

RETOS DE INGENIERÍA: "El/la Ingeniero/a que quiero ser"

Paola Leal Mora, Universidad Católica de Temuco, pleal@uct.cl

Alejandra Sánchez Bécar, Universidad Católica de Temuco, alsanbec@uct.cl

Oscar Soto Sánchez, Universidad Católica de Temuco, osotosanchez@uct.cl

RESUMEN

El presente trabajo da cuenta de la implementación del "Reto de Ingeniería" en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco que se centra en el uso del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y la metodología Design Thinking en el curso "Introducción a la Ingeniería". Esta iniciativa, que se lleva a cabo desde 2010, ha sido formalmente estructurada desde 2023 para abordar problemáticas alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El proyecto involucró a 297 estudiantes de diversas carreras de ingeniería, quienes trabajaron en equipos multidisciplinarios para desarrollar soluciones innovadoras a problemas reales. Los resultados muestran un aumento en la motivación, el rendimiento académico y el desarrollo de competencias clave como la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración. Además, se observó una notable mejora en las calificaciones y una reducción en el porcentaje de reprobación, lo que sugiere la eficacia del enfoque ABR en la formación de ingenieros capacitados para enfrentar desafíos complejos en el mundo laboral.

PALABRAS CLAVES:

Aprendizaje Basado en Retos (ABR), Ingeniería, Metodología educativa, Resolución de problemas, Design Thinking

INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es una metodología educativa que ha ganado popularidad en la enseñanza de la ingeniería, debido a su enfoque en la resolución de problemas reales y su capacidad para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral. Esta metodología se centra en que los estudiantes trabajen en proyectos complejos, a menudo en equipos multidisciplinarios, para encontrar soluciones innovadoras a problemas del mundo real (Malmqvist, Rådberg & Lundqvist, 2015).

Uno de los principales beneficios del ABR es que **promueve el aprendizaje activo y profundo**. A diferencia de la enseñanza tradicional, donde el conocimiento se transmite de manera pasiva, el ABR involucra a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, alentándolos a investigar, experimentar y aplicar conocimientos teóricos en situaciones prácticas (Hmelo-Silver, 2004). Este enfoque permite a los estudiantes desarrollar habilidades, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de trabajar en equipo (Prince & Felder, 2006).

Por otro lado, el ABR está alineado con las necesidades del **mundo laboral moderno**, donde se valora la capacidad de los ingenieros para resolver problemas complejos y trabajar de manera colaborativa. A través del ABR, los estudiantes no solo adquieren conocimientos técnicos, sino que también desarrollan competencias transversales como la comunicación, la gestión de proyectos, el liderazgo y el trabajo en equipo, que son esenciales para el éxito en el campo de la ingeniería (Mills & Treagust, 2003).

Otro aspecto clave del ABR es que **fomenta la innovación y la creatividad**. Al enfrentarse a problemas abiertos sin soluciones predefinidas, los estudiantes tienen la oportunidad de explorar diversas vías para encontrar soluciones, lo que estimula su capacidad para pensar de manera creativa e innovadora (Kolmos & De Graaff, 2014). Esta característica es especialmente relevante

en la ingeniería, donde la innovación es crucial para el desarrollo de nuevas tecnologías y procesos.

En el año 2010, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco, adoptó un modelo educativo basado en competencias, lo que implicó una renovación curricular y una adaptación del modelo de formación. En ese momento se incorpora en la línea de formación disciplinar un curso llamado Introducción a la Ingeniería, ubicado en el primer semestre de las Ingenierías que pertenecen al Plan Común (Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Ambiental, Ingeniería Civil en Obras Civiles, Ingeniería Civil Geológica, Ingeniería Civil Plan Común. Entre el año 2021 y 2022 se incorporan las carreras de Ingeniería en Construcción e Ingeniería Eléctrica que, aunque no pertenecen al Plan Común de Ingeniería, también cuentan con un curso introductorio disciplinario (Introducción a la Ingeniería en Construcción e Introducción a la Ingeniería Eléctrica)

La Competencia Genérica a validar en estas asignaturas es Creatividad e Innovación cuya definición es: *“Genera ideas, estrategias, métodos, procesos sustentables y socialmente responsables, para responder con productos o servicios originales a necesidades individuales y colectivas originadas en diversos entornos socioculturales, profesionales, laborales, científicos o tecnológicos”*, y su nivel de dominio es el 1 que indica: *“Identifica soluciones novedosas para problemas o necesidades de variada naturaleza y contexto, y las adapta a otras necesidades, o bien plantear alternativas socialmente responsables.”*

Desde los inicios de este curso (2010), se ha desarrollado el ABR de forma incipiente e instintiva, a través de la ideación de soluciones a situaciones cotidianas que el estudiantado identifica en su diario vivir. Sin embargo, desde el año 2023, se ha implementado esta actividad en forma de reto de innovación a través de metodología Design Thinking, atendiendo a problemáticas enmarcadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de la implementación de estas actividades durante los años 2023 y 2024.

DESARROLLO

Marco Teórico

Este trabajo se enmarca dentro de las metodologías activas de enseñanza, específicamente en el Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Esta metodología, centrada en el estudiante, promueve un aprendizaje significativo y profundo al involucrar a los alumnos en la resolución de problemas reales y significativos. De esta forma, los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su propio aprendizaje, desarrollando competencias clave para el siglo XXI como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación.

El ABR se fundamenta en la idea de que el aprendizaje es más efectivo cuando se vincula con experiencias significativas y desafíos auténticos. Al enfrentar problemas del “mundo real”, los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar los conocimientos teóricos adquiridos y desarrollar habilidades prácticas. Además, el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinares fomenta el desarrollo de competencias sociales y emocionales, esenciales para el éxito en cualquier ámbito profesional (Jonassen, 2000). En este sentido, se ha demostrado que el ABR contribuye a mejorar el rendimiento académico, la motivación y la satisfacción de los estudiantes (Bligh, 2000). Asimismo, se favorece el desarrollo de habilidades de autogestión, autonomía y responsabilidad, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo laboral cada vez más complejo y dinámico.

En este proyecto, se ha integrado el ABR con la metodología *Design Thinking* y la asignación de roles profesionales. Esta combinación permite a los estudiantes experimentar de forma simulada el trabajo en equipo en un entorno profesional, desarrollando competencias como la gestión del tiempo, la comunicación efectiva y la toma de decisiones.

Metodología

- **Participantes:** El estudio se llevó a cabo con un grupo de 300 estudiantes de primer año de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco, quienes fueron divididos en 60 equipos de cinco integrantes cada uno. La selección de los participantes se realizó de manera aleatoria pero dentro de la misma carrera, por consideraciones administrativas y estratégicas.
- **Definición de roles:** A cada miembro del equipo se le asignó un rol específico (Director, encargado de logística, encargado de operaciones, administrador de finanzas, encargado de marketing), similar a los roles que desempeñan los profesionales en un entorno laboral real.
- **Normas de comportamiento:** Se solicitó, a cada grupo, una lista consensuada de normas a respetar dentro de su marco de trabajo. En este sentido, se entiende que los ingenieros deben ser capaces de tomar decisiones éticas en situaciones complejas y de actuar de manera criteriosa y socialmente responsable (Harris, Pritchard & Rabins, 2009).
- **Selección de problemáticas:** Los estudiantes, con el apoyo de los profesores, identificaron y seleccionaron problemáticas reales relacionadas con su área de estudio. Estas problemáticas debían ser relevantes, desafiantes y susceptibles de ser abordadas a través de un proyecto de ingeniería.
- **Actividades y cronograma:** El proyecto se desarrolló a lo largo de un semestre, siguiendo un cronograma establecido que incluyó las siguientes actividades:

Tabla N°1. Talleres y actividades del curso “Introducción a la Ingeniería” dentro del Reto Ingeniería 2024

N°	Taller	Tema	Actividad
1	Qué es innovación y creatividad y la importancia para las empresas y las instituciones públicas.	Conceptos y definiciones: innovación, creatividad, I+D, emprendimiento.	- Taller grupal: Casos de innovación y creatividad.
2	La 4° revolución industrial y el desarrollo tecnológico.	Avances tecnológicos y contextualización del uso de tecnologías en las actuales industrias.	- Conformación de equipos de trabajo.
3	Metodología ágiles y el caso del design thinking “Desarrollando la empatía”.	Conceptos y guía para aplicar la metodología “Desing Thinking” Se aborda la identificación de problemáticas asociado a un perfil de usuario, explorando la creatividad y validando fuentes de información.	- Taller grupal: Árbol del problema. - Benchmarking.
4	Taller 1: identificación de problemas “Definición del problema”	Se generan hipótesis sobre el problema identificado.	- Perfil de usuario. - Mapa de empatía.
5	Taller 2: Determinación de desafíos de innovación.	Los equipos de trabajo fomentan el pensamiento creativo, generando potenciales ideas para brindar solución a la problemática identificada.	- Lluvia de ideas.
6	Taller 3: Ideación y selección de ideas.	Los equipos de trabajo diseñan	- Elaboración del lienzo propuesta de valor.
7	Taller 4: desarrollo de prototipos y validación.	Los equipos de trabajo diseñan a escala piloto un PMV. Los equipos de trabajo evalúan el resultado de la experiencia entre el prototipado y el perfil de usuario (asociado a la problemática abordada) y obtienen resultados, definiendo pivotear u validar los datos obtenidos.	- Prototipado en papel o ilustrado. - Infografía. - Mapa de experiencia usuario (entrevista, mapa de trayectoria).
8	Presentación de prototipos y proyectos finales.	Los equipos de trabajo presentan el proyecto final.	- Pitch.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación

Al finalizar el proyecto, una comisión evaluadora conformada por profesores y empresarios locales evaluó los trabajos realizados por los estudiantes. Los criterios de evaluación incluyeron:

1. **Identificación de la problemática:** Presenta una problemática, causas y efectos, a quién afecta y a cuántos afecta.
2. **Perfil de Usuario:** Demuestra una descripción completa del perfil de usuario, quién experimenta la problemática identificada.
3. **Proceso de Ideación:** Explica de manera clara y demostrable las ideas que responden al problema planteado.
4. **Descripción de prototipo:** Se expresa claramente, de manera fluida y precisa el nivel de prototipo, mencionando atributos y beneficios.
5. **Manejo expositivo:** Demuestra total preparación del tema, manifestando ensayo y práctica. La presentación personal (Si es adecuada y profesional acorde a la especialidad).

Productos finales

Los estudiantes entregaron como producto final un informe escrito que detalla el proceso de desarrollo del proyecto, los resultados obtenidos y las conclusiones. Además, elaboraron un video explicativo en el que presentaron su solución de manera breve, creativa y atractiva.

RESULTADOS

En el marco del Reto Ingeniería 2024, desarrollado en el curso "Introducción a la Ingeniería" de la Facultad de Ingeniería de la UC Temuco, participaron 297 estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil Ambiental, Industrial, Geológica, Obras Civiles, Plan Común, Ingeniería Eléctrica y Construcción, los estudiantes, divididos en 7 secciones, se involucraron en diversos talleres y actividades a lo largo del curso.

Cada una de las actividades y talleres que se realizaron en el marco de la asignatura de introducción a la ingeniería fueron en el horario de clases, considerando que el curso tiene un porcentaje de asistencia de un 80%. En este caso el promedio del porcentaje de asistencia a estos talleres fue superior al 90% en cada uno de ellos. En relación al promedio de notas de la asignatura el año 2024 fue de un 5,38 y el porcentaje de reprobación de un 5,05%.

Comparación del resultado de la asignatura los años anteriores.

En la tabla N°2 se puede observar que el aumento en el número de estudiantes fue notablemente mayor entre 2022 y 2023 en comparación con el incremento registrado entre 2023 y 2024. Este crecimiento podría indicar un mayor interés o demanda por los estudios de ingeniería.

La nota promedio de los estudiantes ha mostrado un crecimiento constante a lo largo de los años, lo cual sugiere una mejora en los métodos de enseñanza, incremento en el apoyo académico, desarrollo de habilidades tales como la actuación ética, creatividad e innovación y comunicación, retroalimentación, etc.

Además, el porcentaje de reprobación ha experimentado una reducción considerable en 2024 en comparación con los años anteriores. Esto podría ser indicativo de avances en el método de la enseñanza, un mejor apoyo a los estudiantes, mejoras en las actividades prácticas, o una combinación de factores positivos en el proceso educativo.

Tabla N°2: Tendencias en el Rendimiento Académico y la Participación de Estudiantes en el Curso de Introducción a la Ingeniería (2022-2024).

	N° estudiantes	Nota promedio	% reprobación
2022	158	47,07	10,07
2023	278	51,11	10,79
2024	297	53,80	5,05

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto importante a considerar es el promedio de la encuesta de evaluación de desempeño docente, que en los últimos años ha promediado un 4,83 de una escala de 5. Con una tasa de respuesta superior al 50%. Algunos de los comentarios a destacar son: “muy buen profesor, nos ayuda al crecimiento personal”, “nos orienta a la profesión”, “estructurado y organizado”, etc.

Dentro del Reto Ingeniería 2024, se generaron 52 ideas al finalizar el último taller, posterior a ello en cada sección se seleccionaron dos grupos evaluando cinco dimensiones: identificación de la problemática, perfil de usuario, descripción de solución y prototipo, manejo expositivo y modelo de negocios. En términos de impacto en el aprendizaje, se observó un aumento del 25% en la evaluación de creatividad de los estudiantes y un 80% reportó una mejor comprensión del proceso de design thinking tras los talleres.

Los proyectos se enfocaron en atender problemáticas atingentes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en los que se relacionan con acceso a la energía, agua, desarrollo e industria y calidad de vida en las ciudades.

Actividad final: Reto de Ingeniería 2024.

Para el día de la presentación del reto final se seleccionaron 14 grupos de un total de 52. Los grupos finalistas mostraron sus proyectos y prototipos frente a un panel de evaluadores. El jurado, compuesto por académicas de la Facultad de Ingeniería, una profesional del CINAP (Centro de innovación de la docencia y aprendizaje de la UC Temuco) y el Ing. Marcelo Catrileo, cofundador de Lirmi Chile SPA. Al finalizar la presentación realizaron preguntas y solicitaron profundizar algunos aspectos sobre los proyectos. Para luego dar paso a la selección de los mayores puntajes y su premiación.

En relación a la presentación cada grupo tuvo un tiempo limitado para mostrar sus innovadoras soluciones, demostrando sus habilidades técnicas, creativas y de comunicación. Los grupos de estudiantes que participaron en la versión 2024 debieron elegir un nombre que identificara su proyecto, fue así que Retex Pellet, Revive App, EcoSec, Vita, Clearflow Tech, EcoTextil, Fluvi, Sky Cautín, Smart Line, Olectric, Segunda Vida, Zuri, Liva y Tu Paradero fueron los grupos seleccionados.

Los premiados de la versión 2024 fueron: Tercer lugar, **grupo Fluvi**, compuesto por Alexia Toledo, Martina Fernández, María Hidalgo y Constanza Gallegos, las dos primeras de la carrera de Ingeniería Civil Geológica y las segundas de Ingeniería en Obras Civiles.

El segundo lugar lo obtuvieron Lucas Vera, Sebastián Salgado y Waldemar Utman de la carrera de Ingeniería Civil Industrial con el proyecto **Ecosec**.

Y el primer lugar del Reto de Ingeniería 2024 para estudiantes de primer año de Ingeniería lo obtuvieron Sebastián Gutiérrez, Nahuel Tranamil, Gonzalo Martínez y Sebastián Muñoz, los tres primeros del Plan Común y el último de Ingeniería Civil Industrial con el proyecto Ecotextil. Ecotextil se basa en el reciclado de ropa sin uso que luego de un proceso de sanitizado y descomposición de fibras es transformado en elementos decorativos para el hogar.



Figura 1. Diapositiva 1 de la presentación del grupo ganador Reto de Ingeniería 2024 UCT

“...alfombras, cortinas, cojines basados en el textil los creamos a partir de la ropa que no se usa, para darle una nueva vida. Hicimos pruebas y prototipados en 3D nuestra idea es comenzar en lo local, en nuestro país y luego proyectar esta solución para reutilizar la ropa.

CONCLUSIONES

La innovación en el "Reto de ingeniería" se justifica por la búsqueda y aplicación de soluciones nuevas y creativas que aborden temáticas relevantes para el aseguramiento de la calidad dentro de las carreras de ingeniería civil de la UC Temuco. Los estudiantes, a través de este reto, tienen la oportunidad de desarrollar propuestas innovadoras que no sólo resuelvan problemas identificados, sino también preparar a los futuros ingenieros para liderar el cambio y contribuir al

progreso de la sociedad. Esta perspectiva innovadora no solo promueve la aplicación de conocimientos adquiridos, sino que también fomenta la capacidad de adaptación y mejora continua en un entorno educativo en constante evolución.

Por otra parte, el "Reto de ingeniería" genera un elemento de pertenencia muy potente, visto como la identificación del estudiante en su núcleo social y la especialidad que estudia. Este elemento radica en el intenso anhelo de mejorar y fortalecer una problemática del área de la ingeniería que el estudiante se está vivenciando directamente en el día a día. De esta forma, se busca no solo resolver problemas técnicos, sino también contribuir activamente al desarrollo y la mejora continua en el ámbito social en que se desenvuelve el alumnado. Así, no solo está presente la creatividad e innovación como competencias estimuladas, sino que también el compromiso, la búsqueda de excelencia y progreso en la formación de futuros ingenieros.

Finalmente, una actividad como el "Reto de Ingeniería" contribuye positiva y notoriamente a los objetivos internos de mejora continua de las carreras de Ingeniería civil, al enfocarse en desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes de primer año. No solo se busca resolver problemas técnicos, sino que también generar un impacto positivo y significativo en el desarrollo académico y profesional de los estudiantes, alineándose con los objetivos de mejora continua, ofreciendo una actividad factible de replicación y evolución en los siguientes semestres.

REFERENCIAS

1. Bligh, D. A. (2000). *What's the use of lectures?* San Francisco, CA: Jossey-Bass
2. Harris, C. E., Pritchard, M. S., & Rabins, M. J. (2009). *Engineering ethics: Concepts and cases* (4th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
3. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
4. Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
5. Kolmos, A., & De Graaff, E. (2014). Problem-Based and Project-Based Learning in Engineering Education. In *Cambridge Handbook of Engineering Education Research* (pp. 141-160). Cambridge University Press.
6. Malmqvist, J., Rådberg, K. K., & Lundqvist, U. (2015). Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences. In *Proceedings of the 11th International CDIO Conference* (pp. 44-61).
7. Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering Education—Is Problem-Based or Project-Based Learning the Answer? *Australasian Journal of Engineering Education*, 3(2), 2-16.
8. Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123-138.