



## **LABORATORIOS ACTIVOS EN TERMODINÁMICA Y PROCESOS TÉRMICOS: INTEGRACIÓN DE TIC Y APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS**

Valeria Olea-Marquardt, Universidad de La Frontera, [valeria.olea@ufrontera.cl](mailto:valeria.olea@ufrontera.cl)

Tomás Mora-Chandía, Universidad de La Frontera, [tomas.mora@ufrontera.cl](mailto:tomas.mora@ufrontera.cl)

Bastián Ales-Chandía, Universidad de La Frontera, [bastian.ales@ufrontera.cl](mailto:bastian.ales@ufrontera.cl)

Robinson Betancourt-Astete, Universidad de La Frontera, [robinson.betancourt@ufrontera.cl](mailto:robinson.betancourt@ufrontera.cl)

### **RESUMEN**

La enseñanza de Termodinámica y Procesos Térmicos enfrenta el desafío de superar metodologías tradicionales centradas en la memorización y en laboratorios de carácter pasivo. En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de un modelo innovador basado en laboratorios activos, uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). La propuesta incluyó el diseño de tres laboratorios experimentales (balance de energía en caldera, análisis de combustión y determinación de poder calorífico), apoyados con simulaciones en Engineering Equation Solver (EES) y video-tutoriales. La propuesta se evaluó mediante desempeño académico, encuestas estudiantiles y evaluación docente, mostrando mejoras en el rendimiento, mayor homogeneidad en el aprendizaje práctico y mejor valoración de la motivación y pertinencia profesional.

**PALABRAS CLAVE:** Aprendizaje activo; Educación en ingeniería; Termodinámica.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La enseñanza de la ingeniería atraviesa un proceso de transformación impulsado por las tecnologías de la información y la digitalización. Este escenario abre nuevas oportunidades para enriquecer las estrategias pedagógicas y avanzar hacia modalidades de aprendizaje más dinámicas y centradas en el estudiante. En particular, asignaturas como Termodinámica y Procesos Térmicos —fundamentales en la formación de ingenieros— suelen impartirse mediante clases magistrales y evaluaciones orientadas a la memorización, o bien en laboratorios de carácter pasivo, donde el docente es el principal actor.

Si bien estas metodologías cumplen un rol importante, especialmente al introducir conceptos básicos o el estudio de fenómenos aislados, presentan limitaciones significativas cuando se busca un aprendizaje profundo y significativo. En este esquema, los estudiantes cuentan con escasas oportunidades para comprender el funcionamiento integral de sistemas térmicos reales, aplicar los conocimientos en contextos auténticos o desarrollar habilidades de análisis y resolución de problemas complejos.

Esta limitación ha sido ampliamente reconocida en diversos campos de la ingeniería. Por ejemplo, en el contexto de la ingeniería hidráulica, Lapo-Pauta y Martínez-Solano (2024) destacan que los métodos tradicionales, basados en clases magistrales y memorización,



restringen la comprensión profunda y la aplicación práctica de conceptos complejos, generando una desconexión entre la teoría y la realidad profesional, así como una notable falta de motivación entre los estudiantes. De manera similar, en el ámbito del diseño asistido por computadora, Ramón Chun-Pinzas et al. (2024) señalan que los enfoques expositivos tradicionales limitan el aprendizaje activo y la vinculación con la práctica profesional, lo que restringe la comprensión integral de conceptos y la motivación estudiantil. Además, su estudio empírico revela que la implementación de metodologías activas en entornos virtuales —como el aula invertida y el aprendizaje por descubrimiento— mejora significativamente la percepción de los estudiantes en aspectos como la autonomía, el interés por el contenido y la interacción colaborativa, con resultados positivos en escalas de valoración y validación estadística.

La brecha entre lo que se enseña y los desafíos profesionales que deberán enfrentar los futuros ingenieros evidencia la necesidad de incorporar enfoques innovadores. En asignaturas como Termodinámica y Procesos Térmicos, esta carencia no solo reduce la motivación y el sentido de responsabilidad de los estudiantes sobre su propio aprendizaje, sino que también limita el desarrollo de competencias para abordar problemas complejos en entornos industriales.

En este contexto, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se presentan como alternativas capaces de superar dichas barreras, ofreciendo experiencias más interactivas y vinculadas a situaciones reales (Guamán & Espinoza, 2022 y Lozano, 2021). Estos enfoques favorecen la motivación, fortalecen la autonomía y promueven la adquisición de conocimientos y habilidades críticas para la formación de ingenieros.

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de laboratorios activos en la asignatura de Procesos Térmicos, integrando laboratorios activos, videos tutoriales, uso del software Engineering Equation Solver (EES) y metodologías basadas en problemas. El objetivo es potenciar el aprendizaje activo y autónomo de los estudiantes, promoviendo el desarrollo de competencias, así como la vinculación con escenarios realistas de la práctica ingenieril.

## **2. METODOLOGÍA**

La presente propuesta se desarrolló en la asignatura Procesos Térmicos, correspondiente al plan de estudios de Ingeniería Mecánica de la Universidad de La Frontera. El diseño metodológico se basó en un enfoque de aprendizaje activo, integrando el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Se comenzó seleccionando los contenidos centrales de la asignatura más adecuados para este enfoque, tales como el análisis energético de sistemas y el estudio de combustión. A partir de estos temas, se diseñaron actividades prácticas apoyadas en el software Engineering Equation Solver (EES), en la elaboración de videotutoriales y en la implementación de metodologías activas en laboratorios.



La implementación se realizó durante el primer semestre académico del año 2025 con un total de 15 estudiantes, subdivididos en grupos de trabajo. Las actividades se integraron en las sesiones semanales de aula y laboratorio, donde los estudiantes debían resolver problemas abiertos con apoyo de TIC y simulaciones. El rol docente fue principalmente el de facilitador, promoviendo la autonomía, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica.

La evaluación de la propuesta consideró dos dimensiones: (i) aprendizajes logrados, evaluados mediante el desempeño en pruebas escritas y proyectos; y (ii) percepción estudiantil, analizada de forma cualitativa y cuantitativa a través de encuestas con escala Likert y preguntas abiertas. Los indicadores de análisis incluyeron motivación, responsabilidad sobre el aprendizaje, comprensión conceptual, entre otras.

## 2.1 MATERIAL COMPLEMENTARIO

Como apoyo a las actividades de aprendizaje, se desarrollaron video-tutoriales alojados en YouTube, en los cuales se resolvían ejercicios aplicados utilizando el software Engineering Equation Solver (EES). Estos recursos cumplieron una doble función: reforzar los contenidos teóricos de la asignatura y guiar a los estudiantes en el uso práctico del software, promoviendo así el aprendizaje autónomo en entornos híbridos y virtuales.

En cuanto a su diseño, los videos se planificaron con una duración máxima de 20 minutos, considerando evidencia reciente que destaca la importancia de este factor. [Greeves y Oz \(2024\)](#) identifican la duración adecuada de los videos como un criterio clave valorado tanto por estudiantes como por instructores para mantener la atención y la percepción positiva del contenido. De manera complementaria, [Thompson et al. \(2021\)](#) señalan que los estudiantes prefieren videos de alrededor de 20 minutos, ya que este formato optimiza el compromiso y reduce la fatiga cognitiva, especialmente en contextos donde las multitareas pueden afectar la concentración.

## 2.2 LABORATORIOS ACTIVOS

Se desarrollaron tres laboratorios activos, cuya ejecución se especifica a continuación.

### a) Laboratorio balance de energía en caldera

El primer laboratorio se desarrolló en el Laboratorio de Investigación Energética de la Universidad de La Frontera, utilizando una caldera semindustrial Rotary Pell de 70 kW, bombas rotodinámicas, estanques de almacenamiento, distribuidores y equipos terminales como fan coil o radiadores.

En el desarrollo del laboratorio se incorporaron diversas TIC, entre ellas se incluyó el uso del software de simulación Engineering Equation Solver (EES) para modelar el sistema real y analizar balances de energía, así como instrumentos digitales de apoyo experimental, tales como cámaras termográficas para identificar tuberías activas junto con sensores de presión y temperatura para la recolección de datos. Estas herramientas permitieron a los estudiantes



observar, medir y posteriormente representar en forma computacional el comportamiento del sistema térmico.

De manera complementaria, se implementaron distintas metodologías activas de enseñanza-aprendizaje en las diferentes etapas resumidas en la Figura 1. En una primera etapa, se aplicó aprendizaje por descubrimiento mediante el uso de acertijos para identificar componentes de la caldera, integrando elementos de gamificación que promovieron la motivación y el trabajo colaborativo. Posteriormente, se introdujo el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) a través del desafío de diagnosticar y modelar el funcionamiento del sistema a partir de datos experimentales, complementado con la simulación en EES.

Además, se promovió la reflexión crítica mediante preguntas orientadas a la seguridad y la prevención de riesgos en la operación de calderas. Esta combinación de TIC y metodologías activas buscó no solo fortalecer la comprensión conceptual, sino también desarrollar competencias aplicadas y responsabilidad en la práctica profesional.



Figura 1: Resumen de etapas Laboratorio 1

### **b) Laboratorio análisis de combustión**

Este laboratorio tuvo como objetivo que los estudiantes comprendieran la relación entre el exceso de aire, la eficiencia de combustión y la generación de emisiones contaminantes en una caldera de biomasa. Para ello se utilizó la misma caldera semindustrial Rotary Pell de 70 kW empleada en el laboratorio anterior, esta vez instrumentada con un analizador electroquímico de gases (Testo 310) capaz de medir concentraciones de oxígeno ( $O_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono (CO) y la temperatura de los gases de combustión.



La experiencia se diseñó bajo un enfoque de aprendizaje activo y basado en problemas (ABP), planteando a los estudiantes el desafío de determinar un punto de operación óptimo para la caldera. Dicho punto debía equilibrar dos criterios antagónicos: (i) operar con la menor cantidad de aire posible para maximizar el rendimiento energético, y (ii) garantizar una combustión suficientemente completa para evitar emisiones visibles y reducir la concentración de CO en los gases de escape.

Durante la actividad se buscó que los estudiantes identificaran la variabilidad inherente al uso de pellets de biomasa. Para ello, se les indicó la necesidad de realizar múltiples mediciones y calcular valores promedio antes de definir parámetros de operación de la caldera. Este procedimiento fue intencionado pedagógicamente para fomentar la reflexión crítica y poner en evidencia que, en sistemas reales, la toma de decisiones debe considerar simultáneamente criterios de eficiencia energética y de impacto ambiental.

En términos pedagógicos, el laboratorio integró TIC a través del uso del analizador digital de gases y la posterior sistematización de datos, y aplicó metodologías activas tales como la resolución de problemas auténticos, el análisis colaborativo de datos experimentales y la toma de decisiones fundamentada. De esta forma, los estudiantes no sólo aplicaron conceptos de combustión y balance de energía, sino que también desarrollaron competencias de análisis crítico y de gestión de información en escenarios reales.

### **c) Laboratorio determinación de poder calorífico**

Este laboratorio se diseñó bajo aprendizaje basado en problemas (ABP) para que los estudiantes resolvieran un caso realista: asesorar a una pequeña empresa que evalúa migrar a una caldera a pellet. El problema requería medir el poder calorífico del pellet, caracterizar su humedad y estimar el consumo de combustible y de aire para una potencia útil objetivo, integrando criterios de operación y decisión técnica.

El énfasis instruccional estuvo en transferir conceptos termodinámicos a un contexto realista, mediante experimentación y argumentación basada en datos. Se empleó el calorímetro Cal2k eco, balanza de precisión y accesorios de preparación de muestra. El ABP estructuró el flujo “problema → datos → decisión”. Se incorporó indagación guiada (definición de bases y correcciones), trabajo colaborativo para distribución de tareas (preparación, ensayo, cómputos) y argumentación técnica al justificar la base de reporte (seca/húmeda) y el  $\lambda$  de diseño.

## **2.3 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN**

Para evaluar la propuesta, se aplicó una encuesta estructurada en escala Likert de 1 a 5 (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo), organizada en cuatro dimensiones, con tres preguntas cada una. En la Tabla 1 se presentan dichas preguntas y dimensiones.

Tabla 1 Preguntas y dimensiones de la encuesta



**XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025**  
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:  
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL  
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

<b>i) Motivación y valor percibido</b>	<b>ii) Responsabilidad percibida y rol en el aprendizaje</b>	<b>iii) Aprendizaje y transferencia</b>	<b>iv) Diseño instruccional y metodologías activas.</b>
i.a) Las actividades prácticas desarrolladas durante el semestre aumentaron mi interés por la asignatura o por los temas abordados.	ii.a) Durante las clases tradicionales, sentí que el profesor era la figura central en el proceso de aprendizaje.	iii.a) Puedo aplicar los conceptos teóricos de la asignatura en situaciones prácticas.	iv.a) Las actividades prácticas (acertijos, experimentos y simulaciones) facilitaron mi comprensión de los conceptos.
i.b) Considero que los laboratorios desarrollados y el uso de recursos (EES y videotutoriales) son útiles para mi proceso de aprendizaje.	ii.b) Durante los laboratorios activos, sentí que los estudiantes (incluyéndome a mí) éramos las figuras centrales del proceso de aprendizaje.	iii.b) Las actividades de laboratorio me ayudaron a comprender mejor los contenidos complejos.	iv.b) El uso de herramientas y equipos (como cámaras termográficas, EES, o analizadores de gases de combustión) facilitó mi aprendizaje.
i.c) Siento que lo aprendido en la asignatura Procesos Térmicos será útil en mi futuro profesional.	ii.c) Participar en las actividades de laboratorio me hizo sentir responsable del éxito de mi propio aprendizaje y de aplicar correctamente los conceptos estudiados.	iii.c) Ahora me siento más capaz de resolver problemas técnicos relacionados con el área.	iv.c) La forma en que se plantearon las actividades fomentó mi participación activa.

Los ítems fueron elaborados a partir de literatura previa sobre metodologías activas en ingeniería y sobre percepción estudiantil (por ejemplo, Prince, 2004; Freeman et al., 2014), y fueron revisados por dos académicos del área para asegurar su pertinencia y claridad. En total, la encuesta incluyó 12 ítems cerrados distribuidos de manera equilibrada entre las cuatro dimensiones.

La aplicación del cuestionario se realizó en línea y de manera anónima mediante Google Forms, al finalizar el semestre académico, con una duración aproximada de 10 minutos. Para complementar los datos cuantitativos, se incorporaron seis preguntas abiertas, orientadas a recoger percepciones cualitativas sobre aprendizajes significativos, momentos especialmente



relevantes, aspectos positivos a mantener, sugerencias de mejora, uso de recursos tecnológicos y relación de las actividades con la futura práctica profesional. El análisis de datos consideró estadísticos descriptivos (media, desviación estándar y distribución de frecuencias).

En el caso de las preguntas abiertas, se empleó un proceso de categorización temática para identificar patrones comunes y complementar la interpretación de los resultados cuantitativos. Las preguntas abiertas fueron las siguientes:

- ¿Cuál consideras que fue tu mayor aprendizaje durante las actividades prácticas de este semestre?
- Describe una situación o momento que haya sido especialmente significativo para ti en las actividades.
- ¿Qué aspectos de las actividades crees que se deberían mantener tal como están?
- ¿Qué cambios propondrías para mejorar las actividades prácticas en los próximos semestres?
- ¿Hubo algún recurso o equipo que te resultó especialmente útil o que te hubiera gustado usar más?
- En tu opinión, ¿qué relación tienen las actividades con tu futura labor profesional?

### 3. RESULTADOS

Para efectos de análisis, los resultados se subdividen en cuatro apartados: (i) estadísticas de visualización en YouTube, (ii) resultados académicos, (iii) evaluación docente y (iv) encuestas de percepción estudiantil.

#### 3.1 ESTADÍSTICAS DE YOUTUBE

Los nueve videos registraron un total de 157 visualizaciones, con una duración promedio de 3 minutos por reproducción. Este patrón sugiere que, aunque muchos estudiantes no ven los videos de principio a fin en una sola sesión, es probable que los consulten en varias ocasiones para completar su revisión progresivamente.

#### 3.2 RESULTADOS ACADÉMICOS

En comparación con el semestre anterior, los resultados académicos muestran una mejora en la consistencia del rendimiento estudiantil. En el semestre actual ( $N = 13-15$ ), los promedios de las pruebas se situaron entre 5,1 y 5,5, con un número muy reducido de reprobaciones (máx. 3 por prueba). Por su parte, los trabajos alcanzaron un promedio de 6,0 sin estudiantes reprobados. Los laboratorios evidenciaron un desempeño alto y homogéneo, con promedios entre 5,9 y 6,7 y desviaciones estándar mínimas ( $<0,4$ ), lo que indica uniformidad en el aprendizaje práctico.

En contraste, en el semestre anterior ( $N = 17$ ) se observó una mayor variabilidad: una prueba registró un promedio de 4,1 con un 47 % de reprobación, mientras que otra alcanzó un promedio de 6,4. Los laboratorios, en ambos semestres, mostraron resultados consistentemente altos, aunque en el presente se apreció una dispersión aún menor. Estos datos sugieren que la incorporación de metodologías activas contribuyó a una mejora en el desempeño académico global, particularmente en las evaluaciones teóricas, manteniendo además un aprendizaje práctico sólido y equitativo.



### 3.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DOCENTE

Al comparar los resultados de la evaluación docente del semestre anterior (2024/2) con el semestre de aplicación del proyecto (2025/1), se observa una mejora general en la percepción de la asignatura. El promedio global aumentó de 4,52 a 4,60, lo que refleja un impacto positivo del proyecto en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

En particular, destacan los avances en las dimensiones de motivación y participación estudiantil, que pasó de 4,50 a 4,66, evidenciando un mayor entusiasmo y compromiso en clase. También mejoró la dimensión de aprendizaje logrado, con un alza de 4,52 a 4,60, lo cual sugiere que los estudiantes percibieron un aprendizaje más significativo y el desarrollo de competencias útiles para su formación profesional. De igual forma, la formación integral mostró un incremento importante (de 4,47 a 4,68), lo que indica una mejor valoración de los aspectos éticos, sociales y de trabajo colaborativo incorporados en el curso. La relación interpersonal aumentó de 4,60 a 4,70, consolidando la valoración positiva hacia la cercanía y disposición del docente.

Los comentarios de los estudiantes complementan estos resultados. Mientras que en el semestre anterior se sugería fortalecer el uso de herramientas como EES y mantener las salidas industriales, en el semestre de aplicación se destacó la buena disposición del profesor, la claridad en la enseñanza y la estructura del curso, junto con el interés en contar con más salidas industriales.

### 3.4 RESULTADOS DE ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN ESTUDIANTIL

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes evidencian una alta valoración del diseño metodológico de la asignatura y del impacto que tuvo en su proceso de aprendizaje. El valor medio de respuesta a cada pregunta se muestra en la Figura 2.

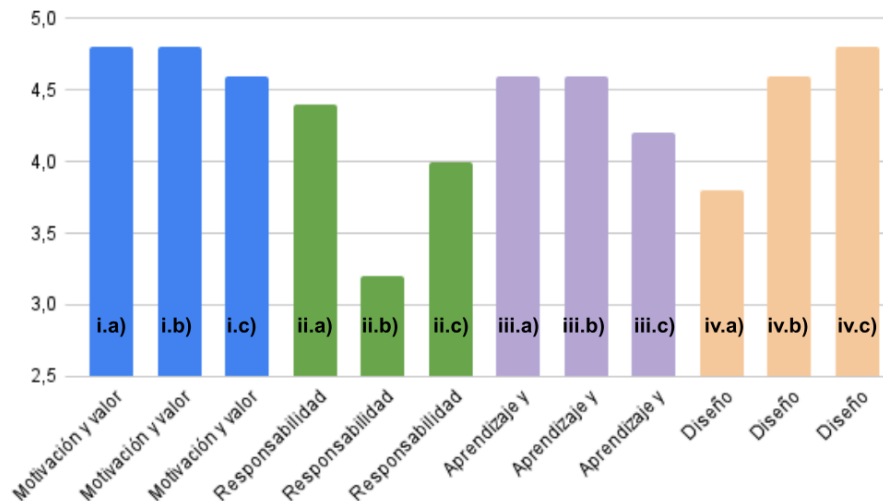


Figura 2: Respuestas promedio por pregunta y dimensión.



**XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025**  
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:  
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL  
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

En términos de motivación y valor percibido, los estudiantes señalaron que las actividades prácticas incrementaron su interés por la materia y que los recursos empleados, como laboratorios, EES y videotutoriales, resultaron muy útiles para su proceso formativo. Asimismo, destacaron que lo aprendido será relevante para su futuro profesional, con promedios cercanos a 4,6–4,8 en estas dimensiones.

En la dimensión de responsabilidad y rol en el aprendizaje, los estudiantes identificaron una diferencia entre las clases tradicionales, donde el docente fue percibido como la figura central (4,4), y los laboratorios activos, donde la percepción de protagonismo estudiantil fue menor (3,2). Este contraste sugiere que, si bien se avanzó hacia metodologías más activas, aún existe espacio para potenciar la autonomía de los estudiantes y reforzar su rol como actores principales del aprendizaje.

Por otra parte, las dimensiones de aprendizaje logrado, transferencia de conocimientos y diseño instruccional alcanzaron promedios elevados (4,6–4,8). Los estudiantes expresaron sentirse más capaces de aplicar conceptos en situaciones prácticas y de enfrentar problemas técnicos, valorando positivamente los experimentos, simulaciones y el uso de herramientas especializadas. En conjunto, los resultados muestran que el proyecto contribuyó a aumentar la motivación, consolidar aprendizajes aplicables y dinamizar la experiencia educativa, aunque persiste el desafío de promover mayor autonomía estudiantil en el desarrollo de los laboratorios.

La encuesta cualitativa evidenció que los estudiantes valoraron principalmente el aprendizaje práctico alcanzado, destacando la comprensión de procesos térmicos aplicados, el trabajo en estaciones de laboratorio y el uso de herramientas como EES. Entre los momentos más significativos mencionaron actividades interactivas y experimentales, que generaron motivación y dinamismo en el curso. Como aspectos a mantener resaltaron la buena disposición docente y la estructura de las actividades, mientras que como oportunidades de mejora sugirieron mayor retroalimentación en algunas estaciones, mejor organización de los laboratorios y un uso más extendido de materiales de apoyo. En general, los estudiantes reconocen que las actividades representaron un primer acercamiento a su futura labor profesional, reforzando la pertinencia y aplicabilidad de los contenidos en su formación.

#### **4. CONCLUSIONES**

La integración de laboratorios activos, metodologías basadas en problemas (ABP) y el uso de TIC en la asignatura de Procesos Térmicos permitió generar un aprendizaje más dinámico y significativo. Los estudiantes no solo demostraron mejoras en su rendimiento académico y en la homogeneidad de los resultados prácticos, sino que también valoraron positivamente la pertinencia de los contenidos para su futura labor profesional. El uso de herramientas digitales como EES y los video-tutoriales apoyó el aprendizaje autónomo y flexible, reforzando la comprensión conceptual y la transferencia de conocimientos a contextos reales.



**XXXVII CONGRESO CHILENO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 2025**  
PROYECCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA:  
LA EDUCACIÓN EN MODALIDAD PRESENCIAL, HÍBRIDA Y VIRTUAL  
Concepción, 8 al 10 de octubre 2025

No obstante, los resultados evidencian que aún persiste el desafío de fortalecer el protagonismo estudiantil en los laboratorios, promoviendo mayor autonomía y responsabilidad en el proceso formativo. En conjunto, la experiencia confirma el potencial de combinar metodologías activas con recursos digitales como estrategia pedagógica en la enseñanza de la ingeniería, aportando evidencias para su consolidación futura en el currículo universitario.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo se enmarca en el Proyecto DID23 0056: Potenciando el aprendizaje activo en asignaturas de Termodinámica y Procesos Térmicos con: integración de herramientas pedagógicas virtuales y simulador de laboratorios.

### **REFERENCIAS**

- Chung-Pinzás, A. R., Inche-Mitma, J. L., & Cruz-Chuquizuta, C. (2024). La percepción de estudiantes ante la aplicación de metodologías activas en el curso de diseño asistido por computadora. *Revista Electrónica Educare*, 28(2), 78-97.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Greeves, S., & Oz, A. (2024). The role of YouTube in higher education: Perceptions of students and instructors. *Frontiers in Education*, 8, 1330405. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1330405>
- Guamán, V., & Espinoza, E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124-131.
- Lapo-Pauta, M. y Martínez Solano, F. J. (2024). Aprendizaje con Metodologías Activas en el área de Ingeniería Hidráulica [Learning with Active Methodologies in the Hydraulic Engineering Area]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1096>
- Lozano-Ramírez, M. (2021). El aprendizaje basado en problemas en estudiantes de pregrado. *Tendencias Pedagógicas*, 37, 90-103.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Thompson, L. A., Kardong-Edgren, S., & Anderson, M. (2021). Video length and student learning: Evaluating the impact of video segmentation on engagement and knowledge retention. *Journal of Information Technology Education: Research*, 20, 173–200. <https://doi.org/10.28945/4746>