lado, también es posible encontrar una relación entre el Pensamiento de Diseño y el proceso de innovación. En particular, tal como indica Rey (2009) son al menos seis los puntos que el Pensamiento de Diseño aporta como novedad para un proceso de innovación. En primer lugar, se tiene la *Empatía y Observación*. Tim Brown, el considerado creador del Design Thinking plantea que la mirada humana es esencial en un proceso de innovación, y el Pensamiento de Diseño comprende a profundidad las expectativas de los consumidores con respecto a un determinado producto o servicio precisamente mediante la observación de los detalles y la dimensión emocional. En segundo lugar, se tiene la *Imaginación y Pensamiento Crítico*, ya que, ser un Pensador de Diseño implica tener una predisposición a cuestionarse todo, y a su vez, permite generar muchas ideas incluyendo ideas básicas y malas, ya que, para dar lugar a una innovación transformadora, los participantes no deben conocer todas las respuestas, para que innovar no sea

difícil. En tercer lugar, se tiene la *Creatividad dentro de las restricciones*, pues un Pensador de Diseño utiliza y emplea la creatividad sólo hasta donde la realidad se lo permite, gestionando de manera apropiada cualquier limitación existente. Luego, en cuarto lugar, se tiene la *Experimentación y creación de prototipos*, pues aquel que desarrolla el Pensamiento de Diseño, no sólo genera ideas, sino que también las lleva a la práctica buscando mecanismos que le permita testear y medirlas, con el fin de verificar que en realidad funcionan. En quinto lugar, se tiene la *Multidisciplinariedad y trabajo en equipo*, ya que un Pensador de Diseño formará parte de un equipo multidisciplinario para resolver todo tipo de problemas que se presenten en el camino. Finalmente, se tiene el *Pensamiento Integrador*, el cual se trata de observar e interpretar la experiencia de manera global, como un todo, con el fin de captar la experiencia completa del usuario y ser capaz de estudiarla en un contexto amplio.

Esta metodología se basa en cinco fases fundamentales que se describen a continuación:

3.5.2.1 Empatizar. En esta primera fase, los pensadores de diseño se sumergen en la experiencia de los usuarios finales observando tanto al usuario como a las circunstancias alrededor del producto, con foco en las necesidades humanas. Para desarrollar la empatía se realizan entrevistas para capturar lo que el usuario dice, piensa y siente a través de sus respuestas y la observación externa (Serrano y Blázquez, 2015).

3.5.2.2 Definir. Esta etapa lleva a considerar todas las alternativas posibles de solución al problema, pues se sintetizan los datos obtenidos en la fase de empatía para ser capaces luego de definir y estructurar el problema principal que se desea resolver (Serrano y Blázquez, 2015).

3.5.2.3 Idear. Se crean y evalúan conceptos que puedan resolver el problema definido, generando múltiples ideas y soluciones potenciales que no deben ser juzgadas tempranamente,

fomentando la creatividad para explorar todas las posibles direcciones. En esta etapa se expresa el pensamiento con herramientas visuales como bocetos, diagramas y notas para aclarar conceptos (Serrano y Blázquez, 2015).

3.5.2.4 Prototipar. Las mejores ideas que resulten de la fase anterior se convierten en prototipos tangibles. El producto o servicio se puede construir en base a bocetos, maquetas o modelos de espuma, sin embargo, no con los materiales finales, pues se espera que el proceso de volver las ideas tangibles sea lo más rápido posible, para que tan pronto como se pueda se evalúen, se re definan en caso de ser necesario y se seleccione la mejor (Serrano y Blázquez, 2015).

3.5.2.5 Testear. Se prueban los prototipos con los usuarios reales para obtener retroalimentación directa. Este ciclo se repite las veces necesarias hasta tener más información del usuario, con el fin de modificar en múltiples iteraciones el prototipo generado hasta obtener a través de constantes mejoras su diseño final (Serrano y Blázquez, 2015).

3.5.3 *My Creative Types*

La herramienta “My Creative Types” es una herramienta interactiva creada por Adobe Create Magazine, la cual permite que las personas descubran y exploren su tipo de creatividad. Se basa en investigaciones psicológicas, y a través de un test en línea con quince preguntas, se evalúan los hábitos y tendencias básicas de las personas, considerando cómo piensan, como actúan y cómo ven el mundo, para así identificar y asociar al encuestado con su tipo creativo. A partir del tipo creativo identificado, el encuestado será capaz de comprender mejor sus motivaciones, además de saber cómo maximizar sus dones naturales y afrontar sus retos. Es posible que para una misma persona se obtenga como resultado distintos tipos creativos al pasar el tiempo, ya que, en distintos momentos de la vida se puede potenciar un tipo creativo más que otro, pero todas las personas creativas presentan un poco de los ocho tipos creativos en su interior (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.1 Artista. Su fortaleza creativa es la capacidad para dar vida a ideas y conceptos, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es convertirse totalmente intrépido en su expresión. Siente necesidad de crear para sentirse vivo, es impulsado por una abundancia de ideas y visiones, lo cual lo motiva a expresarse y transformar su entorno. Se mueve en la intersección entre el mundo interno y el externo, creando obras que impactan profundamente a los demás e inspiran nuevas formas de ver el mundo. Tiene una fuerte orientación estética y deseos de un entorno bien diseñado, lo cual lo lleva a trabajar mejor en solitario, valorando la independencia para seguir sus propios impulsos creativos. Se enfrenta al desafío de superar bloqueos creativos derivados de su naturaleza emocional, y si bien, también se enfrenta al miedo y la duda, aprende a convertirlos en aliados que le orientan hacia la grandeza creativa. Su colaborador ideal es el Productor, ya que, al trabajar juntos cuentan con la visión y el empuje necesario para manifestar ideas a gran escala. El Productor es quién ayuda a amplificar el impacto que podría ocasionar el Artista y lo impulsa a lograr alcanzar la meta con sus proyectos (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.2 Pensador. Su fortaleza creativa es la curiosidad intelectual y su capacidad para encontrar y crear significado, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es ser capaz de unir la teoría y la práctica, aplicando sus ideas en la vida real. Para el pensador, sólo una vida examinada es realmente valiosa. Es impulsado por una insaciable curiosidad intelectual, convirtiendo la búsqueda de conocimiento en una misión de toda la vida. Su mente está en constante actividad, con un constante flujo de preguntas y de pensamientos abstractos. Sus mayores dotes son su asombro y profundidad perceptiva, que permiten que observe el panorama general y el significado profundo de cualquier situación. Por otro lado, dado que sus mayores desafíos son salir de sus pensamientos y equilibrar la teoría con la práctica, debe luchar con quedar atrapado en conceptos y abstracciones. Su colaborador ideal es el Aventurero, ya que, son el

complemento perfecto a su naturaleza de carácter introspectiva y analítica. El Aventurero es quien con su espíritu y motivación, le recuerdan al Pensador que debe abrazar las alegrías de la creación y no tener miedo de involucrarse más en el proceso (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.3 Aventurero. Su fortaleza creativa es los altos niveles que presenta de energía creativa, espíritu de curiosidad y juego, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es tener la capacidad de comprometerse a desarrollar una habilidad o proyecto particular. Su apasionada búsqueda creativa y su curiosidad sin fin son impredecibles. Presenta altos niveles de energía y entusiasmo ilimitado, gracias a lo cual, se inspira fácilmente y está dispuesto a seguir sus fascinaciones adonde sea que lo lleven. No se conforma con solo generar ideas, ya que, siente una necesidad casi compulsiva de llevarlas a cabo. Su abundante energía los impulsa a explorar diversos intereses, pasatiempos y proyectos artísticos, desarrollando experiencia en varias áreas a lo largo de su vida. Necesitan liberar su energía regularmente, de lo contrario, pueden sentirse frustrados y sin rumbo. Encontrar salidas creativas satisfactorias y comprometerse con ellas es crucial. Su colaborador ideal es el Artista, ya que, juntos se potencian para explorar nuevos horizontes creativos. El Artista con su conexión profunda con fuentes de inspiración, permite que el Aventurero se inspire y dirija su espíritu hacia viajes de autoexploración (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.4 Fabricante. Su fortaleza creativa es su capacidad de enfoque y dedicación, lo cual es crucial para alcanzar niveles de maestría, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es la capacidad de tomar riesgos creativos y también, encontrar alegría y diversión en el proceso. El fabricante perfecciona el arte de transformar ideas y visiones en formas tridimensionales. Su labor resulta crucial para la sociedad, ya que, desarrolla sistemas, estructuras, herramientas e innovaciones esenciales para todos. Constantemente se ocupa de resolver problemas, avanzar en metas significativas y completar proyectos. Destaca en diseño, artesanía, arquitectura y otras áreas

que fusionan arte, negocios y tecnología. Su motivación son los resultados tangibles, y si bien, disfruta de la colaboración, prefiere trabajar en solitario para enfocarse en su propio proceso creativo. Comprende el valor de la perseverancia y no teme realizar el trabajo poco glamuroso necesario para construir algo valioso en el tiempo. Su colaborador ideal es el Visionario, ya que, su gran capacidad de imaginación aporta al Fabricante y le permite soñar a lo grande, imaginando hasta lo imposible, y a su vez, lo empodera a arriesgarse sin miedo a fracasar para hacerlo realidad (Adobe Create s.f.).

3.5.3.5 Productor. Su fortaleza creativa es su habilidad de liderazgo y su capacidad de hacer que las cosas sucedan, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es equilibrar la productividad con el propósito. El productor es quien tiene el rol del tipo creativo que ejecuta, su perfil combina una gran creatividad con realismo y una actitud que permite que las cosas sucedan. Se enfoca en metas y resultados, sintiéndose orgulloso al implementar ideas, disfrutando del proceso de creativo al mismo tiempo que maneja los desafíos que se presentan en el camino con calma. Destaca en roles colaborativos y de liderazgo, encargándose de coordinar todo para completar proyectos. Enfrenta su mayor desafío de conectar su productividad con un propósito más profundo, utilizando su intuición como guía para alcanzar sus verdaderas profundidades creativas. Su colaborador ideal es el Soñador, ya que, es quien le recuerda que la inspiración no tiene límites realmente, y a su vez, se encargan de encender su imaginación, inspirándolos a pensar en grande (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.6 Soñador. Su fortaleza creativa es su conexión con las emociones, imaginación, empatía y sensibilidad, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es utilizar sus sueños para impulsar la acción en el mundo real. El soñador percibe el mundo como un escenario de belleza y misterio, donde en lugar de ver cifras y datos concretos, le da una segunda interpretación

a todo lo que observa. Presenta una profunda emocionalidad e intuición, convirtiéndose en el idealista y romántico por excelencia. Disfruta de manifestar su mundo interno a través de la literatura, música y artes. Expresa emociones universales, de tal modo que conmueve profundamente a los demás, sin embargo, su mayor desafío es salir de su imaginación para volver al presente y realizar acciones metódicas reales. Su colaborador ideal es el Innovador, quien aterriza el elevador idealismo del Soñador, con un enfoque en soluciones pragmáticas. Puede inspirarlo para aplicar su imaginación al cambio en el mundo real (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.7 Innovador. Su fortaleza creativa es la capacidad para generar nuevas ideas y soluciones innovadoras, mientras que, por otro lado, su potencial no explotado es dominar el arte de ejecutar ideas. El innovador observa y evalúa el mundo a través del prisma de las posibilidades y el progreso, enfocándose tanto en los problemas como en las soluciones. Se siente auténtico al utilizar su intelecto y creatividad para resolver desafíos y concebir nuevas y mejoradas formas de hacer las cosas. Analiza constantemente las estructuras y sistemas que lo rodean en busca de oportunidades para avanzar. Si bien el cambio asusta a la mayoría de las personas, para el Innovador resulta ser combustible de su creatividad. Su propósito es iluminar el camino hacia el futuro y ayudar a los demás a adaptarse y prosperar en tiempos de transformación rápida e impredecible. Naturalmente se inclina a asumir riesgos, ya que tiene un deseo insaciable de explorar lo desconocido y expandir fronteras, destacándose en la búsqueda de cambios significativos y mejoras a gran escala. Su colaborador ideal es el Fabricante, ya que le recuerda al Innovador que ir paso a paso resulta ser una estrategia creativa mucho más eficaz que entregar todo el esfuerzo y energías en apresurarse demasiado por llegar hasta la meta (Adobe Create, s.f.).

3.5.3.8 Visionario. Su fortaleza creativa es poseer un pleno de grandes ideas y su capacidad para ver potencial y posibilidades en todas partes, mientras que, por otro lado, su potencial no

explotado es utilizar sus visiones para impulsar una acción diaria consistente. El visionario se mueve en un mundo de infinitas posibilidades, siempre imaginando cómo podrían ser las cosas. Es motivado por superar los límites impuestos por sus propias creencias. Su naturaleza introspectiva y curiosa se equilibra con un deseo de contribuir a la sociedad, y su carisma le permite compartir y generar comunidades en torno a valores compartidos. Debe enfrentarse al gran desafío de evitar quedarse en la fase de soñar y en su lugar, tomar acciones día a día que sean consistentes para hacer realidad el futuro que visualiza. Su colaborador ideal es el Pensador, quien le permite enfocar su trabajo creativo con fundamento y racionalidad, además, con su percepción profunda y su intelecto inquisitivo, le aportan una claridad poderosa que puede hacer que sus visiones tengan mayor nitidez (Adobe Create, s.f.).

4. Metodología

4.1 Metodología de Trabajo en el Módulo

El módulo piloto de innovación dentro del curso Introducción a la Ingeniería en el paralelo 103 del semestre 2024-1 tiene una duración de siete semanas, lo que es equivalente a 14 clases, debido a que el paralelo tiene dos clases por semana, los días miércoles y jueves. Durante este período se enseña a los estudiantes sobre las cinco principales etapas del Design Thinking, a modo de que ellos sean capaces de entender qué es la innovación, al mismo tiempo que comprenden y aplican un método que utiliza la innovación como motor principal.

En la primera semana del módulo se presenta el concepto de innovación, abordando tanto su definición como también sus particularidades y las razones por las cuales es un tópico relevante a tratar en la actualidad en el entorno laboral y social. Esto se hace a modo de introducción en la primera clase de la semana, mientras que al siguiente día, si bien se abordan algunas definiciones, es dicha clase, la sesión en donde se arman los grupos de trabajo para el resto del módulo, según como se detalla más adelante en la Metodología de Formación de los Equipos. Estos equipos son los equipos de trabajo a conservar durante todo el módulo de innovación, por ende, es bajo esta configuración de equipos que se aborda la elaboración de un proyecto que responda a una problemática, necesidad u oportunidad identificada en algún grupo humano en particular, que guarde relación con uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de Naciones Unidas (ONU) propuestos en la clase por el profesor del curso, los cuales corresponden a: “Fin de la pobreza”, “Salud y bienestar”, “Educación de calidad”, “Igualdad de género”, “Agua limpia y saneamiento”, “Ciudades y comunidades sostenibles” y “Acción por el clima”.

Luego, a partir de la segunda semana comienzan las sesiones de trabajo como tal para las temáticas de proyecto de cada uno de los equipos. Para esto, se destina una semana por cada una

de las cinco etapas de Design Thinking que se abordan, donde en la primera sesión de cada semana, se entrega una visión general de la etapa del Design Thinking en la cual se trabaja, y a su vez, las principales técnicas para el desarrollo de dicha etapa. Mientras que, en la segunda sesión de cada semana, los equipos deben llevar a la práctica lo aprendido previamente, ya sea mediante la elaboración de las herramientas a utilizar posteriormente para un desarrollo óptimo de los objetivos de cada una de las etapas aplicadas a sus proyectos, o bien, mediante el desarrollo de actividades y competencias propias de la etapa que se está abordando en la relación con sus proyectos. Desde la segunda hasta la quinta semana se utiliza esta metodología de trabajo, abarcando las etapas de Empatizar, Definir, Idear y Prototipar, mientras que, en la sexta semana se utiliza una sesión de clases para la etapa de Testear y la otra sesión, para Reflexionar mediante la construcción de un modelo de negocios de la propuesta de solución de cada proyecto, a modo de sintetizar el aprendizaje a través de las etapas de Design Thinking.

Finalmente, en la séptima y última semana del módulo, cada equipo debe presentar un Pitch sobre sus respectivos proyectos simulando que los posibles clientes son el resto de los estudiantes en la audiencia. Es a partir de esta presentación que posteriormente se realiza la Coevaluación entre equipos como método de evaluación.

4.1.1 Formación de los Equipos

En la clase de formación de equipos, los estudiantes realizan el test de “My Creative Types” de Adobe Create en la sala de clases, siendo guiados por el profesor del curso. Durante el proceso, el profesor lee en voz alta cada pregunta con sus respectivas opciones de respuestas, asegurándose que todos los estudiantes comprendan claramente el contenido y puedan responder de manera informada el test en línea a través de sus dispositivos móviles. Esta dinámica facilita un entorno colaborativo y estructurado, permitiendo que los estudiantes se concentren en el test y sean capaces

de identificar con precisión su perfil creativo, pues posterior a esto, se espera que los equipos de trabajo estén compuestos por integrantes con distintos tipos creativos que se complementen entre sí según las parejas de colaboradores ideales establecidas por Adobe Create.

Para la formación de los equipos, se implementa un sistema de identificación según sexo biológico utilizando notas adhesivas de colores, lo cual facilita un proceso de selección basado en los perfiles creativos de los participantes, y a su vez, facilita la priorización de contar con la presencia de al menos una mujer en cada equipo. A cada estudiante se le entrega una nota adhesiva de color específico: rosado para las mujeres y verde para los hombres. En dichas notas adhesivas, cada estudiante debía escribir en la parte visible el tipo creativo que obtuvieron luego de realizar el test, y en la parte no visible, es decir, en el lado trasero de la nota, su nombre y apellido. Posterior a esto, cada estudiante debe pegar su nota adhesiva en la pizarra de la sala de clases de modo que quede visible sólo el perfil creativo, para luego llevar a cabo una dinámica para la formación de los equipos.

Se forman ocho equipos, cinco de ellos con cinco estudiantes y los otros tres equipos con sólo cuatro estudiantes. Procurando seguir un enfoque de género para el desarrollo del trabajo en equipo, se prioriza que en cada equipo pueda incorporarse al menos una mujer, por lo que, en primer lugar se asigna al azar una mujer para cada uno de los ocho equipos que se deben formar. Luego, la primera integrante de cada uno de los equipos, en base a su perfil creativo, debe elegir a otra mujer que posea el perfil creativo que complementa al suyo propio, es decir, su colaborador ideal. Se esperaba que cada equipo contara con al menos dos integrantes mujer, pero dado que sólo hay trece mujeres en total en el curso, en sólo los primeros cinco equipos se logra esto, por ende, en los últimos tres equipos, la primera integrante debe elegir a su colaborador ideal siendo un hombre. A continuación, el último miembro incorporado al equipo debe elegir a otro integrante

que posea el perfil de su colaborador ideal, y en caso de no haber disponible algún estudiante con dicho perfil creativo, entonces debe elegir a cualquier otro. Esto se repite sucesivas ocasiones hasta completar el número total indicado de integrantes por equipo.

4.2 Metodología de Evaluación

En el presente apartado se detalla el enfoque integral empleado para evaluar el desempeño y percepción de los estudiantes del módulo de innovación, implementando tres tipos de evaluaciones complementarias, una autoevaluación que permite a los participantes reflexionar sobre su trabajo personal, una coevaluación entre grupos facilitando un intercambio crítico y empático de opiniones entre pares, y finalmente, una evaluación externa que aporta una perspectiva objetiva y especializada.

4.2.1 Autoevaluación

Con el fin de evaluar el progreso personal y grupal en la competencia transversal sello (CTS) de Innovación y Emprendimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María según la percepción personal de cada uno de los estudiantes, se crea un instrumento de autoevaluación en donde cada estudiante revisa y analiza de manera crítica su propio rendimiento en las afirmaciones presentadas en el cuestionario. Se realiza una autoevaluación para cada una de las etapas de Design Thinking trabajadas en el curso de Introducción a la Ingeniería, es decir, cada estudiante debe realizar cinco autoevaluaciones en total, siendo realizada cada una en la última clase de cada etapa respectiva. Estas autoevaluaciones se llevan a cabo mediante la plataforma Google Forms.

Para construir el instrumento, se toma en consideración el Modelo de Evaluación de Competencias Transversales Sello – USM elaborado por la Dirección de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad. En específico, el cuestionario se basa en la rúbrica para evaluar la competencia de Innovación y Emprendimiento en su Nivel Inicial, el cual establece que el estudiante debe ser

capaz de “Aplicar estrategias creativas, integrando conocimientos y habilidades propias como de sus pares para generar propuestas divergentes a situaciones dadas” (DEA USM, s.f.). La rúbrica entrega cuatro indicadores que permiten medir el desempeño de los estudiantes en cuanto a lo que se espera que sean capaces de realizar en este nivel inicial. Los cuatro indicadores con sus respectivos niveles de desempeño son los que se muestran en la figura 12 a continuación.

Figura 12

Indicadores de Desempeño para CTS de Innovación y Emprendimiento en Nivel Inicial

Indicadores	Indicadores de desempeño			
Interpreta una situación en base a información específica.	Interpreta la situación sin alcanzar a comprenderla.	Interpreta en base a información y supuestos inadecuados mostrando una comprensión parcial de la situación.	Interpreta en base a información general aproximándose a la situación real.	Interpreta una situación en base a información específica.
Utiliza estrategias creativas para abordar la situación dada.	Aborda la situación dada sin utilizar alguna estrategia específica.	Emplea algunas estrategias para abordar la situación dada, pero son poco creativas.	Emplea algunas estrategias creativas para abordar la situación dada.	Utiliza estrategias creativas para abordar la situación dada.
Genera propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo.	Genera propuestas poco novedosas de manera individual.	Genera propuestas poco novedosas en conjunto con sus pares.	Genera propuestas novedosas de manera individual.	Genera propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo.
Considera en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno.	Sus propuestas no consideran aplicabilidad ni efecto positivo en el entorno.	Considera aplicabilidad en forma parcial en sus propuestas.	Considera aplicabilidad en sus propuestas, pero no el efecto en el entorno.	Considera en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno.

Tomado de *Modelo de Evaluación de Competencias Transversales Sello* – USM, Dirección de Enseñanza y Aprendizaje Universidad Técnica Federico Santa María, s.f.

A partir de esto, se crean subdimensiones para cada uno de los indicadores, con el fin de comprender todo lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer. Luego, para cada una de las subdimensiones se establece al menos una afirmación que deberá ser respondida posteriormente por el estudiante en la autoevaluación. En la tabla 1 expuesta a continuación se muestra lo mencionado, considerando que los indicadores de las CTS corresponden a la siguiente enumeración: (1) Interpreta una situación en base a información específica, (2) Utiliza estrategias creativas para abordar la situación dada, (3) Genera propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo, (4) Considera en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno.

Tabla 1.

Afirmaciones de la Autoevaluación del Módulo Piloto de Innovación

#	INDICADOR DE LA CTS	SUBDIMENSIÓN	ENUNCIADO AFIRMACIÓN
1	1	Comprensión contextual	Comprendí el contexto en el que se desenvuelve el tema de mi proyecto de Design Thinking, identificando aspectos claves y cómo influyen en el desarrollo de posibles soluciones.
2	1	Comprensión contextual	Comprendí cómo se relacionan los conceptos de la etapa de Empatizar / Definir / Idear / Prototipar / Testear en el contexto de mi proyecto grupal.
3	1	Análisis de información	Respaldé mis argumentos con el equipo utilizando información proveniente de fuentes confiables o adquirida a través del trabajo en terreno.
4	1	Empatía	Reconozco que comprender plenamente cómo se siente alguien en una situación que no he vivido puede resultar desafiante.
5	1	Empatía	Me esfuerzo por desarrollar mi capacidad empática a través del diálogo abierto y la disposición para aprender de las experiencias de los demás.

6	1	Curiosidad	Me dieron ganas de investigar más acerca del tema de la etapa de Empatizar / Definir / Idear / Prototipar / Testear.
7	2	Mentalidad abierta	Mantuve una actitud receptiva para enfrentar el desafío de la clase.
8	2	Mentalidad abierta	Aproveché al máximo la oportunidad de poner en práctica las herramientas de diseño.
9	2	Autoconfianza	Siento que tengo mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos.
10	2	Autoconfianza	Respecto a la etapa de Empatizar / Definir / Idear / Prototipar / Testear, los conocimientos adquiridos fortalecen mi autoconfianza para prosperar en diversos entornos laborales.
11	3	Ideación	Mantuve una actitud propositiva durante la actividad, aporté en el equipo diversas ideas que desafían el estatus quo o los conceptos tradicionales.
12	3	Ideación	Sentí seguridad para proponer ideas.
13	3	Ideación	Para proponer ideas, relacioné conceptos, experiencias de vida o conocimientos provenientes de otras áreas.
14	3	Presentación de ideas	Pude exponer adecuadamente mis ideas a mis compañeros de equipo o al resto del curso.
15	3	Presentación de ideas.	Al plantear mis ideas, intenté acentuar con mi tono de voz lo que me parecía más relevante.
16	3	Experimentación	Probé nuevas ideas o enfoques, buscando mejorar continuamente la solución que con mi equipo proponemos.
17	3	Trabajo en equipo	Me sentí cómodo(a) y acogido(a) en mi equipo de trabajo.
18	3	Trabajo en equipo	Colaboré con mi equipo de trabajo para completar el desafío de la clase.
19	3	Trabajo en equipo	Me sentí responsable de los resultados que obtuvimos con el equipo.
20	4	Relevancia contextual	Las ideas o soluciones que propone el equipo se alinean con el desafío que plantea el curso y con las necesidades del público objetivo.
21	4	Viabilidad práctica	Las ideas o soluciones que propone el equipo consideran criterios de factibilidad que aseguren su implementación. Por ejemplo, capacidad de los integrantes del

			equipo, costo del proyecto o tecnologías disponibles.
22	4	Sostenibilidad	Las ideas o soluciones que propone el equipo contribuyen al desarrollo sostenible de largo plazo, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales, y evitando impactos negativos o no deseados.
23	4	Impacto positivo	Las ideas o soluciones que propone el equipo buscan maximizar los beneficios del público objetivo y minimizar los posibles riesgos o efectos negativos.

Nota. La primera columna indica el número de pregunta con el cual se identifica la afirmación en las autoevaluaciones. Tomado de *Autoevaluación Curso DT, Introducción a la Ingeniería*, por M. Gárate y P. Águila, 2024.

Es así, que para las etapas de Empatizar y Definir se incluye en las respectivas autoevaluaciones, sólo hasta la afirmación número 10, evaluando únicamente los indicadores 1 y 2 de la Rúbrica de Indicadores de Desempeño para CTS de Innovación y Emprendimiento en Nivel Inicial de la Universidad Técnica Federico Santa María, los cuales corresponden a interpretar una situación en base a información específica y utilizar estrategias creativas para abordar la situación dada (DEA USM, s.f.). Abarcando las subdimensiones de comprensión contextual, análisis de información, empatía, curiosidad, mentalidad abierta y autoconfianza. Esto debido a que sólo son aquellas competencias las que se han desarrollado hasta dicho momento, posterior al estudio y aplicación de las primeras dos etapas de Design Thinking.

Por otro lado, para las etapas de Idear, Prototipar y Testear se incluyen en las respectivas autoevaluaciones todas las afirmaciones planteadas en la tabla 1, evaluando los cuatro indicadores de la Rúbrica de Indicadores de Desempeño para CTS de Innovación y Emprendimiento en Nivel Inicial de la Universidad Técnica Federico Santa María, considerando los dos indicadores

mencionados anteriormente para las primeras dos etapas, y también en esta ocasión se considera que los estudiantes autoevalúen su capacidad de generar propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo y además, su capacidad de considerar en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno (DEA USM, s.f.). Abarcando las subdimensiones de comprensión contextual, análisis de información, empatía, curiosidad, mentalidad abierta, autoconfianza, ideación, presentación de ideas, experimentación, trabajo en equipo, relevancia contextual, viabilidad práctica, sostenibilidad e impacto positivo, pues al haber estudiado y aplicado las cinco principales etapas del Design Thinking se espera abarcar la totalidad de estos puntos, estimulando y desarrollando la CTS de Innovación y Emprendimiento en los estudiantes.

Cada una de las afirmaciones dispuestas para que los estudiantes realicen una evaluación sobre su desempeño personal puede ser respondida con cuatro posibles respuestas, las cuales corresponden a una escala Likert de acuerdo, donde las posibles respuestas son: “En desacuerdo”, “No estoy seguro”, “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”. Esta escala se diseña con cuatro opciones con el fin de realizar una analogía a los cuatro niveles de los indicadores de desempeño contenidos en la rúbrica de la CTS de Innovación y Emprendimiento expuestos en la Figura 12.

4.2.2 Coevaluación

Tal como se menciona en la Metodología de Trabajo en el Módulo, en la última sesión del módulo con el fin de evaluar el progreso grupal y la percepción entre equipos de trabajo en la competencia transversal sello (CTS) de Innovación y Emprendimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María, se realiza una coevaluación donde cada uno de los estudiantes que no pertenecen al grupo que presenta el Pitch sobre su proyecto, debe evaluar el desempeño del grupo

expositor. Esto se realiza a través de la herramienta expuesta en la figura 13, la cual utiliza las afirmaciones desde la 20 a la 23 de la autoevaluación expuesta en la tabla 1.

Figura 13

Instrumento de Coevaluación Pitch del Módulo Piloto de Innovación

COEVALUACIÓN PITCH								
1. Nombre y Apellido								
2. Rut o Rol								
3. N° de su equipo de trabajo								
4. Instrucciones: Escuche atentamente las presentaciones de los proyectos de sus compañeros. A continuación, evalúe el desempeño del equipo utilizando los descriptores que se presentan en la tabla. Para cada uno, asigne un número del 1 al 4, según el siguiente criterio: (4): Totalmente de acuerdo; (3): De acuerdo. (2): No estoy seguro; (1): En Desacuerdo.								
Descriptor	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Equipo 5	Equipo 6	Equipo 7	Equipo 8
La solución que propone el equipo se alinea con el desafío que plantean y con las necesidades del público objetivo.								
La solución que propone el equipo considera criterios de factibilidad que aseguren su implementación. Por ejemplo, capacidad de los integrantes del equipo, costo del proyecto o tecnologías disponibles.								
La solución que propone el equipo contribuye al desarrollo sostenible de largo plazo, considerando aspectos ambientales, económicos y sociales.								
Las ideas o soluciones que propone el equipo buscan maximizar los beneficios del público objetivo y minimizar posibles riesgos o efectos negativos.								

Tomado de *Coevaluación Pitch – Módulo Piloto de Innovación, Introducción a la Ingeniería*, por M. Gárate y P. Águila, 2024.

A través de esta coevaluación, cada estudiante revisa y analiza de manera crítica, pero a su vez desde la empatía de haber atravesado el mismo proceso, el rendimiento de los otros equipos distintos al propio. Esto se lleva a cabo en la última sesión del módulo piloto de innovación, luego de que cada equipo presente su trabajo realizado a través de una presentación tipo Pitch. Las respuestas se recopilan de manera física en la versión impresa de la Figura 13.

4.2.3 Evaluación Externa

Durante la extensión del módulo, los profesores encargados de impartir el curso y también el módulo piloto de innovación evalúan el comportamiento y desempeño de los estudiantes a nivel grupal en cada uno de los indicadores propuestos por la rúbrica de la competencia transversal sello de Innovación y Emprendimiento en su nivel inicial. Mas aún, se realiza una modificación en el indicador 2, el cual originalmente tal como se expone en la Figura 12 propone que el estudiante “Utiliza estrategias creativas para abordar la situación dada” (DEA USM, s.f.), sin embargo, dado que en el módulo se les entregan las herramientas adecuadas a los estudiantes en cada sesión de trabajo, se modifica el enunciado y ahora propone que el estudiante “Aprovecha las herramientas creativas para abordar una situación dada” (Gárate y Águila, 2024).

Esta evaluación se lleva a cabo para cada una de las etapas de Design Thinking trabajada, luego de evaluar el comportamiento de los estudiantes a lo largo de la totalidad de las sesiones de trabajo y considerando los resultados contenidos en la plataforma Miro, donde cada equipo deposita sus resultados, como, por ejemplo, los prototipos propuestos como solución a las problemáticas abordadas por cada equipo. Sin embargo, no se evalúan todos los indicadores en todas las etapas, sino que se evalúan los indicadores según las etapas en las que se comienzan a desarrollar las competencias asociadas a los indicadores, es decir, el indicador 1 y 2 se evalúan desde la primera etapa de la metodología, la etapa de Empatizar, evaluándose sólo en las primeras dos etapas el indicador 1 asociado a interpretar información en base a una situación en específico, y por otro lado, el indicador 2 asociado a aprovechar las herramientas entregadas a lo largo del módulo, se evalúa a lo largo de las cinco etapas, ya que etapa tras etapa se les entregan diversas herramientas para un trabajo óptimo. Asimismo, los indicadores 3 y 4 asociados a generar propuestas novedosas en conjunto con sus pares y considerar aplicabilidad en su entorno en las

propuestas respectivamente, se evalúan a lo largo de las tres últimas etapas, es decir, desde la etapa de Idear hasta la etapa de Testear.

Esta evaluación se realiza con números del 1 al 4, pero en este caso, no corresponde a la escala Likert de acuerdo, sino que corresponde en cada caso a los niveles de desempeño propuestos por la rúbrica original de la CTS.

4.3 Metodología del Estudio

La presente investigación se realizó bajo un enfoque mixto, donde se integran procesos tanto cuantitativos como cualitativos para lograr una comprensión integral del fenómeno bajo estudio, en particular para este caso, el impacto del módulo piloto de innovación en los estudiantes de la muestra. La investigación cuantitativa se caracteriza por su capacidad para medir y analizar fenómenos de manera numérica, proporcionando datos objetivos y generalizables, mientras que la investigación cualitativa se enfoca en la comprensión profunda de los significados, contextos y percepciones a través de la recolección de datos no numéricos. Según Hernández et al. (2014) la metodología mixta es particularmente eficaz cuando se busca una comprensión profunda de los datos numéricos, y en simultáneo, se pretende captar las percepciones subjetivas de los participantes, maximizando las fortalezas de ambos métodos.

Según Chen (2006), este enfoque proporciona una “fotografía” más completa del fenómeno al permitir que los datos cuantitativos y cualitativos mantengan sus estructuras originales o se adapten para satisfacer las necesidades del estudio. De este modo, la combinación de enfoques asegura una triangulación de datos, que no solo mejora la validez de los resultados, sino que también ofrece una visión más holística y robusta del problema, aprovechando las fortalezas de cada enfoque (Johnson et al., 2006).

Para llevar a cabo la investigación bajo este método, se utilizan diversas herramientas para recopilar de manera organizada los datos y también, realizar los análisis correspondientes. Estas herramientas principalmente corresponden a Microsoft Excel, que es un programa desarrollado por Microsoft, el cual es una hoja de cálculo ampliamente utilizada para realizar tareas como la organización de datos, creación de tablas dinámicas y la generación de gráficos simples. Su uso es común y recurrente en las investigaciones por su accesibilidad y versatilidad en el análisis preliminar de datos. Por otro lado, también se utiliza Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), el cual es un software especializado en análisis estadístico más avanzado. Este programa se utiliza en estudios cuantitativos, ya que, permite realizar desde análisis descriptivos hasta pruebas de hipótesis y modelado estadístico. Es usado frecuentemente en investigación social, educativa y de salud por su capacidad para gestionar grandes bases de datos y ejecutar análisis complejos (Pallant, 2020).

En el presente estudio se utiliza Excel para la recopilación y tabulación de datos, esto debido a que, los resultados obtenidos en la encuesta aplicada para la autoevaluación en Google Forms, se descargan en formato de hoja de cálculo y a partir de esos resultados se realizan los análisis pertinentes. Cabe mencionar, que si bien, las respuestas obtenidas en dicha encuesta corresponden a una escala Likert de acuerdo, donde las posibles respuestas son “En desacuerdo”, “No estoy seguro”, “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, una vez se obtienen los resultados en Excel, se transforman en una escala numérica, donde las respuestas pasan a ser “1”, “2”, “3” y “4” respectivamente. Se utiliza esta herramienta, además, para la tabulación de los datos obtenidos en la Coevaluación del módulo, ya que, si bien se aplica dicha evaluación en formato presencial en la última clase, y se realiza en papel, para un mejor análisis de los resultados, se tabulan y estudian desde Microsoft Excel.

De la misma forma, se utiliza Excel para cálculos sencillos como lo es el cálculo de medias, desviaciones estándar, frecuencias absolutas y porcentuales. Utilizándose la media para facilitar el análisis comparativo de los resultados obtenidos en la autoevaluación entre equipos, entre el resultado obtenido a nivel individual de los estudiantes y a nivel grupal, y también, entre las respuestas obtenidas en el nivel inicial del módulo y aquellas obtenidas al final de este. La desviación estándar por su parte permite identificar cuánto se desvían las respuestas individuales de los estudiantes de las respuestas promedio a nivel de equipos de trabajo, y las frecuencias tanto absolutas como porcentuales permiten realizar análisis descriptivo de los grupos estudiados y también, la verificación de las hipótesis propuestas por los profesores del módulo antes de iniciarlo.

En lo que respecta a las pruebas efectuadas en SPSS para realizar los análisis requeridos a lo largo de la investigación, se detallan a continuación.

4.3.1 Prueba de Chi-Cuadrado de Pearson

La prueba de Chi-Cuadrado de Pearson es un procedimiento estadístico utilizado para determinar si existe una relación significativa entre dos variables categóricas, siendo particularmente útil para evaluar la independencia o asociación entre variables en tablas de contingencia. Para su ejecución, se considera una hipótesis nula (H_0) la cual indica que no existe relación entre las variables, y también, una hipótesis alternativa H_1 , que indica que sí hay asociación entre las variables. El valor de la prueba se calcula comparando las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas, y sigue la siguiente fórmula, donde O son las frecuencias observadas y E las frecuencias esperadas (McHugh, 2013).

$$\chi^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

Además del cálculo del estadístico, se tiene una hipótesis nula y una hipótesis alternativa, las cuales se aceptan o rechazan según el p -valor que se obtenga asociado a su comprobación. A continuación, se detallan las hipótesis:

H_0 : *No hay asociación o relación significativa entre las dos variables categóricas*

H_1 : *Existe una asociación o relación significativa entre las dos variables categóricas*

La hipótesis nula entonces significa que las diferencias observadas en la tabla de contingencia se deben al azar, y las variables son independientes, mientras que la hipótesis alternativa implica que las diferencias observadas en la tabla de contingencia no se deben al azar, y por ende, las variables están relacionadas.

Para interpretar el resultado, dependerá del valor de χ^2 y el p -valor asociado. Donde, para rechazar la hipótesis nula, y ser capaz de sugerir que hay una relación significativa entre las variables, el p -valor debe ser menor que el nivel de significancia α , el cual típicamente es 0,05 (Agresti, 2018). Mientras que, por el contrario, si el p -valor resulta ser mayor, no se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que no existe evidencia suficiente para poder concluir que las variables están asociadas.

4.3.2 Razón de Verosimilitud

Es una prueba estadística utilizada para evaluar la relación entre dos variables categóricas en tablas de contingencia, basándose en el principio de máxima verosimilitud. Compara la probabilidad de que los datos observados hayan ocurrido bajo un modelo nulo, el cual asume independencia entre las variables, con la probabilidad de que los datos se ajusten mejor a un modelo alternativo, el cual asume dependencia entre las variables. En comparación con la prueba de Chi-Cuadrado, la Razón de Verosimilitud es especialmente útil cuando se trabaja con muestras

pequeñas o con frecuencias esperadas en algunas celdas de la tabla de contingencia con valores bajos. En esta ocasión, las hipótesis se plantean de manera similar a las de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson y se utilizan para evaluar la independencia entre dos variables categóricas en una tabla de contingencia, donde las hipótesis son:

H_0 : No existe asociación significativa entre las dos variables categóricas

H_1 : Existe una asociación significativa entre las dos variables categóricas

Al aceptarse la hipótesis nula, se afirma que las variables son independientes, lo que significa que la distribución observada en la tabla se puede explicar únicamente por la distribución marginal de cada variable, y por otro lado, la hipótesis alternativa afirma que las variables no son independientes, lo que implica que la distribución observada no puede explicarse solo por las distribuciones marginales, sugiriendo una relación entre las variables.

La interpretación de este estadístico es similar a la prueba de Chi-Cuadrado, donde un valor alto del estadístico, acompañado de un valor p bajo, menor a 0,05 indica que hay una relación significativa entre las variables categóricas y se rechaza la hipótesis nula. Si el valor p es mayor a 0,05 no hay evidencia suficiente para rechazar la independencia entre las variables. Donde las hipótesis nula y alternativa que se buscan comprobar corresponden a las siguientes expuestas a continuación:

4.3.3 Prueba Exacta de Fisher-Freeman-Halton

La Prueba Exacta de Fisher-Freeman-Halton es una extensión de la prueba exacta de Fisher, que es utilizada para evaluar la independencia entre dos variables categóricas en tablas de contingencia mayores a 2x2. Esta prueba resulta ser particularmente útil cuando los recuentos en las celdas de la tabla de contingencia son bajos, es decir, inferiores a 5, lo cual hace que otras

pruebas como la clásica utilizada para esto, la de Chi-Cuadrado, sean inexactas debido a la falta de precisión en su aproximación asintótica (Ruiz y Pardo, 2012).

Esta prueba al igual que la prueba de Fisher original, no se basa en distribuciones aproximadas, sino en la numeración exacta de todas las posibles combinaciones de las frecuencias observadas, dado el tamaño de muestra y la distribución marginal de las variables. Debido a este cálculo exacto, la prueba es particularmente adecuada cuando las celdas contienen pocos datos, lo que la convierte en una opción fiable cuando el análisis involucra muestras pequeñas o desequilibrios en la tabla (Martínez et al., 2015).

Para el cálculo de este estadístico y su interpretación, las hipótesis nula y alternativa para esta prueba son las siguientes:

H_0 : No existe asociación significativa entre las dos variables categóricas

H_1 : Existe una asociación significativa entre las dos variables categóricas

Donde la hipótesis nula en otras palabras implica que, las proporciones de una variable son independientes de las categorías de la otra variable, y por el contrario, la hipótesis alternativa implica que las proporciones de una variable dependen de las categorías de la otra variable, sugiriendo una relación o dependencia entre ellas.

Para su interpretación, se utiliza el valor p. Donde si el valor de p es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula, lo cual indica que existe una relación significativa entre las variables. Mientras que, por otro lado, si el valor de p es mayor que 0,05 no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que implica que no hay evidencia suficiente para afirmar que las variables están relacionadas (Pardo y San Martín, 2010).

4.3.4 Alfa de Cronbach

El Alfa de Cronbach es un coeficiente estadístico utilizado para medir la consistencia interna de un conjunto de ítems o preguntas que forman parte de un cuestionario o escala. Utilizándose este coeficiente principalmente en investigaciones que involucran escalas de medición, para determinar hasta qué punto los diversos ítems miden consistentemente el mismo constructo o concepto. A nivel general, un valor alto de Alfa de Cronbach indica que los ítems están relacionados entre sí, y, por lo tanto, que la escala es confiable (Oviedo y Campo, 2005). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

Donde k es el número de ítems en la escala o cuestionario, σ_i^2 es la varianza de cada ítem individual y σ_T^2 es la varianza total de la escala, es decir, de la suma de todos los ítems.

El coeficiente puede tomar valores entre 0 y 1, a partir de los cuales, según George y Mallery (2003), los resultados se interpretan como:

- $\alpha \geq 0,9$: Excelente consistencia interna
- $0,8 \leq \alpha < 0,9$: Buena consistencia interna
- $0,7 \leq \alpha < 0,8$: Aceptable
- $0,6 \leq \alpha < 0,7$: Cuestionable
- $\alpha < 0,6$: Mala consistencia interna

Un valor de Alfa de Cronbach demasiado alto, es decir, mayor a 0,95 podría indicar una redundancia excesiva entre los ítems o preguntas del cuestionario, lo que sugiere que varios ítems pueden estar midiendo exactamente lo mismo, lo cual no siempre es deseable (Nunally y Bernstein,

1994). Así mismo, otro punto en contra que se puede encontrar es que, si se obtiene un valor bajo de Alfa de Cronbach, podría indicar que los ítems no están suficientemente relacionados o que miden aspectos diferentes del constructo, lo cual podría requerir una revisión de los ítems o una modificación del diseño del cuestionar.

4.3.5 Coeficiente de Spearman

El Coeficiente de Correlación de Spearman es una medida no paramétrica que evalúa la relación monótona entre dos variables ordinales o entre una variable ordinal y una de razón o de intervalo. Se basa en los rangos de los datos, lo cual en presencia de distribuciones no normales y valores atípicos lo hace más robusto que la correlación de Pearson, que asume una relación lineal y requiere que los datos sean aproximadamente normales (Conover, 1999).

Se calcula a partir de los rangos de las observaciones, utilizando la siguiente fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde d_i es la diferencia entre los rangos de las dos variables para cada observación y n corresponde al número de observaciones.

Los posibles valores de Spearman varían entre -1 y 1, donde los extremos son 1, -1 y 0. Según Lehmann (2006), cada uno de ellos indicando lo siguiente:

- $\rho = 1$, indica una correlación monótona perfecta positiva. Es decir, cuando una de las variables aumenta, la otra también lo hace siempre en la misma dirección
- $\rho = -1$, indica una correlación monótona perfecta negativa. Es decir, cuando una variable aumenta, la otra disminuye en la misma proporción.
- $\rho = 0$, indica que no hay relación monótona entre las variables

La correlación de Spearman resulta útil cuando los datos no siguen una distribución normal o cuando se espera que las variables tengan una relación no lineal. Por ejemplo, se utiliza en investigaciones que buscan relaciones entre variables en escalas ordinales o cuando los datos presentan una tendencia monótona pero no lineal (Siegel y Castellan, 1998).

Ahora, al realizar su cálculo en el software SPSS y otros programas estadísticos, Spearman se calcula de manera automática, generando el valor de ρ y su significancia estadística (p-valor), lo que permite determinar si la relación entre las variables es estadísticamente significativa. Donde, si el p-valor es menor que 0,05 se concluye que hay una relación significativa entre las variables.

4.3.6 Prueba de Shapiro-Wilk

La prueba de Shapiro-Wilk es una prueba estadística utilizada para evaluar la normalidad de una distribución, siendo especialmente eficaz para pequeñas muestras y es comúnmente utilizada para verificar la suposición que los datos siguen una distribución normal, antes de aplicar análisis estadísticos adicionales (Razali y Wah, 2011).

Se basa en la comparación de la distribución acumulativa observada de los datos con la distribución normal esperada, donde se asumen las siguientes hipótesis:

H_0 : *Los datos provienen de una distribución normal*

H_1 : *Los datos no provienen de una distribución normal*

En lo que sigue, se calcula un estadístico W que evalúa el grado de ajuste de la muestra a una distribución normal, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde $x_{(i)}$ son los datos ordenados en forma ascendente, $\bar{x}$ es la media de la muestra y los coeficientes α_i se calculan de una manera compleja que depende de los momentos de la distribución normal esperada (Shapiro y Wilk, 1965).

Luego, se calcula un valor de significación (p -valor) asociado al estadístico W , donde si p es mayor que 0,05 no se rechaza la hipótesis nula, indicando que no hay evidencia suficiente para concluir que los datos se desvían de la normalidad, lo cual significa que los datos pueden considerarse como provenientes de una distribución normal. Por otro lado, si p es menor o igual a 0,05 entonces, se rechaza la hipótesis nula, sugiriendo que los datos no siguen una distribución normal (Razali y Wah, 2011).

En el software SPSS, la prueba de Shapiro-Wilk se puede aplicar fácilmente a través de la opción “Pruebas de normalidad” en la sección de análisis descriptivo, donde SPSS calcula de manera automática el estadístico y su valor de significación asociado, permitiendo al investigador evaluar si los datos cumplen con la suposición de normalidad necesaria para una posterior aplicación de ciertas pruebas estadísticas que requieren de dicha característica en los datos (Field, 2013).

4.3.7 Prueba U de Mann-Whitney

Es una prueba estadística no paramétrica utilizada para comparar las diferencias entre dos grupos independientes, la cual a diferencia de la comúnmente utilizada prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney no asume que los datos siguen una distribución normal, lo que la hace especialmente útil cuando la suposición de normalidad no se cumple o cuando se trabaja con escalas ordinales (Mann y Whitney, 1947).

Tal como otras pruebas de esta índole, se trabaja con la suposición de una hipótesis, el cálculo del estadístico y su p -valor asociado. En primer lugar, las hipótesis planteadas son:

H_0 : Las distribuciones de las dos muestras son idénticas.

H_1 : Las distribuciones de las dos muestras son diferentes.

Donde en la hipótesis nula lo que se plantea es que no existe una diferencia significativa en las medianas de los dos grupos, y en la hipótesis alternativa se plantea que sí hay una diferencia significativa en las medianas de los dos grupos.

La prueba U de Mann-Whitney calcula un estadístico para cada uno de los dos grupos a estudiar de la siguiente forma:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

Donde n_1 y n_2 son los tamaños de las muestras del Grupo 1 y Grupo 2 respectivamente, mientras que, R_1 y R_2 son las sumas de los rangos de cada grupo. Como resultado, el estadístico de prueba U es el menor de los dos valores calculados ($U = \min(U_1, U_2)$).

Los programas estadísticos como SPSS proporcionan el valor de significación asociado, a partir de lo cual, se obtiene una interpretación. Si el valor de significación p es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula, indicando una diferencia significativa entre los grupos, mientras que por otro lado, si p es mayor que 0,05 no hay evidencia suficiente para afirmar que existe una diferencia significativa (Field, 2013).

La prueba U de Mann-Whitney compara las distribuciones de los dos grupos a estudiar, y si bien, tradicionalmente se interpreta como una comparación de medianas, la prueba también refleja las diferencias en las formas de las distribuciones (Mann y Whitney, 1947).

5. Desarrollo

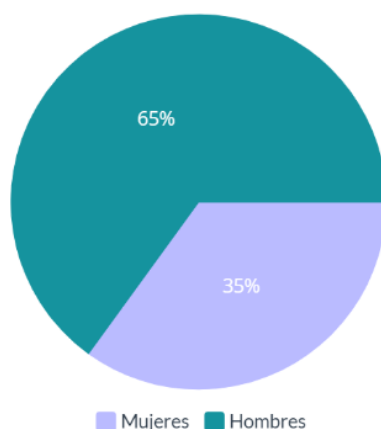
5.1 Descripción de la muestra

Para la realización del presente estudio, se considera una muestra que se compone de un grupo de 37 estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María quienes cursan el ramo Introducción a la Ingeniería IWG101 en el paralelo 103 durante el periodo 2024-1, impartido por la profesora María Pilar Gárate Chateau y el profesor Pablo Tomás Águila Pérez.

Al segmentar la muestra bajo el criterio de Sexo Biológico, se obtiene que 24 de los estudiantes son hombres, mientras que el restante de 13 estudiantes son mujeres. Correspondiendo a un 65% y 35% del curso respectivamente.

Figura 14

Gráfico de Segmentación de la Muestra Según Sexo Biológico



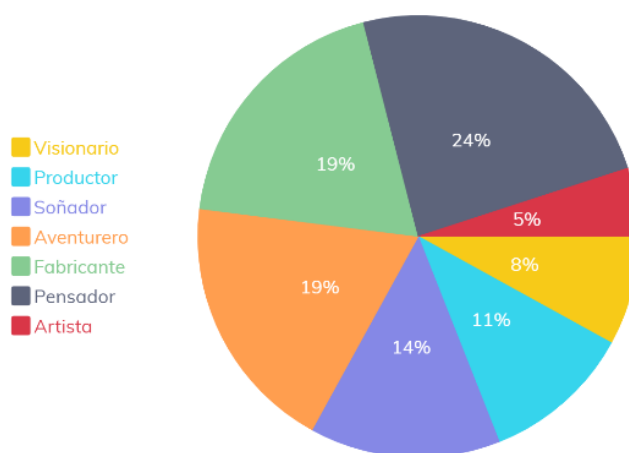
Nota. Elaboración propia, en base a datos recopilados durante la investigación.

Luego, si la muestra es segmentada bajo el criterio de Perfil Creativo según Creative Types de Adobe Create, se obtiene que los perfiles que predominan en la muestra son el Pensador con un total de 9 estudiantes, seguido por el Fabricante y el Aventurero con un total de 7 estudiantes cada

uno. Le siguen el Soñador y el Productor, con un total de 5 y 4 estudiantes respectivamente. Por otro lado, los perfiles menos comunes en la muestra son el Visionario y el Artista, con tan solo 3 y 2 estudiantes respectivamente. Mientras que, ninguno de los estudiantes del curso pertenece al perfil del Innovador.

Figura 15

Gráfico de segmentación de la muestra según Perfil Creativo de Adobe Create



Nota. Elaboración propia, a través de sitio web de diseño gráfico Canva. En base a datos recopilados durante la investigación.

Ahora, se realiza una segmentación por Perfil Creativo dentro de cada Sexo Biológico, es decir, segmentar por separado tanto a mujeres como a hombres según sus perfiles creativos. A partir de esto, se obtiene que en las mujeres el perfil que predomina con un 46% del total es el Pensador, siendo 6 las estudiantes que poseen este perfil. En los hombres, existen dos perfiles predominantes, con un 25% el Fabricante y con un 21% el Aventurero, siendo 6 y 5 los estudiantes que poseen estos perfiles respectivamente.

5.2 Análisis cualitativo de la segmentación de la muestra

Según el resultado de la última segmentación, al pertenecer la mayoría de las mujeres al perfil del Pensador, se dice que se caracterizan por una gran curiosidad intelectual y una constante búsqueda de conocimiento y verdad. Tienen una profunda percepción, lo que les entrega la capacidad de observar el panorama general y encontrar significados en diversas situaciones. Disfrutan de pasar tiempo en soledad, explorando sobre sus materias de interés y reflexionando sobre ideas abstractas. Sin embargo, su principal desafío es equilibrar la teoría con la práctica para llevar sus grandes ideas a la realidad, sin alejarse demasiado en conceptos y abstracciones.

Por otro lado, se tiene que en su mayoría los hombres están divididos entre dos perfiles que, por ende, los caracterizan. En primer lugar, el perfil Fabricante los caracteriza como personas enfocadas y dedicadas al proceso creativo, donde se destacan por la materialización de ideas en formas tridimensionales. Trabajan de manera ardua para resolver problemas y completar proyectos significativos, donde se destacan en diseño, artesanía, arquitectura y campos similares. Prefieren trabajar solos, y su mayor desafío es poder conectar con su intuición y emociones para lograr un trabajo más auténtico y original. El segundo perfil que predomina es el Aventurero, el cual los caracteriza como personas apasionadas, expresivas, con múltiples talentos, una energía inagotable y entusiasmo. Están dispuestos a seguir sus intereses. Se destacan por aprender rápidamente y manejar diversos proyectos y roles. Si bien es una persona sociable y empática, con alta capacidad para inspirar y entretener, su desafío principal es encontrar y comprometerse con una habilidad en particular o proyecto.

Cabe mencionar, que los perfiles dominantes tanto en los hombres como en las mujeres del curso, es decir, el perfil creativo de Fabricante y Pensador, tienden a preferir trabajar en soledad. Esta inclinación hacia el trabajo individual explica por qué, en ciertos momentos del curso, algunos

estudiantes se muestran molestos al tener que formar equipos de trabajo, especialmente cuando se trata de integrarse en equipos distintos a los iniciales del curso, en donde el método de formación del equipo no depende de ellos. Es posible que los estudiantes sientan incomodidad al tener que adaptar sus procesos creativos individuales a una dinámica de colaboración grupal, lo que puede ser particularmente desafiante para la mayoría de los hombres y las mujeres del curso, quienes valoran su independencia y el control sobre su propio entorno de trabajo.

5.3 Análisis cualitativo de los equipos

En la formación de equipos que se da a lugar en la realización del curso, si bien se busca lograr conformar equipos con estudiantes de perfiles creativos distintos, y que dentro de lo posible se complementen entre sí, no se logra de manera exitosa para la totalidad de los equipos. En el análisis de los equipos formados, se observa que la distribución de los perfiles creativos y su complementariedad con sus colaboradores ideales varía considerablemente entre los equipos, lo que da lugar a equipos balanceados y desbalanceados.

El equipo 1 destaca como el más balanceado, pues todos sus integrantes poseen distintos tipos creativos entre sí, y a su vez, cuenta con cuatro parejas de colaboradores ideales; Aventurero con Artista, Pensador con Aventurero, Artista con Productor y Productor con Soñador, por ende, todos los integrantes del equipo cuentan con su colaborador ideal, lo que permite equilibrar sus puntos fuertes y débiles, maximizando la efectividad del trabajo en equipo. La diversidad creativa, reflejada en la variedad de tipos creativos, permite que el equipo aborde los problemas desde múltiples perspectivas, fomentando soluciones innovadoras y equilibradas. Dado a la complementariedad existente, permite que se cree un ambiente de trabajo en donde se estimulen los unos a los otros, ocasionando a su vez, que cada integrante se sienta apoyado y motivado,

incrementando la satisfacción y la productividad. A continuación, en la Figura 16 se muestra la composición tanto del equipo 1, como de los otros equipos.

Figura 16

Composición de los equipos según Tipo Creativo Gráfico de Adobe Create

Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4	Equipo 5	Equipo 6	Equipo 7	Equipo 8
Pensador	Fabricante	Pensador	Pensador	Soñador	Pensador	Visionario	Soñador
Aventurero	Pensador	Aventurero	Productor	Pensador	Aventurero	Pensador	Fabricante
Artista	Aventurero	Artista	Soñador	Aventurero	Pensador	Aventurero	Visionario
Productor	Fabricante	Productor	Productor	Visionario	Fabricante	Soñador	Fabricante
Soñador	Pensador	Fabricante	Fabricante	Aventurero			

Nota. Elaboración propia, a través de sitio web de diseño gráfico Canva. En base a datos recopilados durante la investigación.

Por otro lado, el equipo 2 es un ejemplo de un grupo desbalanceado, ya que, solo cuenta con una pareja de colaboradores ideales; Pensador con Aventurero, lo cual podría limitar su capacidad para abordar problemas desde múltiples perspectivas y podría hacerles falta la diversidad creativa necesaria para encontrar soluciones innovadoras. Además, el equipo está compuesto por integrantes pertenecientes a sólo tres tipos creativos, por ende podrían encontrar problemas al desarrollar su trabajo, debido a que al ser un grupo homogéneo comparten los mismos o similares métodos de enfrentar diversas situaciones. En específico, los integrantes que pertenecen al tipo creativo Fabricante, al no encontrar su colaborador ideal, les falta encontrar inspiración para crear espacios para imaginar y soñar, porque si bien, contarán con la productividad

necesaria para realizar su trabajo, no verán potenciada su creatividad para crear las soluciones pertinentes. Por otro lado, si bien el Aventurero dentro del equipo se encuentra potenciando al Pensador, lo cual permite que este último tipo creativo se vea motivado para involucrarse en los procesos de crear más allá de solo mantenerse en una postura introspectiva y analítica, el Aventurero no encuentra su colaborador ideal dentro del equipo, el Artista, por lo que, podría existir una falta de motivación para transformar ideas en creaciones significativas. Finalmente, el aspecto positivo de que el equipo esté compuesto por los tipos creativos que se muestran en la Figura 16, es que el equipo combina reflexión profunda, energía creativa y habilidades prácticas, pues el Pensador genera ideas fundamentadas, el Aventurero impulsa la acción y exploración, mientras que, el Fabricante convierte las ideas en realidades tangibles, por lo que si bien no presentan diversidad alta en cuanto a tipos creativos o múltiples parejas de colaboradores ideales, la naturaleza de sus tipos creativos permite asegurar un equilibrio entre conceptualización y ejecución.

El equipo 3 presenta la máxima diversidad de perfiles posibles, ya que presenta cinco tipos creativos distintos. Sin embargo, se compone por sólo 3 parejas de colaboradores ideales: Pensador con Aventurero, Aventurero con Artista y Artista con Productor, pero la presencia de estas parejas asegura que gran parte del equipo funcione en una sinergia óptima. El Pensador proporciona profundidad intelectual y visión para la elaboración de ideas, mientras que el Aventurero aporta energía y acción a esas ideas. El Artista a su vez, canaliza la energía en creaciones inspiradoras y el Productor aporta la estructura y liderazgo necesarios para convertir esas ideas en una realidad tangible. Por ende, es esta complementariedad la que permite que el equipo aborde el proyecto de manera equilibrada, durante todas las etapas del Design Thinking. Sin embargo, una ventaja considerable es que el Fabricante no cuenta con su colaborador ideal, el Visionario, lo cual puede

limitar la capacidad del Fabricante para soñar en grande y tomar riesgos, lo cual resulta fundamental para evitar que su trabajo se vuelva mecánico o repetitivo. De la misma forma, el equipo con la ausencia de un Visionario podría carecer de una visión a largo plazo que empuje al Fabricante y al resto del equipo a superar los límites de lo convencional. Por otro lado, el Productor tampoco cuenta con su colaborador ideal, y si bien, sigue siendo un activo valioso para el equipo, por su enfoque en los resultados y su habilidad de mantener a todos en el camino correcto, al existir la ausencia de su colaborador, un Soñador, el Productor podría enfocarse de manera excesiva en la productividad y los resultados a corto plazo, en lugar de considerar el propósito más amplio o la visión inspiradora que el Soñador podría haber aportado.

Con respecto al equipo 4, se puede evidenciar en la Figura 16 que está compuesto por cuatro tipos creativos distintos, pero sólo cuentan con una pareja de colaboradores ideales compuesta por el Productor y el Soñador. Podría considerarse que son dos parejas, ya que son dos estudiantes quienes presentan el perfil de Productor. Esta combinación resulta ser beneficiosa para el equipo, ya que, el Soñador con su conexión profunda con las emociones y la imaginación, aporta una visión inspiradora y creativa, mientras que el Productor con su habilidad para liderar y hacer que las cosas sucedan causa que el equipo posea la capacidad de transformar dichas ideas inspiradoras en resultados prácticos. Sin embargo, existen desventajas considerables debido a que tres integrantes del equipo no tienen a su colaborador ideal. En primer lugar, el Pensador al no contar con su complemento, el Aventurero, podría limitar la capacidad del equipo para pasar desde las ideas teóricas y abstractas hacia acciones creativas y tangibles. Luego, el Soñador al no contar con su complemento, el Innovador, puede ocasionar que las ideas y visiones del Soñador se mantengan sólo en un estado de ideación, sin tener el incentivo necesario para llevarlas a la realidad. Finalmente, el Fabricante al no contar con la presencia de un Visionario, podría verse

limitado, pues es su complemento quien lo inspira a soñar en grande y tomar riesgos creativos, ocasionando que no aproveche por completo su potencial creativo.

En cuanto al equipo 5, compuesto por cuatro tipos creativos distintos tal como se refleja en la Figura 16, posee un interesante equilibrio entre la reflexión profunda, la exploración creativa y la visión inspiradora, pero a su vez, también enfrenta ciertos desafíos debido a la falta de colaboradores ideales para algunos de sus miembros. Una de las principales ventajas del equipo es que cuenta con la existencia de dos parejas de colaboradores ideales: Pensador con Aventurero y Visionario con Pensador. Estas parejas son particularmente provechosas para el equipo, porque el Pensador con su capacidad para generar ideas correctamente fundamentadas y su inclinación hacia la reflexión, se complementa de manera perfecta con el Aventurero, quien le proporciona la energía y acción necesarias para llevar esas ideas a la práctica, como con el Visionario, quien aporta una perspectiva amplia y creativa que puede enriquecer las ideas del Pensador, para ayudarlas a su vez, a tomar forma en visiones más completas y ambiciosas. Sin embargo, existen desventajas asociadas a la falta de presencia de los colaboradores ideales tanto del Soñador como del Aventurero. El Soñador, sentirá la falta de un Innovador, quien podría ayudarle a aterrizar sus ideas y transformarlas en acciones concretas. Asimismo, el Aventurero con su gran energía y deseo de explorar creativamente, no cuenta con un Artista que lo ayude a canalizar su energía, pudiendo dispersar su energía en múltiples direcciones sin un enfoque claro, lo que podría llevar a un desvío de sus esfuerzos creativos.

Para el equipo 6, se da una situación muy similar a lo que sucede con el equipo 2, pues ambos equipos están formados por los mismos tipos creativos tal como se puede apreciar en la Figura 16. De la misma forma, ambos equipos cuentan con sólo una pareja de colaboradores ideales y corresponde a la misma composición: Pensador con Aventurero, lo cual les permite

equilibrar la generación y ejecución de ideas. Dado esto, poseen las mismas ventajas y a su vez, se enfrentan a las mismas desventajas asociadas a una ausencia de diversidad creativa y también, a la falta del colaborador ideal del Fabricante, lo cual limita la capacidad de este para soñar en grande, aunque sigue siendo ejemplar en cuanto a ejecución.

El equipo 7 se conforma por los mismos tipos creativos que el equipo 5, tal como se aprecia en la Figura 16, y, por ende, también poseen las mismas dos parejas de colaboradores ideales, entre Visionario con Pensador, y entre Pensador con Aventurero. Estas colaboraciones les permite combinar la reflexión profunda con la acción creativa y una visión inspiradora. Más aún, este equipo se enfrenta a la misma desventaja planteada para el equipo anterior, que es la ausencia del colaborador ideal para el Soñador, lo cual podría dificultar la concreción de sus ideas más inspiradoras.

Finalmente, el equipo 8 se compone por tres tipos creativos distintos, tal como se aprecia en la Figura 16, y entre sus integrantes se conforma tan sólo una pareja de colaboradores ideales, la del Fabricante con Visionario. Esta combinación permite que el Visionario con su capacidad para imaginar posibilidades y encontrar potencial en todo, aporta una perspectiva amplia e innovadora que puede inspirar al Fabricante a tomar riesgos creativos y a soñar en grande. El Fabricante por su parte, convierte esas grandes visiones en realidades tangibles, aportando enfoque, dedicación y habilidad técnica para materializar las ideas del Visionario en ideas concretas y funcionales. Sin embargo, así como el equipo presenta ventajas, también presenta desventajas, pues tanto el Soñador como el Visionario no cuentan con sus colaboradores ideales. Lo que implica que sin un Innovador, las ideas del Soñador podrían sólo quedarse en el plano de la imaginación sin concretarse. Asimismo, el Visionario, sin la guía racional que le podría entregar

el Pensador, podría tener dificultades para enfocar sus grandes ideas de manera práctica, pudiendo causar una dispersión de energía y una falta de fundamentos sólidos en sus proyectos.

Se observa que en ninguno de los equipos existe algún estudiante cuyo tipo creativo sea el Innovador, perfil que resulta ser crucial para generar nuevas ideas y soluciones innovadoras, así como para impulsar cambios y avances dentro de los equipos. Sin contar con la presencia de un Innovador, los equipos pueden limitarse a ejecutar ideas existentes y no explorar nuevas posibilidades, lo cual afecta de manera negativa el potencial creativo del grupo. Asimismo, la ausencia de este tipo creativo podría implicar que los distintos equipos carezcan de inspiración para tomar riesgos a la hora de ejercer la creatividad y avanzar hacia el futuro con confianza, lo cual podría limitar sus capacidades para alcanzar niveles más altos de innovación y éxito.

5.4 Relación entre el Sexo y Tipo Creativo de los Estudiantes

En la investigación se lleva a cabo un análisis de tablas de contingencia para evaluar en primera instancia la relación entre las variables Sexo y Tipo Creativo entre los estudiantes. Se construye una tabla cruzada en la que se presentan los diferentes tipos creativos obtenidos, distribuidos según el sexo de cada uno de los estudiantes, y se realiza una prueba de Chi-Cuadrado para determinar la significancia estadística de la relación entre estas variables.

A partir del análisis realizado, la prueba de Chi-Cuadrado de Pearson arroja un valor de 6,714 con un p-valor de 0,348, lo cual indica que no existe una relación estadísticamente significativa entre el sexo y el tipo creativo en esta muestra. Esto debido a que se establece una hipótesis nula H_0 y una hipótesis alternativa H_1 , que establecen lo siguiente:

H_0 : *No existe una relación significativa entre el sexo de los estudiantes y su tipo creativo*

H_1 : *Existe una relación significativa entre el sexo de los estudiantes y su tipo creativo*

El p-valor obtenido es considerablemente mayor que el nivel de significancia típico de 0,05, lo que implica que no se puede rechazar la hipótesis nula de independencia entre las variables. Esto sugiere que, si bien se observan diferencias en la distribución de los tipos creativos entre hombres y mujeres, estas diferencias no son lo suficientemente grandes como para considerarse estadísticamente significativas, por ende, no existe una relación significativa entre las variables.

Dentro del mismo análisis se calcula la razón de verosimilitud, donde se obtiene un valor de 7,350 y una significación asintótica bilateral (p-valor) de 0,290, lo cual al ser mayor de 0,05, se refuerza la conclusión que no hay una relación significativa entre las variables.

Cabe mencionar, que al realizar dichas pruebas se obtiene que en un gran número de celdas en la tabla de contingencia tiene un recuento esperado menor de 5, lo cual puede afectar la fiabilidad de la prueba realizada de Chi-Cuadrado, por lo que se realiza la prueba exacta de Fisher como una alternativa. En la prueba exacta de Fisher-Freeman-Halton se obtiene un valor de prueba de 6,150 con una significación exacta de 0,411. Esto indica que al obtener un p-valor mayor que el nivel de significancia típico de 0,05 no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de independencia entre las variables. Por ende, esto confirma los resultados obtenidos previamente con la prueba de Chi-Cuadrado, confirmando que las variables Sexo y Tipo Creativo son independientes en la muestra analizada.

5.5 Análisis de la Autoevaluación

5.5.1 Consistencia Interna de la Autoevaluación

En primer lugar, para evaluar la consistencia interna o fiabilidad del conjunto de preguntas contenidas en las autoevaluaciones aplicadas a los estudiantes del módulo piloto de innovación, se presenta el Alfa de Cronbach obtenido para cada una de las autoevaluaciones aplicadas. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada caso en la Tabla 2.

Tabla 2.*Consistencia Interna de las Autoevaluaciones*

<i>Autoevaluación</i>	<i>Etapa 1</i>	<i>Etapa 2</i>	<i>Etapa 3</i>	<i>Etapa 4</i>	<i>Etapa 5</i>
Alfa de Cronbach	0.871	0.846	0.892	0.925	0.909

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

En las dos primeras etapas de Design Thinking, la etapa de Empatizar y la de Definir, donde se aplica la autoevaluación considerando las primeras diez afirmaciones de la Tabla 1, se obtienen valores adecuados para el Alfa de Cronbach, lo que indica una buena consistencia interna en las respuestas de los participantes, sugiriendo que las preguntas de la autoevaluación están bien correlacionadas y que el instrumento mide de manera coherente el constructo evaluado, siendo este constructo el desarrollo y evolución de la competencia transversal sello de Innovación y Emprendimiento en los estudiantes.

Si bien hay una ligera disminución entre estas primeras dos etapas en el Alfa de Cronbach, el coeficiente se mantiene dentro del rango de alta fiabilidad, donde el descenso puede deberse a variaciones en la interpretación de las preguntas o la evolución en la percepción de los participantes respecto al constructo evaluado.

Luego, en la etapa de Idear, se observa un aumento en la consistencia interna con un Alfa de Cronbach de 0,892. Incremento que podría reflejar una mayor familiaridad de los estudiantes con el proceso de autoevaluación al contestar la totalidad de afirmaciones contenidas en la Tabla 1, o una mayor claridad en los ítems a medida que avanzan en las etapas del Design Thinking.

En la cuarta etapa del Design Thinking, la etapa de Prototipar, se obtiene la medida más alta, con un valor de 0,925 siendo este un valor que indica una excelente fiabilidad del instrumento

en esta etapa, lo cual puede asociarse a una consolidación del entendimiento y la percepción de los estudiantes sobre el contenido de la autoevaluación.

Finalmente, en la última etapa del proceso, la de Testear, se obtiene un alfa de Cronbach de 0,909 manteniéndose en un nivel de excelente consistencia interna. Si bien, este resultado es ligeramente inferior al de la etapa anterior, sigue indicando una fuerte consistencia entre los ítems, lo cual asegura que el instrumento utilizado es fiable y coherente en la medición del constructo del desarrollo y evolución del CTS de Innovación y Emprendimiento a lo largo de las diferentes etapas.

5.5.2 Relación Entre las Afirmaciones de la Autoevaluación

Con el fin de examinar las relaciones entre las afirmaciones contenidas en la autoevaluación, se realiza un análisis de correlación de Spearman, el cual permite identificar como ciertos comportamientos y percepciones de los estudiantes están interrelacionados. Este análisis se aplica a las respuestas obtenidas en la autoevaluación de la última etapa del módulo, la etapa de Testear, dado que en este punto se incluye la totalidad de las afirmaciones de la Tabla 1 en la autoevaluación, abarcando así, todos los indicadores de desempeño contenidos en la rúbrica de evaluación de la CTS de Innovación y Emprendimiento. Además, hasta este punto los estudiantes han tenido la oportunidad de desarrollar y aplicar las habilidades y conocimientos adquiridos durante todo el proceso de aprendizaje para responder de manera apropiada el instrumento.

En el presente análisis, se toman en consideración sólo aquellas correlaciones significativas en el nivel 0,01 y además con un coeficiente de correlación positivo por sobre 0,5 esto debido a que, dichas correlaciones son de carácter fuertes y moderadas. A continuación, se muestran en la Tabla 3 las relaciones que cumplen dicha condición, indicándose ambas afirmaciones involucradas en conjunto de su coeficiente de correlación para cada caso.

Tabla 3.*Correlación Entre las Afirmaciones de la Autoevaluación*

#	Afirmación 1	Afirmación 2	Coef. de Correlación
1	Comprendí el contexto en el que se desenvuelve el tema de mi proyecto de Design Thinking, identificando aspectos claves y cómo influyen en el desarrollo de posibles soluciones.	Las ideas o soluciones que propone el equipo buscan maximizar los beneficios del público objetivo y minimizar los posibles riesgos o efectos negativos.	0,549
2	Siento que tengo mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos.	Pude exponer adecuadamente mis ideas a mis compañeros de equipo o al resto del curso.	0,634
3	Siento que tengo mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos.	Sentí seguridad para proponer ideas.	0,726
4	Me esfuerzo por desarrollar mi capacidad empática a través del diálogo abierto y la disposición para aprender de las experiencias de los demás	Mantuve una actitud propositiva durante la actividad, aporté en el equipo diversas ideas que desafían el estatus quo o los conceptos tradicionales.	0,765
5	Probé nuevas ideas o enfoques, buscando mejorar continuamente la solución que con mi equipo proponemos.	Aproveché al máximo la oportunidad de poner en práctica las herramientas de diseño	0,781
6	Me sentí cómodo(a) y acogido(a) en mi equipo de trabajo.	Sentí seguridad para proponer ideas.	0,783

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

En cuanto a la primera correlación entre afirmaciones, es posible identificar la existencia de una correlación positiva entre las afirmaciones, siendo el coeficiente de correlación para este

caso de 0,549. Al existir esta correlación, se identifica que aquellos estudiantes que tienen una mejor comprensión del contexto en el que se desarrolla su proyecto, identificando sus aspectos claves y cómo estos influyen en las posibles soluciones, tienden a percibir que las ideas o soluciones propuestas por su equipo están orientadas a maximizar los beneficios de su público objetivo y a minimizar los riesgos o efectos negativos. Esto implica que una comprensión consistente y completa del contexto del proyecto es clave para que se desarrollen soluciones más efectivas y responsables con el público objetivo. Asimismo, los estudiantes que entienden de manera adecuada el entorno en el que están trabajando son más capaces de contribuir a la creación de soluciones que no solo son innovadoras, sino que también se diseñan orientadas al público objetivo con el fin de que sean soluciones beneficiosas y seguras para ellos.

Con respecto a la segunda relación estudiada en la Tabla 3, el coeficiente de correlación es de 0,634 siendo una correlación alta y positiva la existente entre las afirmaciones. En esta ocasión, se observa que aquellos estudiantes que sienten que han adquirido mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos tienden a percibir que son capaces de exponer sus ideas de manera adecuada frente a sus compañeros o el resto de los estudiantes del curso. Este resultado implica que tener a su disposición herramientas y habilidades adecuadas no solo fortalece la capacidad de enfrentar nuevos desafíos, sino que también mejora la habilidad de los estudiantes para comunicar ideas de manera clara y efectiva, traducándose en una mayor eficacia y confianza en la comunicación de ideas. Es así, que la confianza en la propia preparación técnica y conceptual pareciera estar directamente relacionada con la confianza en la comunicación dentro de un grupo. En la tercera relación estudiada, donde se obtiene un coeficiente de correlación de 0,726 se observa que dichos estudiantes que sienten que tienen mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos, también tienden a sentirse más seguros para proponer ideas, lo cual sugiere que la autoconfianza

en la expresión de ideas está estrechamente vinculada con la percepción de sentirse respaldado en herramientas o métodos, para afrontar futuros retos. Es así, que se entiende que cuando los estudiantes se sienten respaldados por conjunto de herramientas y habilidades adquiridas, es más probable que se sientan capaces y dispuestos a expresar y defender sus ideas en un entorno de equipo o de curso.

Por otro lado, en lo que respecta a la cuarta relación estudiada en la Tabla 1, se obtiene un coeficiente de correlación de 0,765 de donde se observa que los estudiantes que se esfuerzan de manera activa por desarrollar su capacidad empática a través del diálogo abierto y el aprendizaje de las experiencias de los demás, tienden a mantener una actitud colaborativa y también, propositiva, aportando ideas que desafíen conceptos tradicionales. Esta alta y fuerte correlación sugiere que la empatía y la apertura al aprendizaje están estrechamente vinculadas con la disposición a ser innovador y desafiar las normas establecidas en un entorno grupal. Este resultado implica que un enfoque en la empatía y la disposición a aprender de los demás, fomenta tanto la creatividad como la innovación dentro de los equipos, reforzando la idea principal del módulo piloto de innovación en cuanto al objetivo de desarrollar la competencia de Innovación en los estudiantes mediante el desarrollo y experimentación de las etapas principales de Design Thinking, dentro de las cuales está presente la etapa de Empatizar.

En lo que respecta a la quinta relación estudiada se obtiene un coeficiente de correlación de 0.781 lo cual es una correlación fuerte y sugiere los estudiantes que se esfuerzan por probar nuevas ideas o enfoques para mejorar continuamente la solución propuesta por su equipo tienden también a ser quienes aprovechan al máximo las oportunidades de poner en práctica las herramientas de diseño entregadas a lo largo del módulo de innovación. La fuerte correlación indica que el deseo de experimentar y mejorar se acompaña de una actitud proactiva en la

utilización de las herramientas de diseño disponibles. Esto implica que la disposición a innovar y probar nuevas ideas está estrechamente vinculada con la utilización efectiva de las herramientas de diseño.

Para la última relación analizada entre afirmaciones, se obtiene un coeficiente de correlación de 0,783 la cual corresponde a la correlación más alta observada, siendo de carácter fuerte. A partir de esto se observa que aquellos estudiantes que se sienten cómodos y acogidos dentro de su equipo de trabajo tienden a sentir mayor seguridad para proponer ideas, esto sugiere que el entorno de apoyo y comodidad dentro del equipo resulta ser un factor crucial para fomentar la confianza en la expresión de ideas. Un ambiente de trabajo en equipo que es percibido como acogedor y seguro es fundamental para que los estudiantes miembros del equipo se sientan seguros al compartir y proponer ideas.

5.5.3 Análisis Comparativo Entre Mujeres y Hombres

Al evaluar los resultados obtenidos en las diversas autoevaluaciones aplicadas en cada etapa de Design Thinking que se trabaja en el módulo piloto de Innovación, se desea conocer si existen diferencias significativas entre las respuestas a cada una de las afirmaciones según el sexo biológico de cada estudiante, para lo cual se efectúa en primer lugar la prueba de Shapiro-Wilk. Al realizar dicha prueba estadística en cada una de las autoevaluaciones realizadas, se obtiene para cada una de las afirmaciones contenidas en cada etapa un *p*-valor menor a 0,05 lo cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula, y por ende, se afirma que los datos no siguen una distribución normal, implicando que no se pueden realizar ciertas pruebas estadísticas como lo es la prueba *t* de Student que permite comparar las medias de dos grupos y evaluar si existen diferencias significativamente estadísticas entre ellas.

A continuación, la alternativa a seguir para comparar las diferencias entre dos grupos independientes, de tamaño muestral distinto donde sus datos no siguen una distribución normal, es aplicar la prueba estadística no paramétrica, la prueba U de Mann-Whitney. Donde dicha prueba resulta ser la prueba equivalente a la prueba paramétrica t de Student (Saldaña, 2013).

Al aplicar la prueba U de Mann-Whitney para todas las autoevaluaciones realizadas para las distintas etapas de Design Thinking trabajadas, se obtiene para la mayoría de las afirmaciones un p -valor mayor a 0,05 lo que sugiere que se conserve la hipótesis nula, afirmando así, que no existe una diferencia significativa entre aquellas respuestas entregadas por las mujeres y aquellas respuestas entregadas por los hombres. Más aún, en la etapa Definir se obtiene que se debe rechazar la hipótesis nula para las afirmaciones #2, #3 y #8 las cuales plantean que el estudiante comprende cómo se relacionan los conceptos de la etapa en cuestión en el contexto de su proyecto grupal, que respalda sus argumentos con el equipo utilizando información proveniente de fuentes confiables o adquirida a través del trabajo en sitio, y finalmente también, que el estudiante aprovecha al máximo la oportunidad de poner en práctica las herramientas de diseño (Gárate y Águila, 2024). Lo cual indicaría que únicamente en dicha etapa y en dichas afirmaciones mencionadas, existe una diferencia significativa entre las mujeres y los hombres estudiantes del curso de Introducción a la Ingeniería en el módulo piloto de innovación.

Sin embargo, dado que esta diferencia significativa sólo surge en esta segunda etapa del Design Thinking, y posteriormente en dichas etapas no se vuelve a encontrar esta diferencia, no se puede afirmar que a nivel general exista una diferencia sustancial entre el aprendizaje de los estudiantes pertenecientes a diferente sexo biológico.

5.5.4 Análisis Comparativo Entre Equipos

Al estudiar las respuestas de la autoevaluación a nivel agregado, es decir, considerando el resultado de promediar todos los puntajes de los integrantes de un mismo equipo de trabajo y además, clasificando los resultados por etapa, se obtienen los resultados contenidos en el Apéndice A, con las tablas de la 1 a la 5, correspondiendo cada una de ellas a una etapa del Design Thinking diferente. A partir de esto, en primera instancia se observa que al aplicar la 87autoevaluación de la primera etapa del Design Thinking, la de Empatizar, el equipo 3 sobresale de manera significativa al obtener puntuación máxima en todas las afirmaciones presentadas. Esto sugiere que los estudiantes que pertenecen al equipo se perciben con un alto nivel de comprensión y compromiso en todos los aspectos clave, desde la comprensión del contexto del proyecto hasta el desarrollo de la habilidad de empatizar y la capacidad de argumentar sus ideas.

Por otro lado, el equipo 5 muestra una mayor variabilidad en sus puntuaciones y el menor nivel de acuerdo reportado a nivel general, destacando en ciertas afirmaciones con puntuaciones más bajas como en la afirmación que sostiene que al estudiante le dieron ganas de investigar más acerca de la etapa de empatía, y aquella que plantea que el estudiante mantiene una actitud receptiva para enfrentar el desafío de la clase. Estas afirmaciones sugieren que los estudiantes pertenecientes a este grupo no sienten mayores deseos de seguir profundizando al menos por esta etapa en los conocimientos que otorga la clase, lo cual puede sugerir una necesidad de mayor apoyo o motivación para profundizar en el aprendizaje.

De manera similar, el equipo 7 y el equipo 1 poseen la misma medida de desviación de su media a nivel general en la autoevaluación con una desviación estándar de 0,40. Particularmente, el equipo 7 presenta su puntuación más baja en la afirmación que sostiene que los estudiantes respaldan sus argumentos con el equipo utilizando información proveniente de fuentes confiables

o adquirida en base a la experiencia, lo cual podría indicar que el presente equipo se enfrentó a dificultades en la argumentación basada en evidencia. Mientras que el equipo 1 presenta su puntuación más baja en la escala de acuerdo en la afirmación que sostiene que a los estudiantes les dieron ganas de investigar más acerca de lo aprendido a lo largo del trabajo de la etapa, siendo ambos aspectos un desafío para cada equipo respectivo.

El equipo 4, 2 y 8 presentan un desempeño más bien homogéneo, dado que obtienen puntuaciones que no se desvían considerablemente de su media, donde el primer equipo mencionado en este apartado obtiene puntuaciones cercanas o iguales al nivel máximo de acuerdo en la mayoría de las categorías, obteniendo un promedio total de autoevaluación de 3,94. Mientras que, el equipo 2 y 8 presentan una mayor desviación y un promedio más cercano a 3,5 siendo 3,56 y 3,68 respectivamente.

En lo que respecta al equipo 6, al igual que los equipos recientemente mencionados, indica un desempeño sólido con puntuaciones cercanas a 4 en varias categorías, aunque con ligeras disminuciones en algunas afirmaciones, indicando un buen nivel de comprensión, con algunas oportunidades de mejora. Es así, que todos los equipos a nivel promedio en esta primera etapa obtienen un nivel de percepción entre 3,36 y 4, el nivel máximo de acuerdo.

En la etapa de Definir, el equipo 4 se destaca manteniendo consistencia en las puntuaciones obtenidas en las afirmaciones de la autoevaluación, pues refleja una percepción muy cercana al máximo nivel de acuerdo en todas las afirmaciones de la autoevaluación, y a su vez, es uno de los equipos que presenta menor desviación estándar, obteniendo una media de 3,5 lo cual refleja una sólida integración de los conceptos de la presente etapa en su proyecto.

Por el contrario, para esta etapa, el equipo que presentó el menor nivel de acuerdo es el equipo 1, con una media de 3,03 lo cual sugiere que, si bien el equipo está de acuerdo en promedio con las afirmaciones, presenta ciertas fluctuaciones en su desempeño. En las afirmaciones que se perciben a sí mismos más deficientes es en la que plantea que los estudiantes respaldan sus argumentos y aquella que plantea que aprovechan la oportunidad al máximo para practicar el uso de las herramientas de diseño entregadas, lo cual por ende, resulta ser su mayor desafío a afrontar como equipo de trabajo a lo largo del módulo.

En términos generales, los equipos muestran un buen nivel de comprensión y aplicación de los conceptos asociados a la segunda etapa del Design Thinking trabajada, pues es los equipos presentan una media por sobre el nivel de acuerdo, pero bajo el máximo nivel de acuerdo, siendo el menor puntaje obtenido de 3,03 y el máximo de 3,5. Si bien hay oportunidades para mejorar, como en la motivación y el uso de herramientas en algunos equipos, cabe destacar que los equipos en su mayoría en esta etapa están en un alto nivel de acuerdo con la afirmación que planea que emplean sus esfuerzos en desarrollar la capacidad empática, que corresponde a la capacidad trabajada y potenciada en la primera etapa del proceso.

En lo que respecta a los resultados obtenidos por equipo en la etapa de Idear, el equipo 6 destaca con la media más alta a nivel general, siendo esta de 3,91 lo cual en conjunto con la desviación estándar obtenida de 0,33 indica un desempeño consistente y fuerte en la mayoría de las áreas evaluadas, acercándose al máximo nivel de acuerdo a nivel promedio y, por ende, mostrando una comprensión sólida y una aplicación eficaz de los conceptos de la presente etapa.

En contraste a lo anterior, se tiene que el promedio más bajo obtenido a nivel general para la etapa de Idear corresponde al obtenido por el equipo 8, lo cual sugiere que dicho equipo podría estar enfrentando desafíos en varias de las afirmaciones evaluadas durante la presente etapa. Sin

embargo, la media alcanzada por el equipo indica que su percepción está cercana al nivel “De acuerdo”, lo cual sigue siendo positivo en cuanto a términos de aprendizaje y desarrollo grupal.

Nuevamente, si bien hay equipos que se destacan por sobre otros a nivel general, posicionándose más cerca del máximo nivel de acuerdo, la totalidad de los equipos promedia un valor entre los parámetros de percepción “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, siendo el menor puntaje obtenido a nivel promedio grupal de 3,35 y el máximo de 3,91. Lo cual indica que los equipos se sienten satisfechos con su capacidad para comprender y aplicar los conceptos de la etapa de Idear.

Avanzando con la siguiente etapa del Design Thinking y sus resultados obtenidos a nivel de equipo, se tiene que los equipos 3 y 4 destacan con las medias más altas, correspondiendo a 3,93 y 3,92 respectivamente, presentando a su vez, la menor desviación estándar entre los equipos, siendo esta de 0,14. Estos equipos muestran un desempeño consistente y una percepción del máximo nivel de acuerdo, o muy cercano a este en casi todas las áreas evaluadas, reflejando una excelente comprensión y aplicación de los conceptos en la etapa de Prototipar.

Por el contrario, el equipo 8 presenta la media más baja, correspondiendo a 3,28 lo cual indica que este equipo por segunda vez podría estar enfrentando desafíos en varias áreas, especialmente en las afirmaciones relacionadas a la implementación práctica y el proceso de propuesta de soluciones ante su proyecto.

La diferencia entre la menor media obtenida a nivel grupal 3,28 y la mayor 3,93 se ubica entre los niveles de acuerdo establecidos, lo cual sugiere que la mayoría de los equipos presentan buenos desempeños y una percepción de acuerdo con las afirmaciones propuestas por la autoevaluación, pero existen áreas donde se podría seguir mejorando a nivel de equipo.

Finalmente, para la última etapa del Design Thinking, la etapa de Testear se destaca el equipo 4 con la media más alta, correspondiendo esta al máximo nivel de acuerdo, es decir, “Totalmente de acuerdo”, lo cual indica que todos los integrantes del equipo perciben que obtuvieron una excelente comprensión y aplicación de los conceptos, con un fuerte sentido de responsabilidad y cohesión en el equipo.

Mientras que, por el contrario, el equipo 8 destaca negativamente con la media más baja a nivel grupal, correspondiendo a 3,50 lo que sugiere una vez más que el equipo podría encontrarse enfrentado a múltiples desafíos, en esta ocasión principalmente con respecto a la integración de los conceptos y la confianza en sus soluciones.

A nivel general, tras exponer y analizar los resultados de los equipos a lo largo de las cinco etapas del proceso de Design Thinking; Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear, es posible evidenciar que el equipo 4 ha mostrado un desempeño consistente a lo largo de todas las etapas, destacándose en tres de ellas con la media más alta obtenida, culminando la última etapa con una percepción “Totalmente de acuerdo” en la totalidad de afirmaciones presentadas en la autoevaluación. Así, este equipo ha demostrado una capacidad destacada por sobre los otros grupos con respecto a la integración y aplicación de conceptos de cada etapa del proceso. Su éxito puede atribuirse a una comprensión profunda y una aplicación efectiva de los conceptos asociados al proceso de Design Thinking, en suma que es un equipo que tal como se expone en la figura x, se compone de cuatro perfiles creativos distintos, donde existe tan solo un tipo de pareja de colaboradores ideales, pero se forman dos de estas. Si bien, a tres de los integrantes del equipo les falta su colaborador ideal, es posible que los alumnos con perfil de Productor en conjunto del alumno que presenta el perfil de Soñador hayan logrado una colaboración exitosa potenciando al resto de los integrantes del equipo.

Al contrario de lo expuesto anteriormente, el equipo 8 se destaca negativamente entre los equipos por obtener el nivel más bajo en la escala de acuerdo en tres de las etapas del Design Thinking, correspondiendo estas a la etapa de Idear, Prototipar y Testear. Este equipo sugiere haberse enfrentado a desafíos significativos a lo largo del proceso, pues, si bien han mostrado un buen desempeño en algunas áreas de desarrollo, presenta inconsistencia entre las respuestas entregadas por los diversos miembros del equipo, presentando en ocasiones altos niveles de desviación entre sus respuestas con respecto a la media grupal obtenida. Además, presenta las puntuaciones más bajas en aspectos claves como lo son la integración de conceptos y la factibilidad de las soluciones, ante lo cual podrían beneficiarse de un mayor apoyo y orientación. Es probable que este equipo haya obtenido este resultado, debido a poseer la característica de un grupo desbalanceado con tan sólo tres perfiles creativos distintos en su composición, y tan solo una pareja de colaboradores ideales, el Fabricante con el Visionario. Sin embargo, cabe mencionar que si bien obtuvo el nivel más bajo en comparación a sus compañeros, aun así, siempre se posicionó por sobre el nivel “De acuerdo”, más aún, bajo el nivel “Totalmente de acuerdo”.

A nivel general, cabe destacar que la mayoría de los equipos han mostrado un fuerte compromiso con el desarrollo de la empatía y el trabajo en equipo, especialmente en las primeras etapas del proceso, las de Empatizar y Definir, lo cual ha permitido sentar una base sólida para el trabajo colaborativo el cual llevaron a cabo a lo largo del módulo, y a su vez, ha facilitado la creación de soluciones respaldadas, bien fundamentadas y alineadas con las necesidades de sus respectivos públicos objetivos. Así mismo, a lo largo de las diversas etapas, se observa una actitud propositiva generalizada entre los equipos, lo cual ha permitido la generación de ideas que cumplen con la característica ideal, de ser innovadoras y también, ha permitido la mejora continua a lo largo del proceso de las diversas propuestas.

A medida que los equipos avanzan hacia las últimas etapas, de Prototipar y Testear, se han evidenciado desafíos en la implementación práctica y la sostenibilidad de las soluciones propuestas. Donde, equipos como el equipo 8 han mostrado dificultades para asegurar que sus ideas no solo sean innovadoras, sino que también factibles y sostenibles a largo plazo. En esta área en particular, múltiples equipos podrían beneficiarse de un mejor desempeño u orientación, para mejorar en las etapas finales del proceso.

5.5.5 Análisis Comparativo Entre Resultado Individual y su Equipo

Para analizar la distribución de los estudiantes en relación con su rendimiento individual comparado con la media obtenida por su equipo de trabajo, se toma como objeto de análisis los resultados obtenidos en la última autoevaluación aplicada, es decir, de la etapa de Testear. Esto con el fin de realizar la comparación tras finalizar el trabajo en equipo de sus respectivos proyectos. Sin embargo, cabe mencionar que para dicha etapa solo 35 del total de 37 de los estudiantes del curso respondieron la encuesta, siendo los dos estudiantes faltantes pertenecientes a la clasificación de sexo biológico hombre.

Tabla 4.

Distribución de Estudiantes en Relación con su Media Grupal

	<i>f</i>	%
Estudiantes por debajo de su media grupal	14	40%
Estudiantes sobre su media grupal	21	60%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

En primer lugar, a nivel general es posible observar aquello que se indica en la Tabla 4, donde se observa que de los 35 estudiantes que responden la encuesta, el 60% de ellos se ubican por encima de la media obtenida por sus respectivos grupos, mientras que el 40% restante de

estudiantes se encuentran por debajo. Este resultado sugiere que la mayoría de los estudiantes se desempeñan mejor que lo percibido en promedio por la totalidad de integrantes del equipo del cual forma parte, lo que podría indicar una tendencia general a un rendimiento superior en ciertos individuos dentro de los equipos de trabajo.

Tabla 5.

Distribución de Estudiantes Mujeres en Relación con su Media Grupal

	<i>f</i>	<i>%</i>
Mujeres por debajo de su media grupal	3	23%
Mujeres sobre su media grupal	10	77%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

En la Tabla 5, se presenta una distribución específica de las estudiantes mujeres, donde se destaca que un 77% de las mujeres, se sitúan por encima de la media grupal, mientras que solo un 23% están por debajo. Este resultado resulta ser notable, pues muestra una tendencia más marcada entre las mujeres a superar la media grupal en comparación la media obtenida a nivel de sus respectivos equipos de trabajo, lo cual podría sugerir que las estudiantes mujeres en su mayoría, tienen un rendimiento que las posiciona como líderes en sus respectivos equipos, aportando un nivel de competencia elevado dentro del grupo.

Tabla 6.

Distribución de Estudiantes Hombres en Relación con su Media Grupal

	<i>f</i>	<i>%</i>
Hombres por debajo de su media grupal	11	46%
Hombres sobre su media grupal	11	46%
Hombres que no responden autoevaluación	2	8%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Por otro lado, en lo que respecta a la distribución de los estudiantes hombres, que se ve reflejada en la Tabla 6, se evidencia una paridad entre quienes se sitúan sobre y por debajo de la media grupal, pues para ambos casos se obtiene que los estudiantes que cumplen con dicha condición equivalen al 46% de la totalidad de hombres presentes en la muestra. Además, se observa que un 8% de los estudiantes hombres no respondieron la autoevaluación. Esta distribución más bien equilibrada, sugiere que, a diferencia de las mujeres, entre los hombres no hay una tendencia clara a sobresalir o quedar por debajo de la media grupal.

El presente análisis comparativo revela diferencias significativas al desglosar los datos en función del sexo biológico de los estudiantes, obteniéndose que las mujeres tienden a destacarse en mayor proporción por encima de la media de sus equipos respectivos, mientras que los hombres presentan una distribución más equilibrada, con una paridad en el rendimiento tanto por sobre como por debajo de la media de sus equipos respectivos.

5.5.6 Análisis Comparativo Entre Situación Inicial y al Finalizar el Módulo

El análisis comparativo entre la situación inicial en la que se encuentran los estudiantes que pertenecen a la muestra estudiada y el estado final al concluir el módulo piloto de innovación es fundamental para evaluar el impacto y la efectividad del proceso de aprendizaje. Este enfoque permite que se identifiquen los cambios en las percepciones, habilidades y conocimientos de los participantes a lo largo del tiempo, proporcionando una visión clara del progreso logrado y las áreas en las que aún se requiere atención. En particular, se espera realizar el presente análisis con el fin de verificar la hipótesis 1 propuesta en la Formulación de Proyecto del Curso de Proyectos de Investigación Educativa en Ingeniería y Ciencias: Olivier Espinosa Aldunate, la cual propone lo siguiente:

Al finalizar la sexta semana del módulo piloto de innovación, se espera que el 50% de los estudiantes logren una mejora en al menos uno de los cuatro indicadores que componen la CTS de Innovación y Emprendimiento, en comparación con los resultados obtenidos en la primera semana (Gárate y Águila, 2023).

Para esto, se evalúan los indicadores 1 y 2 contenidos en la Figura 12, los cuales corresponden a “Interpreta una situación en base a información específica” (DEA USM, s.f.) y, “Utiliza estrategias creativas para abordar la situación dada” (DEA USM, s.f.), dado que son dichos indicadores los únicos dos indicadores que se evalúan en la autoevaluación aplicada en la primera semana del módulo, abarcando para esto, las primeras diez afirmaciones contenidas en la Tabla 1 tanto para la autoevaluación de la primera etapa, como para la última. Se evalúa el progreso de estos indicadores mediante la comparación de los resultados obtenidos en la primera autoevaluación, la de la etapa de Empatizar, contra los resultados obtenidos en la última autoevaluación, la de la etapa de Testear. Para visualizar esta comparación, a continuación, se indican los resultados principales en la Tabla 7.

Tabla 7.

Resultados de Comparación Entre Situación Inicial y Final del Módulo, Indicadores 1 y 2

	<i>f</i>	<i>%</i>
Estudiantes que no responde una de las autoevaluaciones	4	10,81%
Estudiantes que no logran una mejora	15	40,54%
Estudiantes que logran una mejora en uno o más indicadores	18	48,65%
TOTAL	37	100%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

A partir de los resultados obtenidos, es posible afirmar que la hipótesis planteada inicialmente en la formulación del proyecto no se cumple, más aún, el porcentaje efectivo de estudiantes que logran una mejora en uno o más indicadores que componen la CTS de Innovación y Emprendimiento es bastante cercano a lo propuesto en la hipótesis. Pues, un 48,65% de los estudiantes del curso logra una mejora en uno o más de los indicadores, correspondiendo esta fracción a 18 estudiantes. De los cuales, seis estudiantes presentan una mejora sólo en el indicador 1, cinco de ellos presentan una mejora sólo en el indicador 2 y siete de ellos presentan una mejora en ambos indicadores.

Análogamente y de manera complementaria, se realiza una comparación entre la situación inicial y la situación final del módulo piloto de innovación, pero esta vez no sólo considerando la autoevaluación aplicada en la primera semana, sino que también, la autoevaluación aplicada para la tercera etapa del Design Thinking, la etapa de Idear. Para así incluir también en el análisis los indicadores 3 y 4 de la CTS de Innovación y Emprendimiento, los cuales sostienen que el estudiante “Genera propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo” (DEA USM, s.f.) y “Considera en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno” (DEA USM, s.f.), ya que, la situación inicial de estos indicadores se observa recién en esta tercera autoevaluación aplicada, pues tal como se indica en la Tabla 1, en dicha etapa se espera comenzar a desarrollar los indicadores 3 y 4 en los estudiantes. Los resultados se indican en la Tabla 8 a continuación.

Tabla 8.

Resultados de Comparación Entre Situación Inicial y Final del Módulo

	<i>f</i>	<i>%</i>
Estudiantes que no responden autoevaluación final	2	5,41%

Estudiantes que no logran una mejora	11	29,73%
Estudiantes que logran una mejora en uno o más indicadores	24	64,86%
TOTAL	37	100%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Para el final del módulo, 24 estudiantes logran una mejora en uno o más indicadores, lo cual corresponde a un 64,86% de la totalidad de los estudiantes, de los cuales dos de ellos presentan sólo una mejora en el indicador 1, tres de ellos sólo en el indicador 2, dos estudiantes sólo en el indicador 3 y finalmente, un estudiante sólo en el indicador 4. Mientras que, son dieciséis estudiantes los que presentan una mejora en más de un indicador en simultáneo, lo cual se muestra en la Tabla 9 a continuación.

Tabla 9.

Estudiantes que Logran Mejorar en Uno o Más Indicadores

	<i>f</i>	<i>%</i>
Estudiantes que logran una mejora sólo en Indicador 1	2	5,41%
Estudiantes que logran una mejora sólo en Indicador 2	3	8,11%
Estudiantes que logran una mejora sólo en Indicador 3	2	5,41%
Estudiantes que logran una mejora sólo en Indicador 4	1	2,70%
Estudiantes que logran una mejora en más de un indicador	16	43,24%
TOTAL	24	64,86%

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Por último, a modo de realizar un contraste general en cuanto a las diferencias presentadas entre la situación inicial y final del módulo, se presentan en la Tabla 10 a continuación la media de cada uno de los indicadores y su desviación estándar respectiva para la totalidad de los estudiantes del curso.

Tabla 10.*Media y Desviación Estándar de Cada Indicador*

	<i>Inicio</i>		<i>Final</i>	
	<i>Media</i>	<i>Desv. Estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Estándar</i>
Indicador 1	3,68	0,36	3,82	0,25
Indicador 2	3,58	0,59	3,78	0,33
Indicador 3	3,71	0,31	3,80	0,34
Indicador 4	3,69	0,42	3,88	0,22

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

A partir de lo expuesto anteriormente, si bien es posible aproximar tanto en la situación inicial como en la situación final del módulo, todas las medias obtenidas a 4, es decir, en la escala de Likert de la autoevaluación a “Totalmente de Acuerdo”, se observa que en la situación inicial los resultados percibidos por cada estudiante se desvían en mayor medida de la media, en comparación a la situación final donde la desviación estándar es menor para tres de cuatro indicadores, siendo estos el indicador 1, 2 y 4. Esto sugiere que al final del módulo, la percepción de los estudiantes se volvió más consistente a nivel general del curso, percibiendo niveles similares de acuerdo, ya que hay una menor variabilidad entre sus respuestas, lo cual indicaría un mayor consenso entre los estudiantes sobre su experiencia y aprendizaje. De la misma forma, cabe mencionar que las medias de los cuatro indicadores han aumentado ligeramente en la situación final, lo cual sugiere una mejora en las percepciones de nivel de acuerdo de los estudiantes con respecto a su desempeño o comprensión. En cuanto a lo que se observa para el indicador 3, donde se tiene una desviación estándar ligeramente mayor en la situación final que en la inicial, el aumento en dicha desviación es mínimo, lo cual puede interpretarse como una ligera variabilidad en la percepción final de los estudiantes sobre este indicador, pero no es lo suficientemente

significativa como para contradecir la tendencia general de mayor consenso entre los estudiantes en la situación final.

La segunda hipótesis a corroborar establecida en la Formulación de Proyecto del Curso de Proyectos de Investigación Educativa en Ingeniería y Ciencias: Olivier Espinosa Aldunate, propone que “la confianza de los estudiantes para enfrentar desafíos de innovación aumentará sobre un 30% tras completar el módulo piloto de innovación” (Gárate y Águila, 2023). Para lo cual se debe observar la evolución en las respuestas de las afirmaciones #9 y #10 contenidas en la Tabla 1, las cuales corresponden a las afirmaciones pertenecientes a la subdimensión de Autoconfianza y que hacen referencia al indicador 2 de la CTS de Innovación y Emprendimiento.

Para la afirmación #9 que plantea que los estudiantes sienten que tienen mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos, a continuación, se muestran en la Tabla 11 los resultados obtenidos por aquellos estudiantes que cumplen con la hipótesis planteada.

Cabe mencionar que, para efectos del presente estudio, se enumeran los estudiantes de acuerdo a la lista de participantes oficial del curso, la cual se ordena alfabéticamente según la primera letra de sus apellidos paternos. Esto con el fin de resguardar la identidad de los estudiantes que son partícipes del módulo piloto de innovación.

Tabla 11.

Resumen Diferencia Etapa Inicial y Final para Afirmación #9

Estudiante	E. Empatizar	E. Testear	Dif. Puntos	Dif. Porcentual (%)
1	3	4	1	33
10	1	4	3	300
11	2	4	2	100

13	3	4	1	33
15	1	4	3	300
16	2	4	2	100
17	3	4	1	33
23	3	4	1	33
24	3	4	1	33
26	3	4	1	33
37	3	4	1	33

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Se observa que un total de 11 estudiantes presentan un aumento de sobre un 30% en la escala Likert de acuerdo, es decir, en su percepción de logro respecto de la afirmación, lo cual corresponde al 30% del total de los estudiantes de la muestra.

Así mismo, si se evalúa el panorama general de esta afirmación entre las etapas inicial y final, es posible identificar que el promedio de la afirmación #9 en la autoevaluación aplicada en la etapa de Empatizar, y en la etapa de Testear, es de 3,43 y 3,74 respectivamente. Lo cual indica que la variación del puntaje obtenido a nivel promedio del curso es de 0,31 puntos, es decir, se da lugar a un aumento de un 9%.

Por otro lado, con respecto al contraste entre la etapa inicial y final del módulo asociado a la afirmación #10, la cual afirma que respecto a la etapa respectiva en la que se encuentran, los conocimientos adquiridos fortalecen su autoconfianza para prosperar en diversos entornos laborales, se indica a continuación en la Tabla 12, el resumen de aquellos resultados que cumplen con la hipótesis planteada.

Tabla 12.*Resumen Diferencia Etapa Inicial y Final para Afirmación #10*

Estudiante	E. Empatizar	E. Testear	Dif. Puntos	Dif. Porcentual (%)
10	1	4	3	300
13	3	4	1	33
16	3	4	1	33
17	2	4	2	100
19	3	4	1	33
23	3	4	1	33
26	3	4	1	33
36	3	4	1	33

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Se observa que un total de 8 estudiantes presentan un aumento de sobre un 30% en la escala Likert de acuerdo, es decir, en su percepción de logro respecto de la afirmación, lo cual corresponde al 22% del total de los estudiantes de la muestra.

De la misma forma, al evaluar el panorama general de esta afirmación entre las etapas inicial y final, es posible identificar que el promedio de la afirmación #10 en la autoevaluación aplicada en la etapa de Empatizar, y en la etapa de Testear, es de 3,57 y 3,69 respectivamente. Lo cual indica que la variación del puntaje obtenido a nivel promedio del curso es de 0,12 puntos, es decir, se da lugar a un aumento de un 3%.

Al analizar las Tablas 16 y 17, se identifica que son seis los estudiantes que logran una mejora de al menos 30% en ambas afirmaciones, cinco estudiantes quienes logran una mejora de

tal magnitud sólo en la afirmación #9, y dos estudiantes sólo en la afirmación #10. La mayoría de dichos estudiantes, posee el perfil de pensador, y al ellos ser individuos que profundizan en la resolución de problemas de forma metódica y crítica, podría existir una relación de dichas características con el incremento en su confianza, ya que tienden a abordar los desafíos complejos con una estructura más consolidada y un enriquecido análisis, lo cual puede incidir en un sentimiento de mayor seguridad. Por otro lado, tres de los estudiantes que presentan un incremento en su confianza son fabricantes, personas orientadas a crear cosas tangibles, por ende, si a lo largo del proceso ven resultados de su trabajo, es probable que esto ocasione o potencie el incremento en su confianza. De la misma forma, otros tres estudiantes poseen el perfil de visionario, quienes, con su capacidad de pensar de manera expansiva y creativa, pueden sentir en sus equipos de trabajo que sus ideas innovadoras son valoradas a lo largo del proceso, lo cual podría aumentar su confianza. La siguiente frecuencia de estudiantes que alcanzaron más de un 30% de aumento en su confianza son dos estudiantes pertenecientes al perfil de aventurero, quienes son personas dispuestas a experimentar y tomar riesgos, lo cual es esencial para la innovación, y dada su condición, es probable que a través de los desafíos y oportunidades ofrecidas por el módulo hayan incrementado su confianza. Finalmente, sólo un estudiante perteneciente al perfil de soñador experimentó este incremento en su confianza, pues, los soñadores tienden a enfocarse en ideas abstractas y menos en resultados concretos. Si bien, un estudiante perteneciente a este perfil logró alcanzar esta mejora, puede que este perfil en particular necesite diferentes herramientas estructurales para aumentar significativamente su confianza para enfrentar desafíos en temáticas de innovación.

5.6 Análisis Conjunto de la Coevaluación y la Autoevaluación

En primer lugar, considerando los resultados de la Coevaluación es posible observar que los resultados en general son positivos, con puntajes que varían entre 3,58 y 4. Lo cual refleja una percepción crítica pero favorable por parte de los estudiantes respecto al proyecto y solución de cada grupo distinto al cual ellos pertenecen. Los resultados en promedio por equipo se reflejan en la Tabla 13 a continuación.

Cabe mencionar, que, para obtener el puntaje entregado para cada afirmación por equipo en la tabla, se calcula el promedio de todas las evaluaciones realizadas sobre el equipo en cuestión, por todos los estudiantes que no pertenecen al equipo que está siendo evaluado. Siendo la última fila de la tabla, el promedio general de todas las afirmaciones.

Tabla 13.

Resultados Coevaluación en Promedio

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
20	3,85	3,94	3,58	4,00	3,90	3,91	3,90	3,93
21	3,75	3,74	3,68	3,90	3,84	3,84	3,90	3,72
22	3,78	4,00	3,97	3,93	4,00	4,00	4,00	3,93
23	3,93	3,90	3,94	3,97	3,87	3,97	4,00	4,00
Promedio	3,83	3,90	3,79	3,95	3,90	3,93	3,95	3,90

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación.

Mientras que, por otro lado, en la Autoevaluación también se obtienen resultados generalmente positivos, con un rango levemente mayor, ya que, los equipos muestran una percepción general de su propio desempeño que va desde 3,5 hasta 4.

Para observar los resultados de la Autoevaluación, se consideran los datos contenidos en la Tabla 5 del Apéndice A, específicamente aquellos correspondientes a las afirmaciones #20, #21, #22 y #23 del cuestionario, con el fin de poder realizar una correcta comparación con la Coevaluación, ya que, esta considera únicamente dichas afirmaciones en su listado de preguntas, tal como se enseña en la Figura 13.

El Equipo 1 a nivel general, obtiene una evaluación similar entre ambas evaluaciones, pues el equipo se otorga a sí mismo un promedio de 3,82 en la Autoevaluación. En general, se perciben a sí mismos y a su trabajo, como un trabajo sólido, en especial en la afirmación #22, donde se autoevalúan con 4. Los otros equipos le asignan un promedio ligeramente superior, siendo este 3,82 con puntuaciones similares a su autoevaluación. En dicha afirmación mencionada, se evalúa la alineación de la solución con los objetivos del curso, donde obtienen una mejor percepción desde la perspectiva de sus otros compañeros en la Coevaluación, obteniendo 0,5 puntos más que en la evaluación realizada por los mismos miembros del equipo. Es así, que ambas evaluaciones son casi idénticas, lo cual sugiere una percepción coherente tanto a nivel interno como externo, además, alcanzando aproximadamente el máximo nivel de acuerdo en las cuatro afirmaciones.

El Equipo 2 se evalúa a sí mismo con un promedio de 3,89 siendo uno de los equipos más consistentes en sus puntuaciones, y sus integrantes se perciben como un equipo que desarrolla una viabilidad adecuada en sus soluciones, tal como indican con el máximo nivel de acuerdo, es decir, con un puntaje de 4 en la afirmación #21. Otros equipos le otorgan un promedio de 3,90 el cual resulta similar, mejorando en una centésima su nivel de acuerdo en percepción general. Este caso específico, también tiene lugar específicamente en la afirmación #22, la cual sostiene que el equipo contribuye con su solución al desarrollo sostenible a largo plazo, lo cual deja ver, que a la interna el equipo percibe esto en menor medida de lo que se percibe a la externa.

En lo que sigue, el Equipo 3 en la Autoevaluación obtiene un promedio de 3,76 con puntuaciones en las afirmaciones que varían entre 3,50 y 4. Se perciben como un equipo menos sólido en la afirmación #23, la cual se refiere a que la solución maximiza los beneficios, sin embargo, se autoevalúan con 3,5. La evaluación mejora levemente a 3,79 en la Coevaluación. En la afirmación #22 que refiere a la sostenibilidad de la solución, presentan una discrepancia mayor entre los puntajes obtenidos en la Coevaluación y la Autoevaluación, donde obtienen 3,97 y 3,75 respectivamente. Más aún, aunque el equipo sea crítico consigo mismo en algunas áreas, los otros equipos lo perciben de manera más favorable, especialmente en lo que refiere a términos de sostenibilidad.

Por otro lado, el Equipo 4 se percibe a si mismo con el nivel de acuerdo máximo, es decir, con una puntuación de 4 puntos en todas las afirmaciones, lo cual indica una autopercepción muy positiva y homogénea. No presenta variabilidad en ninguna afirmación, lo cual sugiere un fuerte consenso interno. Los otros equipos mantienen en su mayoría la misma percepción sobre el equipo, asignándole el máximo nivel de acuerdo en la mayoría de los casos, siendo solo algunos estudiantes los que los evalúan con niveles de acuerdo menor. Obteniéndose una puntuación de 3,95 en la Coevaluación.

En lo que respecta al Equipo 5, se evalúan a sí mismos con un promedio 3,63 en la Autoevaluación, mostrándose especialmente más críticos en la afirmación #21 y #22, las cuales se refieren a la factibilidad y sostenibilidad respectivamente, lo que sugiere que los integrantes del equipo no están completamente seguros de que su solución sin duda alguna cumpla con estas condiciones. En comparación con la Coevaluación, en esta última mencionada, su promedio mejora significativamente a 3,90 destacando totalmente por el contrario de la Autoevaluación, en la afirmación #22, donde los otros equipos lo evalúan con el nivel de acuerdo máximo, sugiriendo

que de manera externa los otros equipos perciben su solución con un enfoque sostenible de manera más favorable.

El Equipo 6 se califica a sí mismo en promedio con 3,86 presentando una puntuación alta en todas las afirmaciones, lo cual refleja una autopercepción positiva en la totalidad de las afirmaciones evaluadas. Sin embargo, los otros equipos son aún más favorables en su evaluación para este equipo, obteniendo en la Coevaluación un promedio de 3,93, destacando en particular en la afirmación #22 relacionada con la sostenibilidad donde obtienen el nivel máximo de acuerdo por parte de sus compañeros, lo cual indica un reconocimiento externo de sus esfuerzos en esta área en particular.

Con respecto al Equipo 7, es uno de los mejores evaluados por los otros equipos, pero a nivel de la Autoevaluación obtiene un promedio de 3,78 mostrando un nivel más bien homogéneo en tres de las afirmaciones, donde en todas obtienen un promedio de 3,67 a excepción de la afirmación #20, en la cual se obtiene el nivel máximo de acuerdo. En la Coevaluación obtienen un promedio mayor, de 3,95 con una puntuación de nivel máximo de acuerdo en dos afirmaciones, #22 y #23 lo cual sugiere que otros equipos perciben su trabajo más positivamente de lo que lo hacen los mismos integrantes del equipo.

Finalmente, en lo que refiere al Equipo 8, es el equipo que peor se percibe a sí mismo con un puntaje de 3,5 obtenido en la Autoevaluación, sin embargo, este valor sigue aproximándose al nivel máximo de acuerdo a nivel general en las afirmaciones evaluadas. Esto sugiere, que este equipo se califica de manera crítica, especialmente en la afirmación #22, la cual se refiere a la sostenibilidad, donde obtienen un puntaje de 3,5 tal como su promedio. Por otro lado, en la Coevaluación su promedio alcanza un puntaje de 3,9 lo cual indica que otros equipos los valoran y perciben de manera más positiva, mejorando incluso de manera significativa hasta un 3,93 en la

afirmación #22. Así, es posible identificar al Equipo 8 como el equipo más crítico consigo mismo, más aún, sus compañeros los perciben de manera positiva.

A nivel general, es posible identificar una tendencia en la Autoevaluación que realiza cada uno de los equipos, debido a que todos exceptuando el Equipo 4, alcanzan un menor nivel de acuerdo en la evaluación realizada a su propio equipo en comparación con la evaluación recibida de los estudiantes pertenecientes a otros equipos en la Coevaluación. Lo cual indica que los equipos tienden a ser más críticos consigo mismos, especialmente en aquellas afirmaciones que refieren a las áreas de sostenibilidad y factibilidad, es decir, las afirmaciones #21 y #22.

Los equipos 5, 6, 7 y 8 mejoran notablemente sus puntuaciones en la Coevaluación, lo que sugiere que son los equipos más críticos consigo mismos, y los estudiantes pertenecientes a otros equipos perciben de manera más positiva la solución propuesta por dichos equipos.

Cabe destacar el desempeño del Equipo 4, siendo consistentemente el mejor evaluado tanto en la Autoevaluación como en la Coevaluación, mientras que, por otro lado, el Equipo 8 a pesar de ser más crítico consigo mismo, recibe una evaluación mucho más favorable de sus compañeros.

Finalmente, se realiza mención a observaciones importantes en el proceso de recopilación de los datos asociados a la Coevaluación que pueden haber inducido en sesgos para el estudio y análisis realizado, pues, son quince los estudiantes que evalúan a todos los equipos en todas las afirmaciones, con el nivel máximo de acuerdo. Lo cual, si bien podría significar que perciben que sus compañeros de curso de los otros equipos cumplen a cabalidad con lo establecido en las afirmaciones evaluadas, surge la duda al mismo tiempo, si efectivamente es esa la intención de los estudiantes, o llenan la evaluación para sus compañeros sin consciencia real de lo que se encuentran respondiendo para terminar más rápido o por diversos motivos. Asimismo, otros seis

estudiantes no evalúan a uno o más equipos, lo cual puede deberse a que no llegan a tiempo a la clase de presentación Pitch, se retiran antes de su finalización, o bien, deciden no evaluar a dichos equipos.

5.7 Análisis de la Evaluación Externa

Al evaluar de manera externa los equipos de trabajo, se pueden observar ciertos patrones y posibles áreas de mejora basadas en los cuatro indicadores evaluados a lo largo de las cinco etapas desarrolladas a lo largo del módulo piloto de innovación.

Para el indicador 1, que mide cuan capaz es el estudiante de interpretar la situación en base a información específica, en la etapa de Empatizar, se observa que en su mayoría los equipos obtienen puntuaciones bajas en esta categoría, siendo de puntuación 2, lo cual sugiere que, en su mayoría los estudiantes son capaces de interpretar una situación en base a información y supuestos, sin embargo, dichos supuestos suelen ser inadecuados mostrando una comprensión parcial de la situación. Sin embargo, el equipo 6 se destaca por sobre los otros equipos, indicando que los estudiantes pertenecientes a este equipo interpretan la situación en base a información general aproximándose a la situación real. Siguiendo la evolución de este indicador, se observa que en la etapa de Definir mejoran consistentemente todos los equipos, en particular, los equipos 3, 4, 7 y 8 obtienen el resultado obtenido por el equipo 6 en la etapa anterior, es decir, demuestran que son capaces de interpretar la situación en base a información general aproximándose a la situación real. Mientras que, los equipos 1, 2, 5 y 6 obtienen el máximo nivel de desempeño para el indicador 1, demostrando que son capaces de interpretar una situación en base a información específica.

Con respecto al segundo indicador evaluado, donde se evalúa el aprovechamiento que los estudiantes le dan a las herramientas creativas entregadas para un trabajo adecuado a lo largo de las cinco etapas, desde la etapa de Empatizar hasta la de Testear, se tiene que al iniciar las etapas

del Design Thinking, todos los equipos se mueven entre los puntajes 3 y 4. En específico, los equipos 1, 3, 4, 5, 7 y 8 obtienen puntaje 3, lo que indica que los estudiantes pertenecientes a dichos equipos, aprovechan algunas de las estrategias creativas para abordar la situación dada, mientras que, los equipos 2 y 6 se destacan con el máximo puntaje, indicando que los estudiantes pertenecientes a dichos equipos son capaces de aprovechar al máximo las estrategias creativas para abordar una situación dada. En contraste con la última etapa del Design Thinking, la de Testear, los equipos 1, 3 y 7 disminuyen su rendimiento en este indicador, donde ahora, si bien son capaces de aprovechar algunas estrategias para abordar la situación dada, las estrategias utilizadas se consideran como poco creativas. El equipo 6 también disminuye su rendimiento, pero en su caso, pasa de aprovechar al máximo las estrategias creativas a tan solo aprovechar algunas estrategias creativas para la situación dada. En el caso del equipo 4 y 8, se mantienen en un rendimiento constante, donde el estudiante perteneciente a estos equipos al menos aprovecha algunas estrategias creativas para una situación dada. El equipo 2 presenta una involución, donde pasa de aprovechar al máximo las estrategias creativas en la etapa de Empatizar, a aprovechar tan solo algunas estrategias para abordar la situación dada, sin embargo, dichas estrategias son poco creativas en la última etapa de Testear. Por el contrario, a los casos anteriores, el equipo 5 es el único equipo que presenta una mejora al comparar la etapa inicial de este indicador en comparación de la etapa final donde se evalúa, pasando de aprovechar tan sólo algunas estrategias creativas y otras que no cumplen con esta condición, a aprovechar únicamente estrategias creativas.

En lo que respecta al tercer indicador, el cual afirma que los estudiantes generan propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo, se obtiene que, en el nivel inicial de este indicador, es decir, en la etapa de Idear, todos los estudiantes del módulo piloto de innovación, es decir, todos los equipos del 1 al 8 obtienen el nivel máximo de

desempeño en este indicador, donde se afirma que los estudiantes son capaces de generar propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo, lo cual va en línea con un trabajo exitoso al idear la solución a las diversas problemáticas abordadas por cada uno de los equipos de trabajo, ya que es en esta etapa donde deben encontrar sus respectivas soluciones e ideas a desarrollar posteriormente. En contraste de la evaluación externa obtenida para este mismo indicador, pero en su nivel final, es decir, en la etapa de testear, los equipos 1, 2, 3, 5 y 8 obtienen un nivel de desempeño menor en este indicador, indicando que, en esta instancia, los estudiantes generan propuestas poco novedosas en conjunto con sus pares. Por su parte, los equipos 4, 6 y 7 todos los estudiantes pertenecientes a dichos equipos, los estudiantes generan propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo, manteniendo el mismo nivel de desempeño máximo obtenido en la etapa inicial.

Finalmente, con respecto al cuarto y último indicador evaluado por los profesores, aquel que evalúa la consideración de los estudiantes de la aplicabilidad y el efecto positivo que pueden generar sus propuestas en el entorno, se tiene que tanto en la etapa inicial que este indicador se evalúa, es decir, en la etapa de Idear, como también en la etapa final, la etapa de Testear, todos los equipos presentan el nivel máximo de desempeño, es decir, todos los estudiantes del curso están considerando en sus propuestas aplicabilidad y el efecto positivo que sus soluciones pueden generar en el entorno.

A nivel general del curso que atraviesa el módulo piloto de innovación, se tiene que los equipos en general tienen una buena capacidad para considerar el impacto positivo de sus propuestas en el entorno, y muestran un rendimiento estable en la generación de propuestas novedosas. Sin embargo, algunas posibles áreas de mejora son la interpretación de la información para una situación dada en las primeras etapas del Design Thinking, y también, la consistencia en

la creatividad a lo largo de las últimas etapas. Así, sería útil reforzar las habilidades analíticas de los estudiantes en un principio, y por otro lado, las estrategias para mantener una colaboración creativa hacia el final del proceso.

6. Conclusiones

6.1 Resumen de los Principales Resultados

El programa piloto de Design Thinking implementado en el primer año de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María demostró ser efectivo en el desarrollo de competencias clave entre los estudiantes. Durante las seis semanas de duración del módulo, los estudiantes participantes mostraron una mejora significativa en habilidades como la creatividad, la resolución de problemas y la capacidad de trabajar en equipo. Un 48,65% de los estudiantes lograron una mejora en uno o más indicadores, considerando únicamente aquellos indicadores que se miden en la primera semana del módulo, es decir, los indicadores 1 y 2, los cuales miden que los estudiantes sean capaces de interpretar una situación en base a información específica y que también, aprovechen las estrategias creativas entregadas para abordar una situación dada. Luego, si se considera la totalidad de los indicadores, es decir, considerando también los indicadores 3 y 4, que sostienen que los estudiantes generan propuestas novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo, y que también consideran en sus propuestas aplicabilidad y efecto positivo en el entorno, se tiene que el porcentaje de estudiantes que logran una mejora en uno o más indicadores corresponde a un 64,86% del total. Donde si bien, la mejora en cuanto al aumento de las medias obtenidas en las etapas iniciales en contra de las etapas finales no es grande, instaura la idea de que el módulo tuvo un impacto positivo en los estudiantes, y además, se demuestran estas mejoras al desarrollar y aplicar soluciones concretas a las diversas problemáticas complejas que se enfrenta cada uno de los equipos.

En la primera etapa del proceso, la etapa de Empatizar, los estudiantes se mostraron particularmente hábiles para identificar y analizar problemas complejos a través de un enfoque humano, lo que les permitió proponer soluciones alineadas con las necesidades reales de los

usuarios. Siendo esta habilidad reforzada por el enfoque del módulo en la importancia de comprender el contexto del problema y las emociones de las personas afectadas, y además, siendo esta etapa una de las más valoradas por los estudiantes, quienes reconocieron la relevancia de este proceso para desarrollar soluciones innovadoras y pertinentes.

La etapa de Idear también fue un punto fuerte del módulo, donde los estudiantes mostraron un alto nivel de creatividad y capacidad para pensar de manera divergente. Fueron varios los equipos que generaron múltiples ideas para abordar los problemas identificados, lo cual les permitió explorar diversas vías de solución antes de seleccionar la más adecuada. Sin embargo, a pesar de los logros en las fases iniciales, algunos equipos de igual forma encontraron desafíos durante las fases posteriores del proceso, particularmente en el prototipado y testeo de sus soluciones. Es así, que, durante la etapa de Prototipar, se evidenció que algunos equipos presentaron dificultades para materializar sus ideas en prototipos tangibles que pudieran ser probados de manera efectiva. A pesar de haber generado soluciones innovadoras, varios grupos no lograron traducir sus ideas en propuestas concretas y funcionales dentro del tiempo limitado del módulo, lo cual resalta la necesidad de una mayor capacitación y enfoque en las etapas de ejecución práctica de las ideas, donde los estudiantes deben adquirir competencias no solo para generar propuestas, sino también para implementar y validar sus soluciones de manera efectiva.

El programa piloto también promovió una mayor confianza en los estudiantes para enfrentar desafíos de innovación, donde un 30% de los estudiantes presenta un aumento sobre un 30% en la escala Likert de acuerdo, es decir, en su percepción de logro respecto a sentir que tienen mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos, y asimismo, un 22% de los estudiantes perciben un aumento por sobre el 30% en la escala de Likert de acuerdo, en que los conocimientos adquiridos fortalecen su autoconfianza para prosperar en diversos entornos laborales. Lo cual es

un resultado altamente positivo considerando que uno de los objetivos del módulo es preparar a los estudiantes para enfrentarse a situaciones del mundo laboral.

La primera relación significativa, la cual corresponde a aquella encontrada entre la afirmación que sostiene que el estudiante comprende el contexto en el que desenvuelve el tema de su proyecto, identificando aspectos claves y cómo influyen estos en el desarrollo de posibles soluciones con la afirmación que sostiene que las ideas o soluciones que propone su equipo buscan maximizar los beneficios del público objetivo y minimizar los posibles riesgos o efectos negativos, se obtiene que esta relación subraya la importancia de enseñar y fomentar una comprensión profunda del contexto en el proceso de Design Thinking, ya que esta comprensión parece estar vinculada con la capacidad de crear soluciones equilibradas y bien fundamentadas.

Por otro lado, la relación encontrada entre la percepción de los estudiantes sobre tener mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos con su nivel de satisfacción sobre exponer adecuadamente sus ideas frente a sus compañeros de equipo o al resto del curso, destaca la importancia de desarrollar tanto las habilidades técnicas como las de comunicación para asegurar que los estudiantes puedan participar plenamente en discusiones y presentaciones de equipo.

En lo que sigue, la relación hallada entre el sentir que tienen mejores herramientas para enfrentar nuevos desafíos con el sentir seguridad para proponer ideas, subraya la importancia de empoderar a los estudiantes con las herramientas y las habilidades necesarias para que pueda participar de manera efectiva y con confianza ante situaciones desafiantes.

La relación encontrada entre las afirmaciones que sostienen que el estudiante se esfuerza por desarrollar su capacidad empática a través del diálogo abierto y la disposición para aprender de las experiencias de los demás y aquella que sostiene que el estudiante mantiene una actitud

propositiva durante la actividad, aportando en su equipo diversas ideas que desafían el estatus quo o los conceptos tradicionales, indica la importancia de un entorno que promueva el diálogo abierto y el respeto por las experiencias de los demás como base para un pensamiento innovador y audaz.

Luego, la relación entre la afirmación que sostiene que el estudiante prueba nuevas ideas o enfoques buscando de manera continua mejorar la solución que con su equipo proponen, con la afirmación que sostiene que el estudiante aprovecha al máximo la oportunidad de poner en práctica las herramientas de diseño, sugiere que fomentar una cultura de experimentación e innovación dentro de los equipos puede llevar a un uso más efectivo de las herramientas de diseño, lo cual a su vez, puede mejorar la calidad de las soluciones desarrolladas.

Y finalmente, la relación encontrada entre el sentirse cómodo y acogido en su equipo de trabajo con el sentir seguridad para proponer ideas, sugiere que la percepción de ser aceptado y apoyado dentro de su equipo contribuye significativamente a la disposición de los estudiantes a participar activamente y proponer nuevas ideas sin temor al rechazo o a la crítica.

Cabe mencionar, que, al calcular la media para cada uno de los indicadores a nivel individual de los estudiantes en la etapa final del módulo, todas se aproximan al máximo nivel de acuerdo, el cual corresponde a “Totalmente de acuerdo” en la escala de Likert, sugiriendo que los estudiantes tienden a evaluar sus experiencias de manera positiva.

En general, el programa piloto de Design Thinking logró no solo mejorar las competencias técnicas y creativas de los estudiantes, sino también aumentar su confianza y capacidad para trabajar en equipo, lo cual es crucial en el desarrollo de futuros ingenieros industriales.

En conclusión, aunque los resultados generales fueron positivos, el estudio reveló la necesidad de mejorar la capacitación en las fases finales del proceso de Design Thinking, donde

se espera que los estudiantes puedan transformar sus ideas en soluciones concretas y sostenibles. Esto implica que, en futuras implementaciones del módulo, sería beneficioso dedicar más tiempo y recursos a estas etapas críticas para garantizar un aprendizaje más completo y un desarrollo integral de las competencias de innovación.

6.2 Limitaciones del Estudio

Una de las principales limitaciones del estudio fue el tamaño reducido de la muestra, que se limitó únicamente a 37 estudiantes, que si bien estos estudiantes pertenecen a un paralelo completo donde se aplica por primera vez el módulo piloto de innovación, el hecho de que se trate de una muestra reducida puede restringir la generalización de los resultados y no permitir que se logre el objetivo de evaluar su impacto a nivel general en los estudiantes de la carrera Ingeniería Civil Industrial pertenecientes a la comunidad de la Universidad Técnica Federico Santa María.

La duración del programa piloto de innovación también resulta ser una limitación, pues el módulo se desarrolló a lo largo de seis semanas únicamente, lo cual podría no haber sido suficiente para que los estudiantes desarrollaran plenamente las competencias que se pretendía desarrollar en ellos, especialmente aquellas relacionadas con las fases más avanzadas del proceso de Design Thinking, como lo es prototipar y testear.

Asimismo, el hecho de que algunos estudiantes no respondieran todas las autoevaluaciones afecta la calidad del análisis comparativo, ya que, por esta razón algunos datos no pudieron ser considerados de manera homogénea en todas las etapas analizadas a lo largo del módulo piloto.

Finalmente, el estudio al centrarse únicamente en el impacto inmediato generado por este módulo dentro del curso de Introducción a la Ingeniería, limita la variabilidad en los resultados y no permite un análisis longitudinal del impacto del módulo en la formación integral de los

estudiantes a lo largo del tiempo, es decir, el evaluar qué cambios genera en los estudiantes que fueron partícipe del módulo piloto con el pasar de los semestres y avanzando en otras asignaturas en comparación con otros estudiantes que no fueron parte del estudio. Lo cual podría abordarse en investigaciones futuras, para así conocer el impacto a largo plazo de estas competencias en la carrera profesional de los estudiantes.

6.3 Hallazgos Sorpresivos

Un hallazgo sorpresivo revela que los grupos que generaron propuestas más novedosas en conjunto con sus pares como resultado de un proceso cognitivo creativo y que obtuvieron el mismo nivel de desempeño máximo obtenido en la etapa inicial según la evaluación externa realizada por los profesores, corresponden a equipos que no están conformados por múltiples parejas de colaboradores ideales según los tipos creativos de Adobe Create, ni tampoco por perfiles completamente distintos. Es más, en dos de estos equipos se repiten perfiles dentro del mismo, lo que sugiere que la diversidad de perfiles no fue un factor determinante para su éxito. Donde, además, cabe destacar que dos de dichos equipos también, estaban compuestos por solo cuatro estudiantes, en lugar de cinco integrantes como en la mayoría de los equipos de trabajo. Este hallazgo desafía la premisa inicial que la diversidad de perfiles y la formación de equipos más grandes serían claves para un trabajo exitoso, y sugiere que otros factores como por ejemplo la cohesión del equipo y la dinámica interna pueden jugar un rol más importante en algunos contextos creativos.

Otro hallazgo notable del análisis y el presente estudio es que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en cuanto a las respuestas entregadas para la Autoevaluación a lo largo de las cinco etapas trabajadas del Design Thinking. Tanto hombres como mujeres mostraron niveles similares de participación, creatividad y capacidad para resolver

problemas complejos, lo que indica que el sexo biológico no fue un factor determinante dentro del estudio. Este resultado sugiere, además, que las habilidades relacionadas con la innovación y el pensamiento creativo pueden desarrollarse de manera equitativa, independientemente de su sexo biológico, siempre y cuando se proporcionen las mismas oportunidades de aprendizaje y participación en su entorno colaborativo.

Luego, otro hallazgo sorpresivo es que, a nivel general, se identifica que los estudiantes en conjunto con sus equipos de trabajo conformados en el módulo tienden a ser más críticos consigo mismos en comparación con las evaluaciones emitidas por estudiantes externos al equipo evaluando los mismos tópicos.

6.4 Importancia Actual del Estudio

El estudio realizado adquiere una gran relevancia en el contexto actual, donde la capacidad de innovar se ha convertido en una competencia esencial para los ingenieros que deben enfrentarse a un entorno profesional cada vez más dinámico, globalizado y competitivo. Inmersos en un mercado laboral que demanda soluciones innovadoras como resultado de procesos creativos avanzados para problemas complejos, donde una herramienta útil y fundamental para poder enfrentar esta demanda, es la incorporación de metodologías como Design Thinking en la formación académica, preparando a los futuros profesionales de manera más integral.

La incorporación e implementación de este tipo de módulos en un curso que habitualmente no considera a trasfondo las temáticas de innovación no solo permite que los estudiantes adquieran nuevas competencias técnicas y creativas, sino que también, fomenta habilidades como el trabajo en equipo, la empatía y la capacidad para adaptarse a situaciones altamente dinámicas, como lo es la realidad en la actualidad. Siendo altamente valoradas estas competencias en el ámbito profesional y necesarias para el éxito en el mundo laboral contemporáneo.

Es así, que el estudio al reflejar mejoras y una buena percepción de parte de los estudiantes respecto a sus logros, se aportan argumentos sólidos para la expansión de este tipo de programas dentro de la Universidad Técnica Federico Santa María, destacando la importancia de incorporar la innovación como parte del plan de estudios formal en la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Los buenos resultados en el módulo piloto de innovación sugieren que su implementación a mayor escala podría no solo mejorar la formación de los estudiantes, sino también aumentar la competitividad de la universidad al alinearse estrechamente con las demandas actuales del mercado laboral y las tendencias globales en educación en ingeniería.

En definitiva, el presente estudio refuerza la necesidad de un enfoque educativo que combine creatividad e innovación con competencias técnicas propias de la formación en ciencias de la ingeniería, preparando de una manera propicia a los futuros profesionales para retos en contextos profesionales y laborales.

7. Referencias

- Adobe Create (s.f.). *Everyone has a Creative Type. What's yours?* Consultado el 18 de Julio de 2024. <https://mycreativetype.com/about/>
- Adobe Create (s.f.). *The Types*. Consultado el 18 de Julio de 2024. <https://mycreativetype.com/the-creative-types/>
- Agresti, A. (2018). *Statistical methods for the social sciences* (5th ed.). Pearson.
- Anderson, N., Potočnik, K., y Zhou, J. (2014). Innovation and Creativity in Organizations. *Journal of Management*, 40(5), 1297 - 1333. <https://doi.org/10.1177/0149206314527128>
- Bravo, E. y Equipo Docente. (2020). Programa de Curso: Desafíos de Innovación en Ingeniería y Ciencias. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile.
- Bravo, E. (2020). Programa de Curso: Modulo Interdisciplinario. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile.
- Cuadros, J., Valencia, J., y Valencia, A. (2012). Creatividad: concepciones, estrategias y su estimulación en entornos educativos. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 6(2), 138-153.
- Celis, S., Vargas, F., y Vignolo, C. (2021). Programa de Curso: Taller de Liderazgo e Innovación Social. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile.
- Chen, S. (2006). *Mixed methods research: A comprehensive approach*. Jossey-Bass.
- Conover, W. J. (1999). *Practical Nonparametric Statistics*. Wiley.

- Cropley, D. H. (2015). Promoting Creativity and Innovation in Engineering Education, *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, 9:2, pp. 161-171.
<https://doi.org/10.1037/aca0000008>
- Dyer, J., Gregersen, H. y Christensen, C. M. (2011). *The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators*. Boston, MA: Harvard Business Press.
<https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=41229>
- Dyer, J., Gregersen, H. y Christensen, C. M. (2009). *The Innovator's DNA*. Harvard Business Press. <https://www.innosight.com/wp-content/uploads/2009/12/The-Innovators-DNA.pdf>
- Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas (Ingeniería UC) (s.f.). *Departamento: Misión y Visión*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.ing.uc.cl/industrial-y-sistemas/departamento/mision-y-vision/>
- Departamento de Diseño y Manufactura (DIIMA USM) (2021). Programa de Asignatura: Gestión de la Innovación.
- Departamento de Industrias Universidad Técnica Federico Santa María (Industrias USM) (2022). *Admisión Ingeniería Civil Industrial USM 2023*.
<https://www.industrias.usm.cl/2022/09/26/admision-ingenieria-civil-industrial-usm-2023/>
- Departamento de Industrias Universidad Técnica Federico Santa María (Industrias USM) (s.f.). *Quiénes Somos*. Consultado el 15 de Julio de 2024. <https://www.industrias.usm.cl/quienes-somos/>
- Dirección de Enseñanza y Aprendizaje Universidad Técnica Federico Santa María (DEA USM) (s.f.). *Competencias Transversales Sello – USM: Modelo de Evaluación*.

- Escuela de Ingeniería Universidad Católica (Ingeniería UC) (s.f.). *Ingeniería Civil: ¿Cómo es nuestro Plan de Estudios?*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.ing.uc.cl/programas-de-estudio/pregrado/plan-estudios/plan-estudios-ingenieria-uc/>
- Escuela de Ingeniería Universidad Católica (Ingeniería UC) (s.f.). *Historia*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.ing.uc.cl/nuestra-escuela/sobre-ingenieria-uc/historia/>
- Escuela de Ingeniería Universidad Católica (Ingeniería UC) (s.f.). *Sobre Ingeniería UC: Misión y Visión*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.ing.uc.cl/nuestra-escuela/sobre-ingenieria-uc/mision-y-vision/>
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). London: Sage.
- Galindo-Rueda, F. y Van Cruysen, A. (2016). Testing innovation survey concepts, definitions and questions: Findings from cognitive interviews with business managers. *OECD Science, Technology and Innovation Technical Papers*. <https://policycommons.net/artifacts/3806534/testing-innovation-survey-concepts-definitions-and-questions/4612450/>
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Allyn & Bacon.
- Haleem, A., Kumar, S., y Luthra, S. (2017). Flexible System Approach for Understanding Requisites of Product Innovation Management. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 19, 19-37. <https://doi.org/10.1007/S40171-017-0171-7>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill Education.
- Howell, D. C. (2012). *Statistical Methods for Psychology* (8th ed.). Wadsworth.

- Innovación Ingeniería UC. (s.f.). *Curso Investigación, Innovación y Emprendimiento*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://innovacion.ing.uc.cl/aprende/curso-ing2030/>
- Ingeniería Industrial Universidad de Chile (DII UChile) (s.f.). *Nosotros*. Consultado el 6 de Julio de 2024. <https://www.dii.uchile.cl/acerca-de/nosotros/>
- Jayani, R., y Hui, Y. (2018). Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, 3(1), 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.06.002>
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., y Turner, L. A. (2006). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112-133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- Kremer, H., Villamor, I., y Aguinis, H. (2019). Innovation leadership: Best-practice recommendations for promoting employee creativity, voice, and knowledge sharing. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/J.BUSHOR.2018.08.010>
- Kazerounian, K., y Foley, S. (2007). Barriers to creativity in engineering education: A study of instructors and students perceptions. *Journal of Mechanical Design*, 129, 761-768.
- Lehmann, E. L. (2006). *Nonparametrics: Statistical Methods Based on Ranks*. Springer.
- Leonard, D. y Barton, M. (2013). *Knowledge and the Management of Creativity and Innovation*. Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199694945.013.005>
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60.
- Martínez, J., Soler, S., Benet, M., González, V., y Iglesias, M. (2015). Consideraciones acerca los métodos estadísticos y la investigación en salud. *Rev. Med. Electrón*, 37(5).

- Mathison, L., Gándara, J., Primera, C., y García, L. (2007). Innovación: factor clave para lograr ventajas competitivas. *Negotium*, 3(7), 65-83.
- McHugh, M. L. (2013). The chi-square test of independence. *Biochemia Medica*, 23(2), 143-149.
<https://doi.org/10.11613/BM.2013.018>
- Nunnally, J. C., y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory*. McGraw-Hill.
- Open Beauchef (OpenLab-FabLab). (2019). Programa de Curso: Proyecto de Innovación en Ingeniería y Ciencias. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Chile.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (Agosto de 2011). *El Índice mundial de innovación: perspectivas y tendencias*.
https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2011/04/article_0005.html#:~:text=El%20%C3%A9ndice%20mundial%20de%20innovaci%C3%B3n,y%20el%20sub%C3%A9ndice%20de%20recursos.
- Observatorio del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (OBSERVA) (s.f.). *Encuesta Nacional de Innovación*. Consultado el 12 de Junio de 2024.
<https://observa.minciencia.gob.cl/encuesta/encuesta-nacional-de-innovacion>
- Oviedo, H. C., y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente Alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580.
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. McGraw-Hill.
- Pardo, A., y San Martín, R. (2010). *Estadística aplicada a las ciencias sociales*. Pearson.

Pontificia Universidad Católica de Chile (UC) (s.f.). *Nuestra Historia*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.uc.cl/universidad/nuestra-historia/>

Pontificia Universidad Católica de Chile (UC) (s.f.). *Universidad*. Consultado el 5 de Julio de 2024. <https://www.uc.cl/universidad/>

Quacquarelli Symonds (QS International). (10 de Abril de 2024). *QS World University Rankings for Engineering & Technology 2024*. Top Universities. <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/engineering-technology?tab=indicators@ion=Latin%20America&countries=cl>

Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors, and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21-33.

Rey, A. (2009). Pensamiento de Diseño y Gestión de la Innovación. *Emotools*. <https://hesiquiogm.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/01/doc15006120140110100305.pdf>

Rojo, M. a. R., Padilla-Oviedo, A., y Riojas, R. (2019). La innovación y su importancia. *Revista Científica UISRAEL*, 6(1), 9–22. <https://doi.org/10.35290/rcui.v6n1.2019.67>

Roscam, E. (2010). *Brand Driven Innovation: Strategies for Development and Design*. AVA. https://books.google.cl/books?hl=es&lr=&id=Sdp3MFoNq9UC&oi=fnd&pg=PP2&ots=BoS1HPsHDK&sig=hicXa28TJNsKd8C1ZipNWRICGss&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Ruiz, M. A., y Pardo, A. (2012). Estadística aplicada al análisis de datos categóricos. UNED.

Saitkasimov, A. (2021). Innovation and Social Development. *The American Journal of Social Science and Education Innovations*, 3(1), 728-735.

<https://doi.org/10.37547/tajssei/Volume03Issue04-117>

Serrano, M. y Blázquez, P. (2015). *Design thinking: Lidera el presente. Crea el futuro*.

Shapiro, S., y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples).

Biometrika, 52(3/4), 591-611.

Siegel, S., y Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*.

McGraw-Hill.

Universidad Técnica Federico Santa María (s.f). Política UTFSM: Investigación, creación e

innovación - Universidad Técnica Federico Santa María. <https://usm.cl/wp-content/uploads/2023/07/politica-utfsm-4-investigacion-creacion-innovacio.pdf>

Universidad Técnica Federico Santa María (USM) (2016). Modelo Educativo Institucional -

Universidad Técnica Federico Santa María. https://usm.cl/wp-content/uploads/2022/08/2016-08-16-Modelo-Educativo-Institucional_version-impresa-1.pdf

Universidad Técnica Federico Santa María (s.f). *Perfil de Egreso Ingeniero Civil Industrial -*

Universidad Técnica Federico Santa María. Consultado el 28 de Mayo de 2024.

<https://www.industrias.usm.cl/pregrado-diurno/perfil-de-egreso-ingeniero-civil-industrial-usm/>

Universidad Técnica Federico Santa María (2023). Plan Estratégico Institucional - Universidad

Técnica Federico Santa María. https://usm.cl/wp-content/uploads/2023/07/Abstract_Plan_Estrategico_Institucional_2020-2023_Vigente.pdf

Universidad Técnica Federico Santa María y Transforme (USM-Transforme) (2023). Perfiles STEM: Explorando la Innovación con Equidad de Género.

Universidad de Chile (UCHile) (s.f.). Plan de Estudio: Carrera de Ingeniería Civil Industrial. <https://ingenieria.uchile.cl/dam/jcr:cdc0ae92-f9b3-46fb-8aff-4d49fe4c6440/MallaCivilIndustrial2021.jpg>

Universidad del Desarrollo (s.f.). Malla Curricular Ingeniería Civil Industrial. https://www.udd.cl/mallas/civil_industrial.pdf

Universidad de Chile (UCHile) (s.f.). *Línea de tiempo de la Universidad de Chile*. Consultado el 6 de Julio de 2024. <https://uchile.cl/u82980>

Universidad de Chile (UCHile) (s.f.). *Misión y visión estratégica de la Universidad de Chile*. Consultado el 6 de Julio de 2024. <https://uchile.cl/u39635>

Universidad Técnica Federico Santa María (USM) (s.f.). *Historia: La materialización de un legado*. Consultado el 7 de Julio de 2024. <https://usm.cl/universidad/historia/>

Vega, C., Fernández, R., Pozos, S., y Ricárdez, J. (2024). Análisis del Índice Global de Innovación en América Latina y el Caribe: Miradas a su evolución. *Interconectando Saberes*, (17), 117-131. <http://dx.doi.org/10.25009/is.v0i17.2819>

Villegas, B. (2008). Estrategias docentes en el desarrollo de la creatividad escolar. *REDHECS*, 5(3), 65-76. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2737304>

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2023). *Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty*. Geneva: WIPO. <https://doi.org/10.34667/tind.48220>

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2022). *Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?* Geneva: WIPO. <https://doi.org/10.34667/tind.46596>

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2020). The Global Innovation Index (GII) Conceptual Framework. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2020-appendix1.pdf

Walther, J., y Radcliffe, D. F. (2007). The competence dilemma in engineering education: Moving beyond simple graduate attribute mapping. *Australasian Journal of Engineering Education*, 13(1), 41-51.

8. Apéndices

Apéndice A

Tabla 1

Empatizar

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	3,60	3,60	4,00	3,80	4,00	4,00	3,75	3,75
2	3,60	3,60	4,00	4,00	3,40	4,00	3,50	3,75
3	3,40	3,40	4,00	3,80	2,80	4,00	3,00	3,50
4	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,67	4,00	3,50
5	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
6	2,80	3,20	4,00	4,00	2,40	3,67	3,00	3,50
7	3,20	3,40	4,00	4,00	3,80	4,00	3,75	4,00
8	3,40	3,60	4,00	3,80	3,20	3,33	3,25	3,75
9	3,20	3,40	4,00	4,00	2,80	3,33	3,25	3,50
10	4,00	3,40	4,00	4,00	3,20	3,33	3,00	3,50
Promedio	3,52	3,56	4,00	3,94	3,36	3,73	3,45	3,68
Desv. Estándar	0,40	0,26	0,00	0,10	0,58	0,31	0,40	0,21

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación. La primera columna corresponde a la numeración de los estudiantes a partir de la lista oficial de participantes del curso, donde se ordenan según sus apellidos en orden alfabético.

Tabla 2*Definir*

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	3,00	3,20	3,60	3,50	3,00	3,75	3,00	3,00
2	3,50	3,40	3,20	3,50	3,33	3,50	3,33	3,33
3	2,50	2,80	3,20	3,00	3,67	3,50	2,00	2,67
4	3,25	3,80	3,40	3,25	3,33	2,75	4,00	3,67
5	3,50	4,00	3,80	4,00	4,00	3,75	3,67	3,33
6	2,75	3,00	3,20	3,50	3,33	3,25	3,00	2,67
7	3,00	3,80	3,60	3,75	3,67	3,75	3,67	3,67
8	2,50	3,40	3,80	3,25	2,67	3,25	3,67	2,67
9	3,00	3,40	3,40	3,75	3,67	3,75	3,33	3,33
10	3,25	3,40	3,20	3,50	3,00	3,50	3,33	2,33
Promedio	3,03	3,42	3,44	3,50	3,37	3,48	3,30	3,07
Desv. Estándar	0,36	0,37	0,25	0,29	0,40	0,32	0,55	0,47

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación. La primera columna corresponde a la numeración de los estudiantes a partir de la lista oficial de participantes del curso, donde se ordenan según sus apellidos en orden alfabético.

Tabla 3*Idear*

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	3,80	3,60	3,25	4,00	3,80	4,00	3,50	3,75
2	3,80	3,20	3,75	3,80	4,00	4,00	3,50	3,75
3	3,60	2,60	3,00	3,60	3,60	4,00	2,75	3,25
4	3,80	4,00	3,75	4,00	3,40	3,50	4,00	3,25
5	3,80	3,80	4,00	4,00	3,80	4,00	3,75	3,75
6	2,80	2,20	3,50	3,40	2,20	2,50	3,25	2,75
7	3,80	3,80	3,75	4,00	3,60	4,00	3,75	3,50
8	3,80	3,40	3,00	3,40	3,00	4,00	3,50	2,50
9	4,00	3,80	3,75	3,40	3,80	4,00	3,50	2,75
10	3,80	3,20	3,50	3,80	3,20	4,00	3,50	2,75
11	3,80	3,80	4,00	3,60	4,00	4,00	3,75	3,75
12	3,40	3,40	3,50	3,40	3,20	4,00	4,00	3,75
13	3,80	3,80	3,75	3,80	3,40	4,00	3,75	3,75
14	3,80	3,60	3,75	4,00	4,00	4,00	3,50	3,50
15	3,60	3,40	3,50	4,00	3,40	4,00	3,50	2,75
16	3,80	4,00	3,75	3,80	3,00	4,00	3,75	3,25
17	3,60	4,00	3,00	4,00	3,40	4,00	3,75	3,75
18	4,00	4,00	3,25	4,00	3,80	4,00	3,75	3,75
19	3,80	3,80	3,75	3,80	3,80	4,00	3,50	3,75
20	3,80	3,80	3,25	4,00	3,60	4,00	3,50	3,00

21	3,80	3,60	3,50	4,00	3,60	4,00	3,25	3,25
22	3,80	3,80	4,00	3,80	3,40	4,00	3,25	3,25
23	3,80	3,80	4,00	4,00	3,80	4,00	3,75	3,50
Promedio	3,73	3,58	3,58	3,81	3,51	3,91	3,57	3,35
Desv. Estándar	0,24	0,45	0,32	0,23	0,41	0,33	0,27	0,42

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación. La primera columna corresponde a la numeración de los estudiantes a partir de la lista oficial de participantes del curso, donde se ordenan según sus apellidos en orden alfabético.

Tabla 4*Prototipar*

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	4,00	3,75	4,00	3,80	4,00	3,67	3,67	3,00
2	3,60	3,50	4,00	4,00	4,00	3,67	3,67	3,00
3	3,40	2,75	3,67	3,80	3,00	4,00	3,33	3,50
4	3,80	3,50	3,67	4,00	4,00	3,33	4,00	3,50
5	3,80	3,50	4,00	4,00	3,00	4,00	3,67	3,25
6	3,40	2,50	4,00	3,40	4,00	3,33	4,00	2,75
7	3,80	3,50	3,67	3,80	3,00	4,00	4,00	4,00
8	3,80	3,50	3,67	4,00	4,00	3,67	3,33	3,25
9	3,40	3,25	3,67	4,00	4,00	4,00	3,67	3,00
10	3,60	3,75	4,00	3,80	4,00	4,00	3,67	2,50
11	3,60	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,67	3,50
12	3,60	3,75	4,00	4,00	3,00	3,67	4,00	3,00
13	3,40	3,25	4,00	3,80	4,00	4,00	4,00	3,50
14	3,80	3,25	4,00	4,00	3,00	4,00	3,67	3,25
15	3,20	3,25	4,00	4,00	4,00	3,33	4,00	3,75
16	3,80	3,50	4,00	4,00	3,00	4,00	3,67	3,75
17	4,00	3,50	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	3,50
18	4,00	3,75	4,00	4,00	3,00	3,67	4,00	4,00
19	3,60	3,75	4,00	4,00	4,00	3,67	3,67	3,75
20	3,80	3,75	4,00	3,80	3,00	4,00	3,33	2,50

21	3,80	4,00	4,00	4,00	2,00	4,00	4,00	2,75
22	3,80	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00
23	3,80	3,50	4,00	4,00	3,00	3,67	4,00	3,50
Promedio	3,69	3,50	3,93	3,92	3,39	3,81	3,78	3,28
Desv. Estándar	0,22	0,35	0,14	0,14	0,78	0,24	0,24	0,44

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación. La primera columna corresponde a la numeración de los estudiantes a partir de la lista oficial de participantes del curso, donde se ordenan según sus apellidos en orden alfabético.

Tabla 5*Testear*

#	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
1	3,80	4,00	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	3,75
2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,75	3,67	3,25
3	3,40	4,00	4,00	4,00	3,00	3,50	3,33	3,75
4	3,80	4,00	3,50	4,00	3,80	3,50	4,00	3,75
5	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	4,00	3,67	3,75
6	3,40	3,40	4,00	4,00	3,20	3,75	3,67	3,00
7	3,80	3,80	4,00	4,00	3,80	3,75	3,67	3,75
8	4,00	3,80	4,00	4,00	3,40	4,00	3,67	3,50
9	3,80	3,80	3,75	4,00	3,60	4,00	4,00	3,00
10	3,40	3,80	3,50	4,00	3,80	3,75	4,00	3,25
11	3,80	4,00	3,50	4,00	3,80	4,00	3,67	3,75
12	4,00	3,80	3,25	4,00	3,20	4,00	4,00	3,25
13	4,00	3,80	3,50	4,00	3,80	3,75	4,00	3,75
14	3,80	4,00	3,75	4,00	3,60	4,00	4,00	3,00
15	3,80	4,00	3,50	4,00	3,80	3,75	4,00	3,25
16	3,80	3,80	4,00	4,00	3,20	4,00	3,67	3,25
17	4,00	3,80	3,75	4,00	2,80	4,00	4,00	3,25
18	4,00	4,00	4,00	4,00	3,80	4,00	3,33	3,50
19	3,80	4,00	4,00	4,00	3,60	4,00	3,67	4,00
20	3,80	3,80	3,75	4,00	4,00	3,75	4,00	3,75

21	3,80	4,00	4,00	4,00	3,60	3,75	3,67	3,75
22	4,00	3,80	3,75	4,00	3,60	3,75	3,67	3,50
23	3,80	4,00	3,50	4,00	4,00	4,00	3,67	3,75
Promedio	3,82	3,89	3,76	4,00	3,63	3,86	3,78	3,50
Desv. Estándar	0,19	0,15	0,23	0,00	0,34	0,17	0,22	0,30

Nota. Elaboración propia, en base a resultados obtenidos durante la investigación. La primera columna corresponde a la numeración de los estudiantes a partir de la lista oficial de participantes del curso, donde se ordenan según sus apellidos en orden alfabético.