

## LABORATORIO DE INGENIERÍA APLICADA: INNOVACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS PARA LA INDUSTRIA 4.0

Claudio Gaete Peralta, Universidad Bernardo O'Higgins, [claudio.gaete@ubo.cl](mailto:claudio.gaete@ubo.cl)  
Katherine Delgado Vargas, Universidad Bernardo O'Higgins, [katherine.delgado@ubo.cl](mailto:katherine.delgado@ubo.cl)  
Álvaro Toledo San Martín, Universidad Bernardo O'Higgins, [alvaro.toledo@ubo.cl](mailto:alvaro.toledo@ubo.cl)  
Ian Scott Kinney, Universidad de Santiago de Chile, [ian.kinney@usach.cl](mailto:ian.kinney@usach.cl)  
Eric Cárcamo, Universidad Bernardo O'Higgins, [ceric@pregrado.ubo.cl](mailto:ceric@pregrado.ubo.cl)  
Pía Henríquez, Universidad Bernardo O'Higgins, [hpia@pregrado.ubo.cl](mailto:hpia@pregrado.ubo.cl)  
Tomas Bastías, Universidad Bernardo O'Higgins, [tbastias@pregrado.ubo.cl](mailto:tbastias@pregrado.ubo.cl)  
Valeska Pardo, Universidad Bernardo O'Higgins, [pvalaska@pregrado.ubo.cl](mailto:pvalaska@pregrado.ubo.cl)

### RESUMEN

Este artículo presenta el desarrollo e implementación de un Laboratorio de Ingeniería Aplicada, un enfoque innovador para preparar a los futuros ingenieros para los desafíos de la Industria 4.0. Concebido por el Semillero de Investigación en Educación en Ingeniería, este laboratorio adopta un enfoque de aprendizaje experiencial que combina talleres prácticos de modelado 3D utilizando el software SketchUp y tecnología de impresión 3D, con talleres de desarrollo de habilidades blandas dirigidos por expertos en desarrollo profesional. El artículo detalla la estructura del laboratorio, incluyendo el contenido y la metodología de los talleres, con un enfoque en el Aprendizaje Basado en Problemas para el desarrollo de habilidades técnicas. Se espera que esta iniciativa fomente una mayor comprensión de los principios de Ingeniería y prepare a los estudiantes con las habilidades técnicas y blandas esenciales para sobresalir en un panorama tecnológico en constante evolución.

**PALABRAS CLAVES:** Laboratorio de Ingeniería Aplicada, Industria 4.0, Aprendizaje Experiencial, Habilidades Blandas, Modelado 3D, Innovación Educativa, Aprendizaje Basado en Problemas.

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, diversos estudios hablan sobre los roles que debe tener un ingeniero en la sociedad, en donde se establecen algunas características que estudiantes de ingeniería deben adquirir en su formación. Al respecto, se reconocen características asociadas a su vinculación con la innovación tecnológica (Molina, 2000), o bien, como un resolutor de problemas en contextos sociales (Capote, Rizo y Bravo, 2016), incluso, Vásquez (2012) propone con mayor fuerza la relación social que debe tener la Ingeniería: "un ingeniero es quien, con los recursos disponibles y sus conocimientos, brinda creaciones útiles a la sociedad" (p. 399). Por otro lado, se plantea la necesidad de que el ingeniero resuelva problemas de carácter técnico desde la aplicación del conocimiento de las ciencias básicas, utilizando sus procesos mentales, con el fin de generar nuevos productos, procesos o servicios que sean necesarios para mejorar la calidad de vida (Boccardo, 2006).

Adicionalmente al cuestionamiento latente sobre el rol que tiene que tener un ingeniero en la sociedad, diversas posturas plantean las competencias, actitudes, habilidades y conocimientos que son deseables en un ingeniero para el ejercicio de su profesión. Por mencionar algunas, es

posible encontrar características deseables en ingenierías específicas, como las de un ingeniero informático (Parra, 2003), de un ingeniero eléctrico (Vásquez y González, 2011) o de un ingeniero civil industrial (Valle y Cabrera, 2009); así como también habilidades o competencias transversales, como la capacidad de resolver problemas (Boccardo, 2006), la creatividad, la innovación y el emprendimiento (García-González et. al, 2019; Molina, 2000, Ovallos et al., 2015; Serna, 2017; Vega-González, 2013) y conocimientos deseables ligados a tecnología y sociedad (De Graaff y Ravesteijn, 2001).

Esta diversidad de posturas se debe a las distintas necesidades que cada sociedad requiere de un ingeniero, lo cual repercute en las escuelas formadoras de ingenieros. En el caso de Chile, una política de estado que actualmente orienta la formación de ingenieros viene dada por el *Plan Estratégico-Nueva Ingeniería para el 2030*, cuya finalidad es mejorar las propuestas académicas en ingeniería, para aumentar el número de graduados, permitiendo así contribuir al desarrollo industrial y económico del país (Monjetal y Rodríguez, 2018). Propuestas de tal naturaleza, también han surgido a nivel país (por ejemplo, Vásquez, 2012; Villa-Peralta, 2017) o a nivel latinoamericano (Molina, 2000), evidenciando una preocupación general sobre cómo se proyecta la colaboración del ingeniero en las sociedades latinoamericanas con distintos niveles de alcances.

Muchos sectores industriales han estado buscando la adopción de ideas y tecnologías de la Industria 4.0, que prometen lograr una producción ajustada y *just-in-time* a través de la digitalización y el uso de máquinas inteligentes (Jan et al., 2023). Actualmente la industria en nuestro país está experimentando una transformación hacia los procesos de fabricación inteligente y digitalización completa, surgiendo nuevas tecnologías de información y comunicación como los sistemas cibernéticos, ciberseguridad, internet de las cosas, Big Data, sistema de integración, computación en la nube, fabricación digital e inteligente, entre otros, los cuales son conceptos que son impulsores de la llamada *Cuarta Revolución Industrial*, lo que comúnmente se conoce como *Industria 4.0* (Geldes, 2023). Esta revolución tecnológica no se limita a la adopción de nuevas herramientas, sino que implica una profunda transformación en la forma en que se diseñan, producen y distribuyen los productos, demandando un nuevo perfil de ingeniero.

Los ingenieros del futuro deberán ser capaces de desenvolverse en entornos altamente digitalizados, colaborativos e interdisciplinarios. La capacidad de análisis de grandes volúmenes de datos, el dominio de herramientas de simulación y modelado virtual, y la comprensión de sistemas ciberfísicos serán competencias esenciales. Además, la creciente complejidad de los problemas a resolver requiere de una sólida formación en pensamiento crítico, resolución creativa de problemas y trabajo en equipo (Hazrat et al., 2023). Esto desafía a las universidades a mejorar en la praxis la preparación profesional y científica de los futuros ingenieros.

Desde la Universidad Bernardo O'Higgins (UBO), la *Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología* se encuentra en constante reflexión en torno a estos cuestionamientos, realizando reflexiones desde diferentes perspectivas (por ejemplo, en la realización y participación de eventos científicos y académicos, en publicaciones científicas, en el desarrollo de investigación I+D, entre otras) y

ha buscado plasmar el resultado de dichas reflexiones en la formación de ingenieros, a través de diferentes tipos de acciones (por ejemplo, en ajustes curriculares y en prácticas profesionales, entre otras). Dentro de estas acciones, se encuentra, la iniciativa de levantar un *Laboratorio de Ingeniería Aplicada*, cuyos propósitos son, principalmente, dos: 1) ofrecer a la comunidad servicios profesionales en el ámbito de la Ingeniería y 2) vincular el quehacer ingenieril con la formación de estudiantes de Ingeniería de la UBO. Una de las motivaciones para realizar este laboratorio está en aportar, desde la experiencia del *aprender haciendo*, elementos que le permitan a la comunidad educativa continuar con la reflexión y discusión respecto al rol del ingeniero en la sociedad, así como las competencias, actitudes, habilidades y conocimientos que son deseables en este tipo de profesionales. Con el propósito de dar a conocer estos elementos para debatir con la comunidad académica, el objetivo de este trabajo es presentar la experiencia de levantamiento del Laboratorio de Ingeniería Aplicada UBO.

Dado lo anterior, este artículo tiene como objetivo describir el diseño e implementación de este laboratorio, concebido como un enfoque innovador para fortalecer la formación de estudiantes de ingeniería en el contexto de la Industria 4.0. En particular, se busca aportar evidencia empírica sobre la eficacia de metodologías de aprendizaje activo, como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en la adquisición de competencias técnicas y transversales en el ámbito de la ingeniería. Este análisis se enmarca dentro del campo de la investigación educativa en ingeniería, un área de estudio en creciente desarrollo que busca comprender y optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en este campo disciplinar.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

### Contexto

La acreditación académica externa es crucial para asegurar la calidad educativa en las universidades, centrándose en el diseño, entrega y resultados del aprendizaje. Esta acreditación no solo verifica competencias, sino que también impulsa mejoras en la calidad educativa y el aprendizaje (Alenezi et al., 2023).

En el caso chileno, los nuevos *Criterios y Estándares de Calidad para la Acreditación Institucional del Subsistema Universitario* (CNA, s.f.) consideran catorce criterios, los que se operacionalizan en cinco dimensiones: 1) Docencia y resultados del proceso formativo, 2) Gestión estratégica y recursos institucionales, 3) Aseguramiento interno de la calidad, 4) Vinculación con el medio y 5) Investigación, creación y/o innovación. Dentro de estos criterios, se encuentra el criterio 4: *investigación, innovación docente y mejora del proceso formativo*, el cual busca que la universidad emprenda y desarrolle acciones de investigación y/o innovación sobre su experiencia docente que impacten positivamente en el proceso formativo, en lo disciplinar y en lo pedagógico, de acuerdo con el proyecto institucional. Con el propósito de desarrollar actividades vinculadas a este criterio, se creó el *Semillero de Investigación en Educación en Ingeniería* de la UBO (ver Fig. 1), el cual inició sus actividades el 03 de mayo de 2024 y tiene como propósito promover habilidades de investigación en estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología de la UBO, con el fin de postular y/o ejecutar proyectos de investigación en el área de la

Educación en Ingeniería, bajo la dirección de académicos vinculados a grupos de investigación y/o con trayectoria investigativa. El Semillero está conformado por 5 académicos y 5 estudiantes interesados en el desarrollo de habilidades de investigación científica (ver Fig. 1).

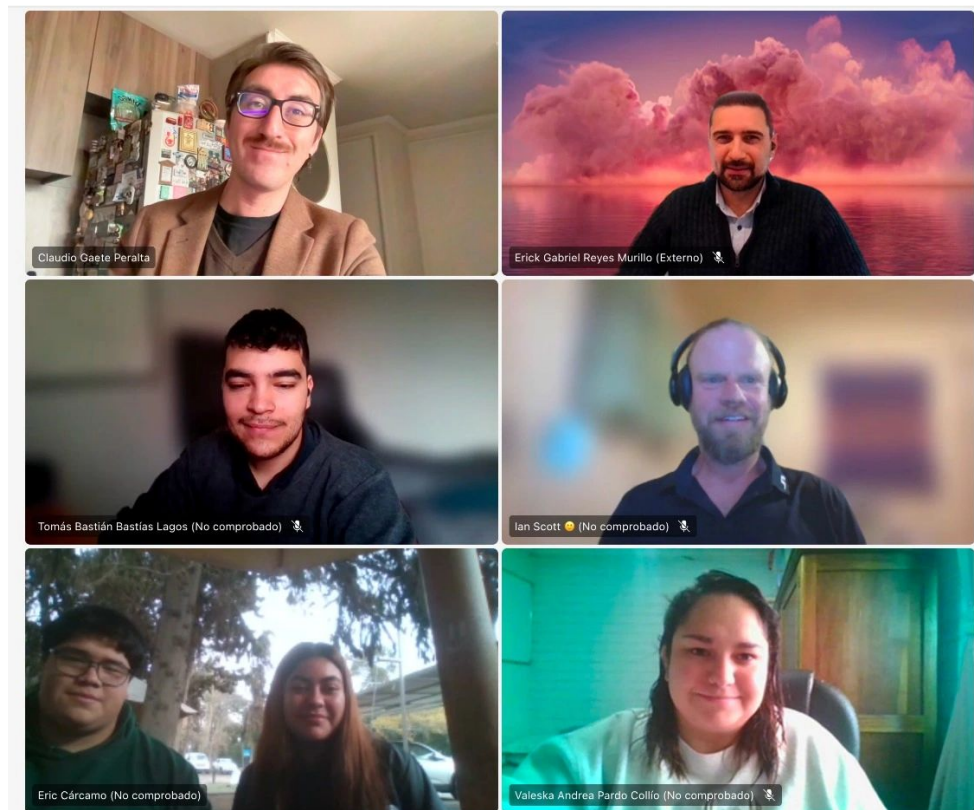


Figura N° 1. Semillero de Investigación en Ingeniería

La idea de levantar el Laboratorio de Ingeniería Aplicada surgió durante las sesiones semanales que lleva este semillero, como una manera de vincular tempranamente el quehacer ingenieril con la formación de estudiantes de Ingeniería de la UBO. La implementación de este laboratorio se ha estado discutiendo de manera constante. Las ideas generales ligadas a este levantamiento, se muestran a continuación.

### Levantamiento de Laboratorio de Ingeniería Aplicada

El Laboratorio de Ingeniería Aplicada funcionará en el *Centro de Innovación Living Labs* de la UBO (ver Fig. 2), un espacio destinado a reunir a estudiantes, investigadores y docentes en un ambiente colaborativo, fomentando la creatividad y la innovación. El equipo encargado de llevar a cabo este laboratorio estará conformado por profesionales expertos en áreas de la Ingeniería y estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Ciencia y Tecnología. Se espera que este Laboratorio inicie sus servicios en agosto de 2024.



Figura N° 2. Centro de Innovación Living Labs

Todo estudiante dispuesto a participar en este Laboratorio debe realizar dos talleres previos: *Taller de modelamiento* y *Taller de desarrollo de habilidades blandas*. Se espera que estos talleres inicien sus servicios en agosto de 2024. Sin embargo, también se considerará la participación de estudiantes de último año, sin la necesidad de que pasen por estos talleres.

### Taller de modelamiento

En este taller, se enseñará a los estudiantes a modelar diferentes estructuras utilizando la página *SketchUp*, programa de diseño gráfico y modelado. Esto permitirá a los estudiantes crear modelos detallados para imprimir en máquinas de impresión 3D disponibles en el centro de innovación. Este taller será realizado con base en una metodología ABP, debido al potencial que tiene esta metodología en procesos de aprendizaje en Ingeniería (por ejemplo, ver lo realizado en Ruiz-Meza et al., 2021 y Escobar et al., 2022).

### Taller de desarrollo de habilidades blandas

Las habilidades blandas son importantes para los ingenieros porque les permiten interactuar de manera efectiva con los demás, resolver problemas de manera eficiente y adaptarse a situaciones cambiantes (Morgan, 2022). El equipo encargado de llevar adelante estos talleres estará conformado por profesionales que son parte del equipo de *Desarrollo Estudiantil* y *Formación Continua* de la Universidad. En este taller se potenciarán diferentes habilidades blandas requeridas en un ingeniero, tales como:

- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo
- Adaptabilidad
- Inteligencia emocional
- Liderazgo
- Gestión del tiempo
- Resolución de problemas

Durante la finalización de cada taller se aplicará un instrumento de evaluación a los estudiantes para evaluar los conocimientos adquiridos y que ellos brinden su retroalimentación e impresiones. Los indicadores de éxito de estos talleres, serán los siguientes:

**Dominio del software.** Al finalizar el taller, el 80% de los estudiantes serán capaces de: a) Utilizar las herramientas básicas de SketchUp para crear modelos 3D simples, b) Importar y exportar archivos en diferentes formatos y c) Resolver problemas básicos de modelado.

**Aplicación del ABP.** El 100% de los estudiantes participarán activamente en la resolución de al menos dos problemas de modelado utilizando el enfoque ABP. Además, el 75% de los grupos de trabajo serán capaces de diseñar e imprimir en 3D un modelo funcional que cumpla con los requisitos del problema planteado.

**Evaluación de la experiencia.** El 80% de los estudiantes valorarán positivamente la metodología del taller y su utilidad para el aprendizaje de conceptos de modelado 3D.

## DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Se espera que el diseño e implementación del Laboratorio de Ingeniería Aplicada se convierta en una iniciativa fortalezca la formación de los futuros ingenieros en el contexto de la Industria 4.0. A través de un enfoque de aprendizaje experiencial, que combina talleres prácticos de modelado 3D y desarrollo de habilidades blandas, se espera que este laboratorio contribuya a una mayor apropiación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación profesional, al mismo tiempo que se fomentan habilidades esenciales para el éxito en un entorno laboral en constante cambio.

La implementación de este laboratorio tiene implicancias significativas para la ciencia, la industria y la innovación educativa. En primer lugar, desde una perspectiva científica, este proyecto aporta evidencia sobre la efectividad de metodologías de aprendizaje activo, como el ABP, en la enseñanza de la Ingeniería. El análisis de datos sobre el desempeño de los estudiantes en el laboratorio permitirá evaluar el impacto de este enfoque en la comprensión de conceptos complejos y en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas.

En segundo lugar, el laboratorio se presenta como un puente entre la academia y la industria 4.0. Al proporcionar a los estudiantes experiencia práctica con tecnologías de vanguardia, como el modelado y la impresión 3D, se busca reducir la brecha existente entre la formación académica

y las demandas del mercado laboral. Los futuros ingenieros egresados de este programa estarán mejor preparados para insertarse en entornos laborales altamente digitalizados y contribuir a la innovación en diversos sectores industriales.

En tercer lugar, este proyecto tiene el potencial de generar un impacto significativo en la innovación educativa en el campo de la ingeniería. La creación de un espacio de aprendizaje flexible, colaborativo y centrado en el estudiante, puede servir como modelo para otras instituciones que buscan transformar sus programas de ingeniería y adaptarlos a las necesidades del siglo XXI.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se propone evaluar el impacto a largo plazo del laboratorio en la empleabilidad de los estudiantes, así como en su capacidad de adaptación a los cambios tecnológicos del futuro. Asimismo, se plantea la posibilidad de ampliar el alcance del laboratorio a través de la colaboración con empresas del sector industrial, con el fin de desarrollar proyectos conjuntos que respondan a necesidades reales del mercado.

## REFERENCIAS

- Alenezi, S., Al-Eadhy, A., Barasain, R., AlWakeel, T. S., AlEidan, A., & Abohumid, H. N. (2023). Impact of external accreditation on students' performance: Insights from a full accreditation cycle. *Heliyon*, 9(5), e15815. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15815>
- Boccardo, R. (2006). *Creatividad en la Ingeniería del Diseño*. Caracas: Equinoccio.
- Capote, G., Rizo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28.
- CNA (s.f). Criterios y Estándares de Calidad para la Acreditación Institucional del Subsistema Universitario [Archivo PDF]. Recuperado de <https://www.cnachile.cl/noticias/SiteAssets/Paginas/Forms/AllItems/CyE%20INSTITUCIONAL%20SUBSISTEMA%20UNIVERSITARIO.pdf>
- De Graaff, E., & Ravesteijn, W. (2001). Training complete engineers: Global enterprise and engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 26(4), 419–427
- Dirección de Formación Integral. Recuperado de <https://dfi.ubo.cl/>
- Escobar, F., Ávila, G., & Suárez, L. (2022). Herramientas para la implementación del ABP y DIPCING en ingeniería en una modalidad híbrida. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (58), 1-27.
- García-González, A., García-González, M., & Agudelo-Girald, M. (2019). Formando ingenieros emprendedores. *Educación en Ingeniería*, 14(27), 72-82

- Geldes, C., Castillo-Vergara, M., & Muñoz-Cisterna, V. (2023). Desafíos de la Industria 4.0 en las PYMES. *Observatorio Económico*, (184), 14-16.
- Hazrat, M. A., Hassan, N. M. S., Chowdhury, A. A., Rasul, M. G., & Taylor, B. A. (2023). Developing a skilled workforce for future industry demand: The potential of Digital Twin-Based teaching and Learning practices in Engineering education. *Sustainability*, 15(23), 16433. <https://doi.org/10.3390/su152316433>
- Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities. *Expert Systems With Applications*, 216, 119456. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456>
- Molina, A. (2000). La competencia profesional en el ingeniero del nuevo milenio. *Revista Facultad de Ingeniería*, 8, 65-71.
- Monjelat, N., & Rodríguez, G. (2018). Repensando la programación como formación práctica en Ingeniería: Un estudio de caso en primer año. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(1), 172-183.
- Morgan, K. (2022). Qué son las "habilidades blandas" y por qué cada vez más compañías se fijan en ellas al contratar. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/vert-cap-62340757>
- Ovallos, D., Maldonado, D., & De la Hoz, S. (2015). Creatividad, Innovación y Emprendimiento en la formación de ingenieros en Colombia. Un estudio prospectivo. *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 90-104.
- Parra, R. (2003). Competencias profesionales del ingeniero agrónomo. *Agronomía Colombiana*, 21(1-2), 7-16.
- Ruiz-Meza, J., Castellanos-Adarme, M., Alzate-Ortiz, F., & Flórez-Gutiérrez, A. (2021). Aplicación del aprendizaje basado en problemas en el programa de Ingeniería Industrial: caso de estudio aplicado en el curso de Gestión de Cadenas de Suministro. *Revista científica*, (41), 169-183.
- Serna, S. (2017). La innovación como herramienta en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI digital*, 7, 1-8
- Valle, M., & Cabrera, P. (2009). ¿Qué competencias debe poseer un ingeniero civil industrial? La percepción de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1-14
- Vásquez, R. (2012). ¿Qué ingenieros necesita México?. *Innovación Educativa*, 12, 125-135. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4221014>
- Vásquez, C., & González, C. (2011). El desarrollo sustentable, la dependencia energética y

las nuevas competencias del ingeniero electricista. *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, 5(1), 5-14.

- Vega-González, L. (2013) La educación en ingeniería en el contexto global: propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del Siglo XXI. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 14(2), 177-190.
- Villa-Peralta, A. (2017). La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 5(2), 9-15.