

## RESULTADOS DEL PRIMER CICLO FORMATIVO: IMPACTO DE LA INNOVACIÓN CURRICULAR EN LAS INGENIERÍAS CIVILES.

Valeska Gyliane Aceituno Morales, Universidad de La Frontera, [valeska.aceituno@ufrontera.cl](mailto:valeska.aceituno@ufrontera.cl)  
Matthias Ignacio Clein Espinoza, Universidad de La Frontera, [matthias.clein@ufrontera.cl](mailto:matthias.clein@ufrontera.cl)  
María-José Castilla Contreras, Universidad de La Frontera, [maria-jose.castilla@ufrontera.cl](mailto:maria-jose.castilla@ufrontera.cl)

### RESUMEN

Para responder a la necesidad de actualizar el perfil de egreso de las y los estudiantes acorde a las tendencias del mercado actual, se inició en el primer semestre de 2022 un proceso de innovación curricular en las doce carreras de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera. Este proceso incluye la incorporación de diez asignaturas que conforman la Línea Integradora de Formación en Ingeniería y Ciencias (LIFIC), organizadas en tres ciclos formativos. Cada ciclo concluye con una evaluación para proporcionar retroalimentación sobre el progreso estudiantil y la mejora continua del currículum. Este trabajo presenta los resultados del primer ciclo formativo con la evaluación en la asignatura Taller de Diseño de Ingeniería. Se utilizó un enfoque de investigación mixto para describir el proceso y analizar datos. Los instrumentos de recolección de información fueron tablas de revisión de contenidos y recuperación de datos estadísticos de los resultados estudiantiles durante el segundo semestre de 2023. La valoración de cada competencia demostró que la implementación de la LIFIC ha tenido un impacto positivo en el logro de competencias, contribuyendo en una tercera parte de ellas y acercando a las y los estudiantes desde el inicio de su formación al rol profesional que desempeñarán.

**PALABRAS CLAVES:** Ciclo formativo, educación en Ingeniería, calidad en educación, competencias, currículum.

### INTRODUCCIÓN

En marzo de 2022, la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera implementó una innovación curricular mediante el rediseño de los planes de estudio, incorporando la "Línea Integradora de Formación en Ingeniería y Ciencias" (LIFIC, en adelante) para las doce carreras de Ingeniería Civil. Esta iniciativa responde a la necesidad de actualizar el perfil de egreso de las y los estudiantes, alineándose con las tendencias del mercado actual.

La LIFIC se compone de 10 asignaturas transversales distribuidas en tres ciclos formativos: inicial, intermedio y avanzado. Cada uno de estos ciclos está diseñado para desarrollar competencias tanto de titulación como genéricas en áreas clave como Diseño, Innovación y Responsabilidad Social. Para el primer ciclo formativo o inicial, se realiza el reconocimiento del Perfil de Ingreso de las y los estudiantes y se instalan las competencias generales necesarias para la educación superior. Estas competencias están asociadas a las exigencias propias del nivel y permiten a las y los estudiantes apropiarse de las bases científicas fundamentales de un área disciplinaria específica. El objetivo principal es que las y los estudiantes adquieran un dominio de los marcos comprensivos globales de su área de estudio para que puedan avanzar progresivamente a los ciclos formativos siguientes. Cada ciclo formativo concluye con una asignatura hito, cuya evaluación tiene como objetivo proporcionar retroalimentación tanto para el progreso educativo de las y los estudiantes como para la mejora continua del currículum, enfocándose en alcanzar una educación de calidad. La Fig. 1 muestra las asignaturas de la LIFIC, destacándose en color las pertenecientes al ciclo inicial.

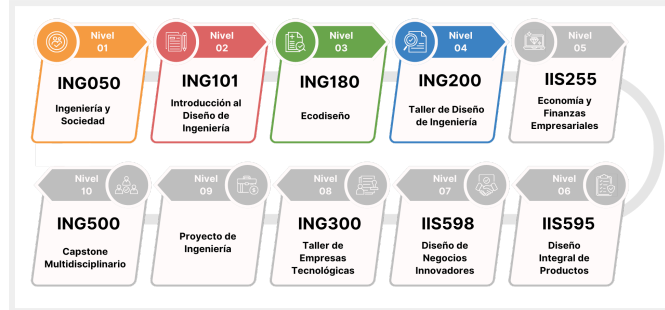


Figura N° 1. Asignaturas semestrales de la LIFIC para las carreras de Ingeniería Civil.

Se aspira que quienes cursan esta línea de asignaturas descubran desde su primer nivel de formación, su rol como profesional de la ingeniería dentro de la sociedad, adquiriendo los conocimientos y habilidades necesarios para aplicar métodos y técnicas ingenieriles de una manera multidisciplinaria, sistémica y profesionalmente ética (UFRO-FICA, 2021).

En el siguiente trabajo, se detalla el procedimiento realizado para evaluar el nivel de desempeño por competencia alcanzado con el propósito de evaluar los aprendizajes obtenidos por las y los estudiantes durante el ciclo inicial y valorar su aplicación. Se espera escalar este procedimiento a los ciclos intermedio y avanzado. Esto se debe a que “demostrar que el perfil se alcanza y hacer seguimiento de su avance durante la formación es el propósito central de la institución” (VICERRECTORÍA DE PREGRADO, 2023).

## DESARROLLO

La implementación de la LIFIC comenzó académicamente en el año 2022 con la ejecución de las dos primeras asignaturas de la línea: "Ingeniería y Sociedad" e "Introducción al Diseño en Ingeniería". Estas asignaturas fueron cursadas por las y los estudiantes de nuevo ingreso de las doce carreras de la Facultad, así como por aquellos de cohortes anteriores que se cambiaron a los planes de estudios innovados. Al siguiente año, la LIFIC continuó con la ejecución de la asignatura de tercer nivel "Ecodiseño", culminando con "Taller de Diseño de Ingeniería". Esta última asignatura fue designada como una asignatura hito para la evaluación del ciclo inicial. El propósito de esta evaluación es determinar si las y los estudiantes han alcanzado los conocimientos y competencias necesarias para cumplir con el perfil de egreso declarado por cada carrera. Entre las competencias declaradas para la LIFIC se reconocen tres: Diseño, Innovación y Responsabilidad Social. De estas, se definen los indicadores de desempeño para cada ciclo formativo presentados en la Tabla 1.

Tabla N°1. Indicadores de desempeño por competencia del ciclo inicial.

Competencia	Indicadores de Desempeño
Diseño	1.1. Elaborar Prototipos de Inspiración y Funcionales en contextos de laboratorio.
Innovación	2.1. Proponer diversas soluciones a problemas de composición abierta, en contextos de laboratorio.
Responsabilidad Social	3.1. Identificar las consecuencias de los actos y decisiones respecto al uso de los recursos, en contextos de laboratorio.

Fuente: Documento de innovación curricular de las carreras de ingenierías civiles de la UFRO.

A partir de los indicadores de desempeño, se formularon los resultados de aprendizaje por competencia que las y los estudiantes deben ser capaces de demostrar al finalizar con éxito la asignatura durante un semestre académico (16 semanas cronológicas). Dichos resultados de aprendizaje se presentan en la Tabla 2.

Para poder alcanzar los resultados de aprendizaje y a partir de los tópicos presentados en el programa de la asignatura de Taller de Diseño de Ingeniería se definió como estrategia utilizar el **Aprendizaje Basado en Reto**, el cual consiste según el Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2020) en implementar una solución a una problemática real vinculada con el entorno. A partir del reto, las y los estudiantes utilizaron los conocimientos adquiridos durante las tres primeras asignaturas de la LIFIC: Ingeniería y Sociedad, Introducción al Diseño de Ingeniería y Ecodiseño que impartieron los semestres anteriores.

Tabla N°2. Resultados de aprendizaje de la asignatura Taller de Diseño de Ingeniería.

Competencia	Resultado de Aprendizaje
<b>Innovación</b>	RA1: Proponer diversas alternativas de solución, que sean factibles, para resolver un desafío planteado a partir de la aplicación de principios teóricos de STEM y el aprendizaje iterativo.
<b>Responsabilidad Social</b>	RA2: Experimentar alternativas para resolver un desafío planteado incorporando aspectos éticos y una perspectiva sistémica para su resolución.
<b>Diseño</b>	RA3: Construir prototipos funcionales para dar respuesta a un desafío planteado atingente al campo disciplinar, justificando sus decisiones a partir de los fundamentos del ciclo básico.

Fuente: Información extraída del programa de asignatura, Intranet, 2023.

En este sentido, para abordar los tópicos de la asignatura y los conocimientos adquiridos en las tres primeras asignaturas de la LIFIC, se les solicitó a las y los estudiantes utilizar la metodología de innovación **Design Thinking** para implementar una solución en aproximadamente doce semanas que permita desarrollar un **Prototipo Funcional de Domótica controlado por una Aplicación Móvil conectado por medio de Bluetooth acompañado de una representación a escala del espacio funcional de éste**, considerando para su desarrollo conocimientos básicos de matemática, física y química, además de utilizar recursos vinculados con Impresión 3D; Desarrollo de Circuitos Electrónicos, utilizando Arduino y Sensores/Actuadores; y Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario. Para el trabajo fue necesario el uso de diferentes materiales, herramientas y Elementos de Protección Personal (EPP) a nivel de prototipado que dependieron de la propuesta de solución que puedan llegar a generar las y los estudiantes a partir de la investigación realizada. Para resolver el sistema, las y los estudiantes fueron organizados en equipos multidisciplinarios los cuales se conformaron a partir de la cuarta semana del semestre académico.

Para evaluar a las y los estudiantes al momento de resolver el reto utilizando la metodología de innovación, las y los docentes declararon los instrumentos de evaluación que se presentan en la Tabla 3.

Tabla N°3. Instrumentos de evaluación a estudiantes de la asignatura Taller de Diseño de Ingeniería.

Instrumento de evaluación		Descripción
<b>Anteproyecto</b>		Consta de un informe escrito que debe incluir una definición clara de la problemática y una propuesta de solución que integre los diversos temas de la asignatura y cada uno de los componentes STEM. Además, se debe presentar la planificación y un presupuesto.
<b>Presentación de Prototipo</b>		La presentación consta de una feria abierta al público conformada por docentes de la universidad y estudiantes de otras asignaturas, donde cada equipo de trabajo expone su prototipo.
<b>Presentación Final</b>		Exposición de los proyectos finalizados, planteando el recorrido de la solución a la problemática planteada. Se muestran las diversas iteraciones que las y los estudiantes realizaron.
<b>Avances</b>	<b>Diseño e Impresión 3D</b>	Las y los estudiantes expusieron su pieza y modelo 3D, explicando su funcionamiento y los parámetros de impresión utilizados para materializar esta pieza por medio de una impresora 3D.
	<b>Diseño de Interfaces Gráficas de Usuario</b>	Para esta evaluación, las y los estudiantes debían demostrar el funcionamiento de su aplicación móvil creada con App Inventor.
	<b>Monitoreo y Control con Arduino</b>	Consta de una evaluación al uso de sensores, actuadores y Arduino, por medio de una exposición explicativa, según los requisitos planteados por el o la docente.
	<b>Ecodiseño</b>	Para esta evaluación, se requerirá la selección de un material dentro de su prototipo para realizar el análisis y búsqueda bibliográfica del ciclo de vida del material.

Fuente: Información extraída del programa de asignatura, Intranet, 2023.

Con el propósito de medir y analizar las habilidades y capacidades de las y los estudiantes durante el desarrollo de la asignatura, se establecen los siguientes niveles de desempeño desde el nivel incipiente de la competencia hasta niveles avanzados de la misma, tal como se detalla en la Tabla 4. Cada uno de estos niveles está asociado a las competencias de Diseño, Innovación y Responsabilidad Social respectivamente, delineando así los objetivos concretos que se esperan que las y los estudiantes alcancen.

Tabla N°4. Niveles de desempeño de la competencia de diseño.

Unidad	Niveles de Desempeño			
	Desarrollo consolidado de la competencia	Desarrollo adecuado de la competencia	Desarrollo básico de la competencia	Desarrollo incipiente de la competencia

	100%-91%	61%-90%	31%-60%	0%-30%
<b>Diseño</b>	Ha desarrollado exitosamente un prototipo funcional de Domótica, justificando plenamente sus decisiones con aprendizajes previos y elementos STEM.	Ha creado un prototipo funcional de Domótica, justificando algunas decisiones con aprendizajes del ciclo básico y mostrando comprensión de conceptos clave, aunque con áreas de mejora.	Ha desarrollado un prototipo de Domótica con limitaciones funcionales y justificaciones poco fundamentadas, mostrando oportunidades de mejora.	Ha intentado desarrollar elementos de Domótica sin lograr un prototipo funcional y con justificaciones insuficientes basadas en aprendizajes previos.
<b>Innovación</b>	Propone una solución integral con un boceto claro, definiendo el problema y objetivos completamente.	Presenta una solución parcial con un boceto, definiendo el problema y algunos objetivos, con margen de mejora.	Ofrece una solución con un boceto, pero con dificultades en definir el problema y los objetivos.	Presenta una solución poco elaborada, con problemas en definir claramente el problema y los objetivos.
<b>Responsabilidad Social</b>	Valida soluciones respetando leyes y considerando plenamente el impacto social de sus acciones.	Valida la mayoría de las soluciones, respeta las leyes en su mayoría y evalúa adecuadamente el impacto social, pero no siempre es consistente.	Valida algunas soluciones y muestra conocimiento de leyes sin respetarlas plenamente, evaluando sólo parcialmente el impacto social.	No válida soluciones, no respeta leyes y no evalúa el impacto social de sus acciones.

Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS

Al finalizar el segundo semestre del año 2023, se establece la propuesta de evaluación mostrada en la Fig. 2. En esta propuesta, se presenta el proceso de evaluación por ciclo formativo, escogiendo el ciclo inicial como análisis. Dentro de este ciclo, se determina que la asignatura hito será Taller de Diseño de Ingeniería, la cual tiene como competencias de titulación el diseño y, como competencias genéricas, la innovación y la responsabilidad social. Estas competencias son fundamentales para establecer los resultados de aprendizaje y los indicadores de logro correspondientes.

Para evaluar a las y los estudiantes, se establecen cuatro niveles de desempeño. A partir de los resultados que se obtuvieron mediante los instrumentos de evaluación, se determina en qué nivel de desempeño se encuentra cada estudiante. Este enfoque permite una evaluación detallada y específica, asegurando que se identifiquen las áreas de fortaleza y las oportunidades de mejora para cada estudiante, facilitando así el desarrollo integral de sus competencias. Se espera que este proceso se pueda replicar para los ciclos intermedio y avanzado.

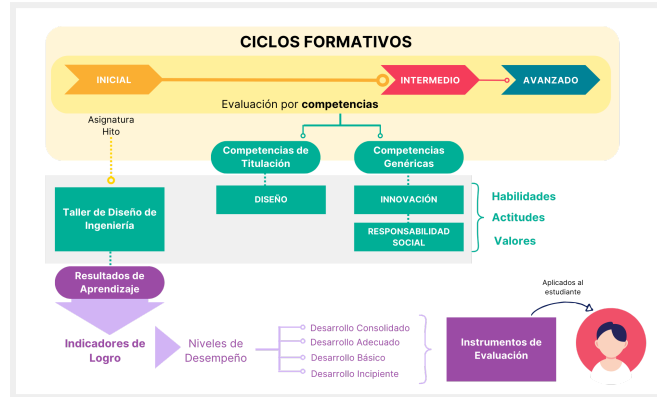


Figura N° 2. Propuesta de evaluación de la asignatura hito.

A partir de esta evaluación y siguiendo la estructura presentada en la Fig. 2, se obtienen los siguientes resultados considerando que se implementaron ocho módulos (grupos de estudiantes) con un total de 181 estudiantes activos en la asignatura.

Según la información presentada en la Fig. 3, se puede observar que 167 estudiantes cursaron las tres asignaturas previas a Taller de Diseño de Ingeniería. 168 estudiantes cursaron las asignaturas de Ingeniería y Sociedad y Ecodiseño, mientras que 169 estudiantes cursaron Introducción al Diseño de Ingeniería y Ecodiseño. Conocer qué asignaturas han cursado previamente las y los estudiantes permitió identificar posibles brechas en el conocimiento que pueden ser abordadas de manera específica, mejorando así el proceso educativo y el rendimiento académico general.

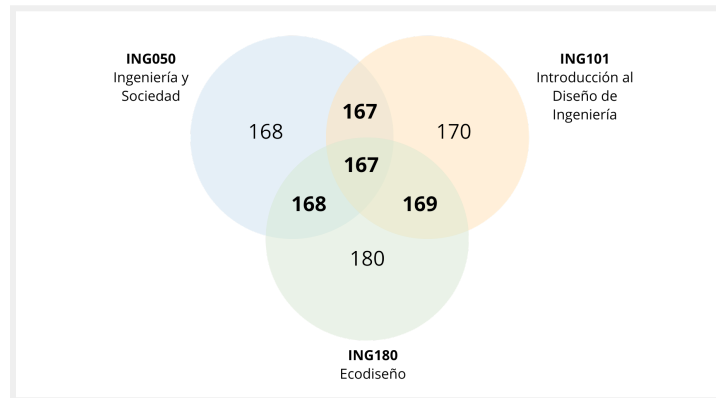


Figura N° 3. Cantidad de estudiantes que cursaron asignaturas del ciclo inicial de la LIFIC.

Durante el semestre en los 8 módulos impartidos se conformaron un total de 38 equipos multidisciplinarios con 5 u 6 estudiantes cada uno pertenecientes a distintas carreras de la Facultad de Ingeniería y que se aprecian en la Tabla 9, con la finalidad de trabajar en proyectos interdisciplinarios. Cada equipo tenía como objetivo abordar un problema específico desde diversas perspectivas, aprovechando la variedad de conocimientos y habilidades de cada estudiante de las distintas carreras.

Tal como se presentó en las Tablas 7, 8 y 9, cada competencia tiene relacionado un nivel de desempeño con un porcentaje de desarrollo asociado. En la Fig. 4 se puede apreciar la cantidad de módulos que consiguen los distintos niveles de desempeño en cada una de las tres competencias, destacando que en todas las competencias mayoritariamente se alcanzó el nivel

de “Desarrollo Adecuado” correspondiente al rango de entre 61 y 90% de desarrollo. También se logra apreciar que la única competencia que presenta módulos con “Desarrollo Básico” (entre 31 y 60%) es la de Diseño, lo que es relevante pues de las tres competencias de la asignatura esta es la única de titulación.

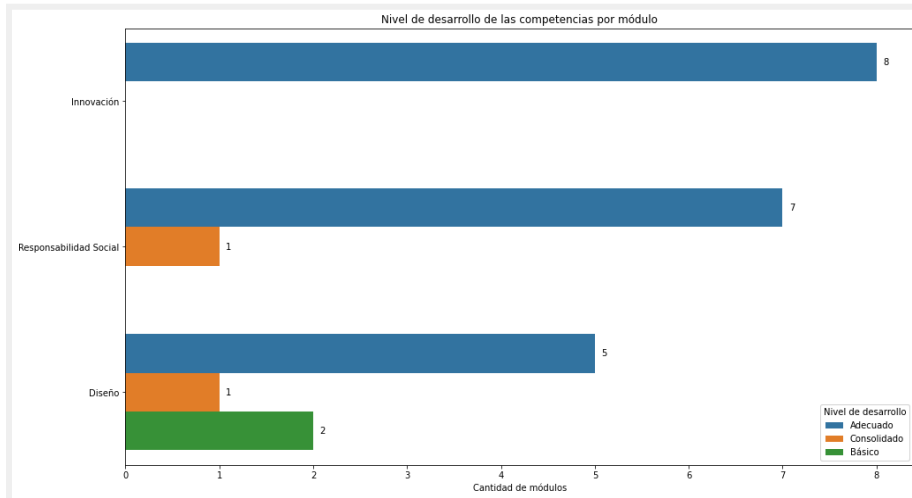


Figura N° 4. Nivel de desarrollo de las competencias por módulo de Taller de Diseño de Ingeniería.

Luego, en la Fig. 5 se presenta la distribución de los resultados del nivel de desempeño para cada una de las competencias obtenidos por los ocho módulos de la asignatura. Los diagramas de caja indican que los mejores resultados son los de la competencia de Responsabilidad Social cuyo primer cuartil es el con mayores valores con respecto a las otras dos competencias, tiene un valor mínimo de 83.69% y presenta un dato atípico cercano al 75% de desarrollo. La competencia de Innovación, pese a tener valores menores (mínimo de 77%) tiene una mediana cercana al 85%, similar a la de Responsabilidad Social. Finalmente, se logra apreciar que la competencia de Diseño es la que presenta una caja ubicada en los valores más bajos, con el menor valor de mediana (77%) y con una distribución más amplia que indica una mayor variabilidad en los niveles de desempeño. Para realizar un análisis más detallado es necesario desglosar el valor del nivel de desempeño en las distintas categorías que componen a cada una de las competencias.

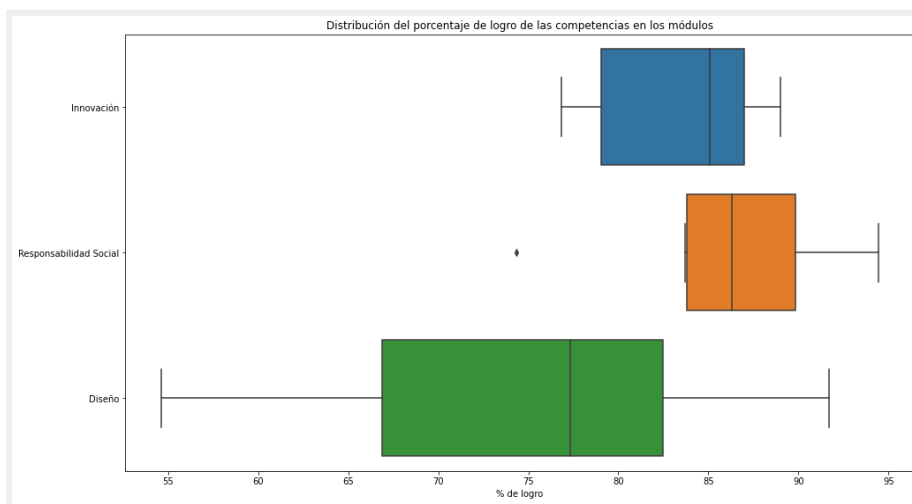


Figura N° 5. Distribución del porcentaje de logro de las competencias de Taller de Diseño de Ingeniería.

La competencia de Diseño se desglosa en las categorías de Comunicación, Prototipo y Trabajo en equipo que idealmente representan un porcentaje de 10, 80 y 10 por ciento respectivamente. El resultado de cada uno de los módulos se presenta en la Fig. 6, destacando los obtenidos por los Módulos 6 y 8 principalmente en la categoría de Prototipo (cercanos al 45%) lo que explica la alta variación en el nivel de desempeño. También destaca el mínimo valor en la categoría de Trabajo en equipo, también perteneciente al módulo 6.

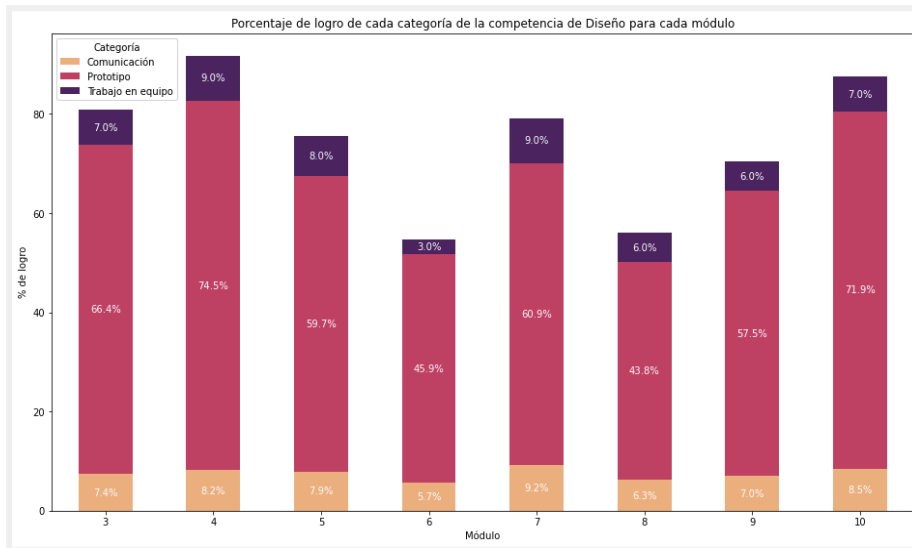


Figura N° 6. Porcentaje de logro de cada categoría de la competencia de Diseño para cada módulo de Taller de Diseño de Ingeniería.

La competencia de Innovación se desglosa en las categorías de Comunicación, Problemática y Propuesta de solución que idealmente representan un porcentaje de 18, 30 y 52 por ciento respectivamente. El resultado de cada uno de los módulos se presenta en la Fig. 7, donde nuevamente destaca el módulo 6 con un bajo porcentaje de logro en la categoría de Propuesta de solución. En las otras categorías se aprecian resultados similares entre módulos, lo que explica la baja dispersión en el nivel de desempeño.

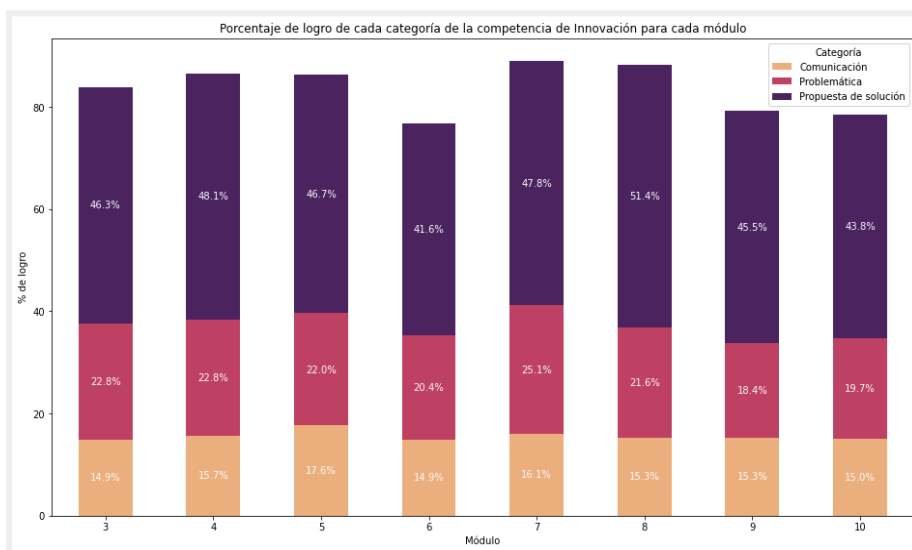


Figura N° 7. Porcentaje de logro de cada categoría de la competencia de Innovación para cada módulo de Taller de Diseño de Ingeniería.

Finalmente la competencia de Responsabilidad Social se desglosa en las categorías de Comportamiento Ético, Comunicación y Solución que idealmente representan un porcentaje de 30, 40 y 30 por ciento respectivamente. El resultado de cada uno de los módulos se presenta en la Fig. 8, donde se puede apreciar que el módulo 6 es el con menor porcentaje de desarrollo, lo que lo convierte en el dato atípico del diagrama de caja presentado en la Fig. 5, principalmente debido al bajo porcentaje obtenido en la categoría de Solución, la cual es evaluada en la presentación final de la asignatura.

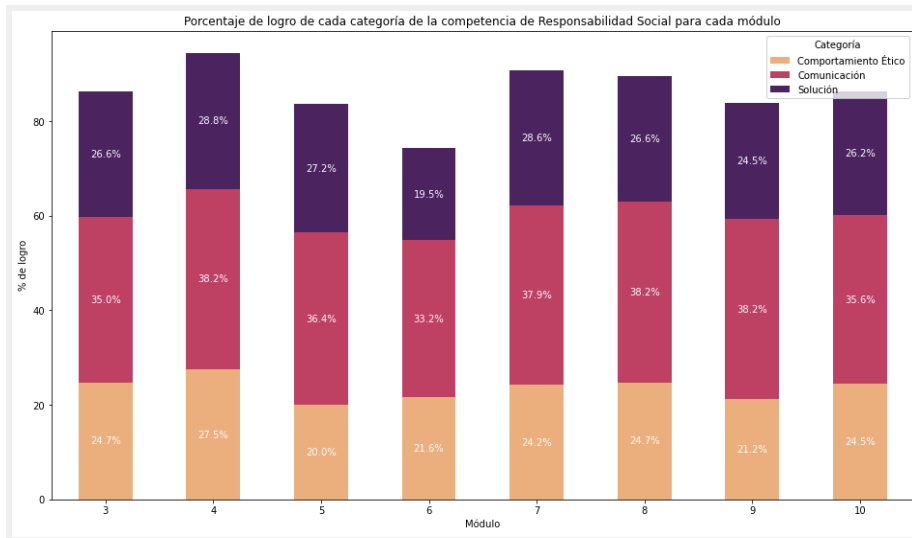


Figura N° 8. Porcentaje de logro de cada categoría de la competencia de Responsabilidad Social para cada módulo de Taller de Diseño de Ingeniería.

De la misma manera, toda esta información permitió realizar algunos ajustes en los programas de las asignaturas, potenciando aún más las actividades centradas en las y los estudiantes y aumentando de cierta forma la complejidad de las mismas. El proceso igualmente fue importante para develar algunas condiciones necesarias de implementación, las cuales se pusieron en marcha en el semestre siguiente, entre la que destacan el orden de las temáticas abordadas dentro de la asignatura, al igual que la búsqueda de profundizar aún más algunos contenidos donde los estudiantes no consiguieron los resultados esperados.

El mayor enfoque fue profundizar en el área de diseño, ya que los resultados nos demostraron que correspondía a la competencia con el menor logro. Se evidenció la necesidad de fortalecer las competencias de las y los estudiantes en la planificación y el diseño, asegurando que se tomen en cuenta todos los aspectos necesarios desde el inicio para evitar contratiempos y garantizar un uso eficiente de los recursos económicos disponibles.

## CONCLUSIONES

La evaluación de la implementación de la asignatura Taller de Diseño de Ingeniería como evaluación hito, en lo que respecta al desempeño estudiantil en la asignatura, las y los estudiantes han demostrado un adecuado desarrollo de la competencia en el área de Innovación. Dos equipos han mostrado un desarrollo consolidado en la competencia de Responsabilidad Social, mientras que el resto ha alcanzado un desarrollo adecuado. En cuanto a la competencia de diseño, sólo un equipo ha alcanzado el nivel consolidado, cinco equipos han alcanzado el nivel adecuado y dos equipos han obtenido un nivel básico.

La valoración de cada competencia demuestra que la implementación de la LIFIC ha ejercido un impacto positivo en el logro de competencias por parte de las/os estudiantes siendo para el ciclo formativo inicial la contribución de la tercera parte de las mismas. El enfoque integrador de la formación en Ingeniería y Ciencias ha demostrado su eficacia al permitir un desarrollo en las áreas de Innovación y Diseño siendo esta última una competencia declarada de titulación, proporcionando a las/os estudiantes las herramientas necesarias para abordar desafíos complejos de manera creativa y efectiva.

En este sentido, la evaluación ha permitido analizar las estrategias pedagógicas y los recursos educativos utilizados en la asignatura. Se ha constatado que la combinación de enfoques prácticos, métodos colaborativos y uso adecuado de herramientas tecnológicas ha generado un entorno propicio para el aprendizaje y la aplicación de conocimientos, fomentando la participación activa de las y los estudiantes en la resolución de problemas orientados a contexto reales.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo y los recursos proporcionados por la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera. Nos gustaría expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Facultad por su generoso respaldo, que permitió a las y los estudiantes trabajar con tecnologías como Arduino e Impresión 3D. Estos recursos fueron fundamentales para el desarrollo de los proyectos de nuestras y nuestros estudiantes.

Además, agradecemos profundamente la asignación de un monto de dinero a cada equipo de trabajo. Este apoyo financiero les permitió adquirir materiales adicionales específicos para cada proyecto, lo cual fue esencial debido a la gran variedad de necesidades y enfoques que cada equipo tenía. Gracias a estos recursos, las y los estudiantes pudieron llevar a cabo sus ideas con un alto grado de precisión y creatividad.

La colaboración y el compromiso de la Facultad de Ingeniería y Ciencias no sólo facilitaron el progreso de los proyectos de las y los estudiantes, sino que también enriquecieron su experiencia educativa y profesional. Estamos enormemente agradecidos por las oportunidades y el apoyo brindado y reconocemos que estos logros no habrían sido posibles sin su inestimable contribución.

## REFERENCIAS

- Servicio de Innovación Educativa de la UPM (Julio 2020). Guía de Aprendizaje Basado en Retos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado en [https://innovacioneducativa.upm.es/guias\\_pdi](https://innovacioneducativa.upm.es/guias_pdi)
- UFRO-FICA (2021). "Rediseño ingenierías civiles 2021", Documento no publicado.
- Universidad de La Frontera (2022), Misión y Visión. <https://fica.ufro.cl/facultad/>
- Universidad de Valparaíso (2012). Proyecto educativo de la Universidad de Valparaíso [https://vra.uv.cl/descargas/proyecto\\_educativo.pdf](https://vra.uv.cl/descargas/proyecto_educativo.pdf).
- Vicerrectoría de Pregrado de la Universidad de La Frontera. (2023). Modelo Educativo UFRO: Aspectos Fundamentales. Recuperado de: <https://campusvirtual.ufro.cl/course/view.php?id=9093>