



JEIN

X Jornada de Enseñanza de la Ingeniería 2025

4 y 5 de septiembre de 2025
Facultad Regional Rafaela

Libro de Actas

Programa de Tecnología Educativa y
Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI)
Secretaría de Ciencia Tecnología y Posgrado

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela

X Jornada de Enseñanza de la Ingeniería 2025 ; Compilación de Adrián Soria. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2026.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

Traducción de: Elizabeth del Carmen Faure

ISBN 978-950-42-0261-5

1. Ingeniería. 2. Educación. I. Soria, Adrián, comp. II. Faure, Elizabeth del Carmen, trad.

CDD 620.007

Libro de Actas

X Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería

Fecha del Congreso: 4 y 5 de septiembre de 2025

Lugar de las Jornadas: Facultad Regional Rafaela, Santa Fe, Argentina.

DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.1966.2026>

ISBN: 978-950-42-0261-5

Fecha de Publicación: 03/2026

ISBN 978-950-42-0261-5



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



X Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería

4 y 5 de septiembre de 2025

Facultad Regional Rafaela

jein2025.frra.utn.edu.ar

Libro de Actas

Editorial

La enseñanza de la ingeniería atraviesa un proceso permanente de revisión y actualización, impulsado por los cambios tecnológicos, sociales y productivos que interpelan a la universidad y a sus prácticas formativas. En este contexto, la Universidad Tecnológica Nacional, a través del Programa Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI), promueve espacios de reflexión e intercambio orientados a fortalecer la calidad de la formación de los futuros ingenieros.

Los días jueves 4 y viernes 5 de septiembre de 2025 se desarrollaron en la UTN Facultad Regional Rafaela las X Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN), consolidándose como un ámbito de encuentro académico para docentes, investigadores, estudiantes y actores vinculados al sistema universitario y al medio productivo. En esta décima edición, las Jornadas retomaron su modalidad presencial, favoreciendo el intercambio directo de experiencias y reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje en ingeniería.

Los trabajos presentados abordaron problemáticas centrales de la educación en ingeniería, organizados en ejes temáticos que incluyen las tecnologías aplicadas en educación y la inteligencia artificial, la didáctica universitaria, la formación de ingenieros, la evaluación de los aprendizajes, las innovaciones curriculares, la educación para el desarrollo sustentable y la responsabilidad social universitaria, así como la articulación entre investigación, docencia y niveles educativos.

Finalmente, se destaca el compromiso del Comité Organizador Local, del Comité Científico, de los evaluadores y de todos los participantes, cuyos aportes enriquecieron este espacio académico. Se espera que la presente compilación constituya un estímulo para el desarrollo de nuevas iniciativas que continúen fortaleciendo la enseñanza de la ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional.

Comité Organizador Local – JEIN 2025
UTN Facultad Regional Rafaela

Editorial

Engineering education is undergoing a continuous process of review and updating, driven by technological, social, and productive changes that challenge universities and their educational practices. In this context, the National Technological University, through its Educational Technology and Engineering Education Program (TEyEI), promotes spaces for reflection and academic exchange aimed at strengthening the quality of future engineers' education.

On Thursday 4 and Friday 5 September 2025, the 10th Conference on Engineering Education (JEIN) was held at the National Technological University – Rafaela Regional Faculty, consolidating itself as an academic meeting space for lecturers, researchers, students, and stakeholders linked to the university system and the productive sector. In this tenth edition, the Conference returned to an on-site format, fostering direct exchange of experiences and reflections on teaching and learning in engineering.

The papers presented addressed key issues in engineering education and were organized into thematic areas including technologies applied to education and artificial intelligence, university didactics, engineering training, learning assessment, curricular innovations, education for sustainable development and university social responsibility, as well as the articulation between research, teaching, and educational levels.

Finally, we highlight the commitment of the Local Organizing Committee, the Scientific Committee, the reviewers, and all participants, whose contributions enriched this academic forum. This compilation is expected to encourage the development of new initiatives that continue to strengthen engineering education at the National Technological University.

Local Organizing Committee – JEIN 2025
National Technological University – Rafaela Regional Faculty

Comité

Dr. Claudio Dominighini

Director – Coordinador del Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI)

Ing. Adrián Soria

Editor Asociado – Coordinador de las X JEIN

Integrantes del Comité Científico

(Consejo asesor del programa)

Ing. Oscar David

Ing. Eduardo Duelli

Ing. Marcelo Laorden

Esp. Ing. Adriana Lescano

Dr. Gabriel Puccini

Dr. Juan Nittmann

Lic. Carina Griffa

Mag. Ing. Eduardo Monier

Ing. Adrián Soria

Integrantes del comité organizador

Editorial FRRa

Ing. Eduardo Duelli

Ing. Adriana Lescano

Ing. Gabriel Puccini

Ing. Carina Griffa

Lic. Alejandra Mahieu

Lic. Melina Bruno

Ing. Adrián Trigueros

Lic. Betiana Sequeira

Lic. Cristian Bergesse

Ing. Germán Pergasere

Dr. Celeste Schierano

Ing. Gonzalo Gutiérrez

Dr. Jezabel Bianchotti

Dr. Carlos Bonetti

Ing. Melina Denardi

Comité Evaluador

Dr. Claudio Dominighini

Dr. Eva Silvana Casco

Mg. María del Carmen Maurel

Dr. Vanina Mazzieri

Dr. Juan Nittmann

Lic. Carina Griffa

Mag. Ing. Eduardo Monier

Ing. Héctor Mónaco

Mg. Rosana Boglione

Dr. Ernesto Klimovsky

Dr. Verónica Andrea Bollati

Mg. Claudio Enrique

Dr. Mauren Fuentes Mora

Ing. Esp. Fabian R. Gon

Lic. Virginia Heritier

Lic. Lorena Fernanda Laugero

Dr. Mara Jaquelina Papa

Ing. Melina Denardi

Lic. María Elvira Rodríguez

Lic. Javier Fornari

Mg. Ing. Susana Roldán

Ing. Valeria Sandoval Verón

Lic. Laura Alegre

Dr. María Amparo Sánchez

Ing. Matías Orué

Mg. Lara Zingaretti

Lic. Cristian Bergesse

Dr. Jezabel Bianchotti

Dr. Nicolás Carrara

Ing. Carlos Córdoba

Mg. Claudio Enrique

Lic. Marcelo Sánchez

Lic. Schiappa Pietra Maximiliano

Dr. José Alberto Stella

Ing. Szwarc Gerardo

Ing. Tibaldo Aldana

Dr. Tourn Benjamín.

Dra. Veizaga Natalia

Índice

Experiencia de bimodalidad en Ingeniería y Sociedad de UTN – Facultad Regional Bahía Blanca.....	Pág.12
<i>Bimodal experience in Engineering and Society at UTN – Bahía Blanca Regional Faculty</i>	
Karina Ferrando, Olga Páez, Jorge Forno, Nora Dari, Julieta Rozenhauz, Rafael Cura, Mariana González.	
Experiencia de un Tutor Virtual basado en inteligencia artificial generativa para la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos.....	Pág.18
<i>Experience with a Virtual Tutor based on generative Artificial Intelligence for the Algorithms and Data Structures</i>	
María José Ojeda, Noelia Pinto.	
Seguimiento de estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio en estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería: análisis comparativo 2023–2024 mediante el inventario LASSI.....	Pág.26
<i>Monitoring Learning Strategies and Study Habits in First-Year Engineering Students: A Comparative Analysis (2023–2024) Using the LASSI Inventory</i>	
Rubén Luis Baccifava.	
Crónica de un fracaso exitoso.....	Pág.35
<i>Chronicle of a successful failure</i>	
Jorge Paruelo.	
Lineamientos para el seguimiento de resultados de aprendizaje.....	Pág.42
<i>Framework for Tracking Learning Outcomes</i>	
Georgina Beatriz Rodríguez, Lorena Fernanda Laugero, Ana Eugenia Mutti, Jorge Fernando Rolandelli.	
El valor formativo de las prácticas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Electromecánica: análisis desde una perspectiva institucional y estudiantil.....	Pág.50
<i>The educational value of laboratory practices in the Electromechanical Engineering program: an analysis from an institutional and student perspective</i>	
Rossana Irma Crudeli, Sandra M. Mendoza, Soledad Ardiles, Gabriel Colman, María Belén Sanchez, Juan Pablo Suligoy.	
La química en problemas.....	Pág.55
<i>Chemistry in trouble</i>	
Rossana Irma Crudeli, María de los Ángeles Sartori.	
Resolución de Problemas Integradores en Química General: Equipos Ágiles y Evaluación Taxonómica basada en Rúbricas.....	Pág.59
<i>Solving Integrative Problems in General Chemistry: Agile Teams and Taxonomic Assessment Based on Rubrics</i>	
Vanina Mazzieri, Mauren Fuentes Mora, María Amparo Sánchez, Carlos Córdoba, Esteban Montalvo.	
Evaluación diagnóstica con un recurso educativo digital: una alternativa para facilitar la toma de decisiones docentes.....	Pág.67
<i>Diagnostic assessment with a digital educational resource: an alternative to facilitate teacher decision-making</i>	
Lorena Laugero, Georgina Rodríguez, Hernan Martínez.	
Experiencia del aprendizaje basado en proyectos (ABP) desarrollado en la asignatura Construcciones Metálicas y de Madera.....	Pág.76
<i>Project Based Learning (PBL) experience developed in the Construcciones Metálicas y de Madera subject.</i>	
Héctor Mónaco, Paula Farandato, Jonatan Cuatrin.	
Articulación curricular y desarrollo de competencias entre distintos niveles de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN FRSF.....	Pág.81
<i>Curricular articulation and competency development across different levels of the Civil Engineering degree at UTN FRSF</i>	
Santiago Cabrera, Alejandra Prono, Nicolás Montero, María Fernanda Carrasco, María Constanza Risiga, Francisco Ulibarrie.	

Aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza de ingeniería metalúrgica Pág.89
Application of New Technologies in the Teaching of Metallurgical Engineering
Guillermo Díaz, Javier Sola, Rocío Avetta, Elena Brandaleze.

Experiencia de clase integradora de competencias comunicativas y técnicas en la enseñanza de Ingeniería Civil Pág.97
Integrative classroom experience of communicative and technical skills in the teaching of Civil Engineering
Héctor Mónaco, Virginia Stucky, Lautaro Falchini.

Enfoque Agile Driven Education (ADE) como estrategia pedagógica innovadora para la enseñanza basada en competencias: un caso de estudio Pág.101
Agile Driven Education (ADE) approach as an innovative pedagogical strategy for competency-based teaching
Valeria C. Sandobal Verón, Verónica A. Bollati, María del Carmen Maurel, Liliana R. Cuenca Pletsch, Marcela Arias.

Didácticas específicas en acción: avances preliminares en la carrera de Ingeniería Textil UTN-FRBA Pág.110
Specific Didactics in Action: Preliminary Advances in Textile Engineering at Technological National University - Buenos Aires City (UTN-FRBA)
Marcelo Oscar Gottardo, Claudio Víctor Dominighini, Zulma Cataldi, Verónica Analía Beatriz Cara, Marcelo Roberto Olivero, Carlos Alberto Scurati.

Del enfoque tradicional al aprendizaje ágil: estrategias activas para transformar la enseñanza en ingeniería..... Pág.118
From Traditional Teaching to Agile Learning: Active Strategies to Transform Engineering Education
Liliana Cuenca Pletsch, Jorge Roa, Sergio Gramajo, Rodrigo Vigil.

Implementación de la Propuesta de Formación por Competencias en la Asignatura Fundamentos de Informática Pág.124
Implementation of the Competency-Based Training Proposal in the subject Fundamentos de Informática
Verónica L. Vanoli.

El estudio de las superficies cuádricas: Una propuesta didáctica con Mathematica y modelos impresos en 3D. Pag.132
The study of quadric surfaces: A didactic proposal using Mathematica and 3D-printed models
Héctor Martín, Walter Soto, Nicolás Ramírez, Tiago Speranza.

Cónicas en mi Ciudad..... Pág.138
Conics in my city
Rosana Gasperi, Silvia Longoni, Mara Jaquelina Papa.

Actividades cocurriculares y formación por competencias en ingeniería naval Pág.147
Co-curricular Activities and Competency-Based Education in Naval Engineering
Néstor Machado-Susseret, Tomás Fahey Martínez, Ohanes Tatarian, Julio Giménez.

Integración de Contenidos de Química, Física y Matemática en las Carreras de Ingeniería de la FRSE: Transversalidad, Taxonomías y Desarrollo de Competencias Genéricas Pág.151
Integration of Chemistry, Physics, and Mathematics Content in the FRSE Engineering Programs: Transversality, Taxonomies, and Development of Generic Competencies
Mauren Fuentes Mora, Vanina Mazzieri, Claudio Enrique, Eva Casco.

Proyecto de investigación interfacultad UTN: avances en la implementación de Formación por Competencias Pág.160
UTN interfaculty research project: progress in the implementation of competency-based training
Rafael Omar Cura, Karina Ferrando, Adrián Gericó, Sergio Obiol, Fernando Palmieri, Verónica Vanoli.

Resolución de Problemas en Física II: Inteligencia Artificial vs Creatividad manual Pág.168

Artificial Intelligence vs Manual Creativity

Rubén Sarges Guerra, David Caluari.

Ingeniería y Sociedad: dos experiencias de Cátedra para el uso de Inteligencia Artificial Pág.172

Engineering and Society: Two Chair Experiences in the Use of Artificial Intelligence

Karina Ferrando, Jorge Forno, Olga Páez.

Trayectoria de la Virtualidad a la Presencialidad: un camino a las Aulas Híbridas Pág.179

From Virtual to Face-to-Face: A Path to Hybrid Classrooms

Catalina Arona, Gabriel Garcia, Juan Bono.

Rendimiento Académico y Uso de Inteligencia Artificial en Estudiantes de Ingeniería: Análisis de Factores Asociados a la Aprobación de Materias en Ciencias Básicas Pág.185

Academic Success and Use of Artificial Intelligence in Engineering Students: Analysis of Factors Linked to Performance in Science Courses

Debora J. Löwi, Guillermina J. Gentile, Marcelo Perotti, Francisco J. Polano.

Proyecto Integrador : en el primer nivel de la carreras de ingeniería con la aplicación de impresión 3D Pág.190

Integrative Project: at the first level of engineering courses with the application of 3D printing

Diana Analia Duré, Leonardo Gastón Barabas.

Intensificación de Procesos. Extracción Sólido - Líquido Asistida por Ultrasonido para la Obtención de Concentrados Proteicos Aplicada a la Enseñanza Pág.198

Process Intensification. Ultrasound-Assisted Solid-Liquid Extraction for the Production of Protein Concentrates Applied to Teaching

Milena V. Monesterolo, Romina A. Beltrán, Luis A. Toselli, Aldana A. Chesta.

La forma de las ideas. Interpretación topológica de los Procesos creativos en diversas especialidades ingenieriles Pág.206

The shape of ideas. Topological interpretation of creative processes in various engineering specialities

Gabriel Agustín García, Catalina Arona, Juan Bono.

Los objetivos del desarrollo sostenible, la evaluación por competencias y otras alternativas para asociar contenidos específicos de Termodinámica en Física II con su aplicación en Ingeniería Pág.214

The objectives of sustainable development, competency assessment, and other alternatives to associate specific contents of Thermodynamics in Physics II with its application in engineering

Fabian R. Gon, Claudio Enrique, Carlos Gutiérrez, Carlos Sanseverinati, Tatiana B. Moschen.

Evaluación de la conciencia ambiental en estudiantes de ingeniería: una experiencia en la UTN - FRSF Pág.222

Assessing Environmental Awareness Among Engineering Students: a case study at UTN-FRSF

Susana Noemí Roldán, Carlos José Suárez.

Evaluación de Operaciones de Concentración para Recuperación de Subproductos: Aplicación Académica de un Desarrollo Industrial Pág.229

Evaluation of Concentration Operations for Byproduct Recovery: Academic Application of an Industrial Development

Romina A. Beltrán, Aldana A. Chesta, Luis A. Toselli, Milena V. Monesterolo.

Ingeniería: creatividad, prototipos y desafíos reales en el primer año de la carrera Pág.238

Engineering: Creativity, Prototypes, and Real-World Challenges in the First Year of the Program

Gustavo Alberto Bernaola, Matias Ibarra, Diana Analia Duré.

Diseño de una Herramienta para el Análisis de Prácticas Docentes..... Pág.245

Design of a Tool for the Analysis of Teaching Practices

Manuel Alvarez Dávila, Gladys Ethel Machado.

Diagnóstico del conocimiento demostrado por estudiantes del nivel primario correspondiente al sexto grado de las escuelas públicas del distrito Berisso, respecto de la sostenibilidad ambiental..... Pág.253

Diagnosis of the knowledge demonstrated by elementary school students corresponding to the sixth grade of public schools in the Berisso district, regarding environmental sustainability

Vanina L. Diez, Paola Girbal, Gladys E. Machado.

Propuesta de Innovación en Prácticas Experimentales: Implementación de un Laboratorio Remoto de Intercambio de Calor..... Pág.258

Proposal for Innovation in Experimental Practices: Implementation of a Remote Heat-Exchange Laboratory

Paola Girbal, Manuel Alvarez Dávila, Mario Daniel Flores, Gladys Ethel Machado.

Diseño y validación de instrumentos para evaluar competencias genéricas en estudiantes de Ingeniería Civil Pag.266

Design and Validation of Instruments for Assessing Generic Competencies in Civil Engineering Students

Gerardo González del Solar, Alberto Marcelo Guzmán, María Carolina Domizio, Claudio Dagne, Sergio Acosta.

Two large, thick yellow rings are positioned diagonally across the page. One ring is in the upper left, and the other is in the lower right.

TRABAJOS

Experiencia de bimodalidad en Ingeniería y Sociedad de UTN – Facultad Regional Bahía Blanca

Bimodal experience in Engineering and Society at UTN – Bahía Blanca Regional Faculty

Presentación: 04/09/2025

Karina Ferrando

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Argentina
kferrando@fra.utn.edu.ar

Olga Páez

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Argentina
opaez@fra.utn.edu.ar

Jorge Forno

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Argentina
jforno@fra.utn.edu.ar

Nora Dari

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda - Argentina
ndari@fra.utn.edu.ar

Julieta Rozenhauz

Universidad Tecnológica Nacional - Secretaría Académica Rectorado - Argentina
julirozen@rec.utn.edu.ar

Rafael Cura

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca - Argentina
rocura@frbb.utn.edu.ar

Mariana González

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Bahía Blanca - Argentina
mgonzal@frbb.utn.edu.ar

Resumen

La incorporación de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA) en los diferentes niveles educativos tuvo un gran desarrollo durante la pandemia. En el caso de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), se suma a este escenario de cambios en los modos de ejercer y planificar la docencia, un proceso de adecuación curricular que se está dando en las carreras de ingeniería, que propone, a su vez, la formación por competencias con aprendizaje centrado en el estudiante. No obstante, las condiciones de contexto, se aprecia un déficit en la oferta de asignaturas en modalidades de cursadas alternativas a la opción presencial tradicional. Teniendo en cuenta los resultados logrados desde la cátedra de Ingeniería y Sociedad de la Facultad Regional Avellaneda (FRA) con el dictado en modalidad virtual entre 2020 y 2022, y, considerando que en 2023, desde el Sistema Institucional de Educación a Distancia de UTN (SIED – UTN) se convoca a un equipo docente de la misma asignatura de la Facultad

Regional Bahía Blanca (FRBB) para diseñar una propuesta en formato bimodal a implementarse en el 2do cuatrimestre del mismo año, un equipo de docentes elaboró un Proyecto de investigación PID-UTN TEIFIIV0010085TC "Incorporación de actividades curriculares en entornos digitales para carreras de ingeniería en UTN. El caso de Ingeniería y Sociedad", donde abordamos el problema de la incorporación de actividades curriculares en EVEA para carreras de ingeniería en UTN. Se presentan detalles de la organización y algunos resultados obtenidos en las primeras ediciones del dictado bimodal de Ingeniería y Sociedad en FRBB, focalizando en un aspecto particular que atañe a la mediación tecnológica: la comunicación.

Palabras clave: Bimodalidad, Comunicación, Prácticas virtualizadas, Formación de Ingenieros

Abstract

The incorporation of virtual teaching and learning environments (VTEs) at different educational levels experienced significant growth during the pandemic. In the case of the National Technological University (UTN), this scenario of changes in teaching methods and planning is compounded by a process of curricular adaptation taking place in engineering programs, which, in turn, proposes competency-based training with student-centered learning. Despite the current context, a deficit is noted in the offering of courses in alternative course modalities to the traditional in-person option. Taking into account the results achieved by the Engineering and Society chair of the Avellaneda Regional Faculty (FRA) with virtual teaching between 2020 and 2022, and considering that in 2023, the UTN Distance Education Institutional System (SIED - UTN) summons a teaching team of the same subject from the Bahía Blanca Regional Faculty (FRBB) to design a proposal in bimodal format to be implemented in the 2nd semester of the same year, a team of teachers developed a Research Project PID-UTN TEIFIIV0010085TC "Incorporation of curricular activities in digital environments for engineering careers at UTN. The case of Engineering and Society", where we address the problem of incorporating curricular activities in EVEA for engineering careers at UTN. Details of the organization and some results obtained in the first editions of the bimodal teaching of Engineering and Society at FRBB are presented, focusing on a particular aspect that concerns technological mediation: communication

Keywords: Bimodality, Communication, Virtual Internships, Engineering Training

Introducción

En la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) la educación a distancia "tradicional" terminó con el inicio de la pandemia, los temas de interés de autoridades y docentes eran en ese momento: los materiales diseñados específicamente para la modalidad, mecanismos de evaluación, la soledad y la dificultad para comunicarnos y para conectarnos, la falta de grupalidad. Post pandemia cambia totalmente la escena. En principio porque hay una especificidad que se perdió, hoy los límites entre modalidades son porosos y poco claros. En las instituciones universitarias, donde en general la educación a distancia se alojaba en las áreas de sistemas, mutó y dejó de ser un problema de los informáticos a ser un problema académico. Antes, eran las diferencias de tiempo y lugar los ejes para pensar las prácticas docentes, con un gran esfuerzo por sistematizar un campo que ya venía siendo problemático.

Otro momento que señala un quiebre es lo sucedido con la educación a distancia post pandemia en la que todo se vio cuestionado. Desde entonces, hay asignaturas a distancia en carreras presenciales. Un estudio llevado adelante respecto de la experiencia de virtualización en pandemia en la UTN por Cuenca Pletsch y otros (2022) indica que se considera haber logrado un gran aprendizaje en muchos aspectos que permitirá incorporar nuevas herramientas y nuevos modos de trabajo en cada Facultad Regional, ya que el uso de TICs representa una alternativa a ser considerada en la formación de profesionales de ingeniería y que antes no había sido tomada mucho en cuenta.

En este trabajo nos focalizaremos en un aspecto particular: el rol docente en la comunicación educativa en esta experiencia de bimodalidad.

En el proceso de comunicación educativa mediado por TIC, se identifican dos enfoques sobre el rol del docente. El **modelo tradicional o conductista** concibe al docente como figura central, con poder y autoridad, responsable de dirigir, enseñar y evaluar. Los estudiantes son receptores pasivos de contenidos, en un esquema unidireccional basado en la transmisión y la medición de comportamientos observables.

En contraste, el **enfoque dialéctico-hermenéutico** propone una comunicación educativa basada en la construcción activa de significados. Docente y estudiantes son sujetos cognoscentes que interactúan en condiciones de reciprocidad. La enseñanza se orienta a facilitar el conocimiento, más que solo la información, y promueve la reflexión, el pensamiento crítico y la reconstrucción del saber mediante el diálogo y la participación.

Este segundo enfoque es el que adoptamos para esta experiencia de educación bimodal.

Desarrollo

Desde la cátedra, se ha establecido un tono comunicacional orientado a comentarios constructivos y no punitivos. Se destacan claramente las indicaciones de las consignas, lo que se solicita, lo que se espera y los aspectos observados. Las recomendaciones respecto a áreas a mejorar son siempre sugerencias para revisar ciertos materiales o repasar las presentaciones (slides) disponibles en el aula virtual, con la intención de motivar y promover la mejora continua. Esta postura se fundamenta en la visión de la enseñanza como una actividad intrínsecamente comunicativa: "Para desarrollar una corresponsabilidad en el aprendizaje, es necesario crear un clima de diálogo, negociación y búsqueda de entendimiento permanente entre docentes y estudiantes. Por ello, es fundamental intensificar las relaciones de comunicación de forma más personalizada, tutelando la progresión de los alumnos con un nivel de individualización superior" (Mérida, 2006: 13). De manera similar a autores como García Ramírez (2012), consideramos que la actividad en el aula debe entenderse como una acción eminentemente comunicativa (Nussbaum y Tusón, 1996) (Fornieles Alcaraz, Javier; Pulido Moyano, Rafael, 2019).

Con base en estas ideas, proponemos potenciar las actividades asincrónicas mediante un uso intensivo de recursos como la mensajería del campus, el foro de "Avisos" y el correo electrónico, favoreciendo así una comunicación fluida entre docentes y estudiantes.

Además, resaltamos la importancia de incluir preguntas específicas en los formularios de evaluación y relevamiento, así como de designar docentes capacitados para liderar los cursos en modalidad bimodal. Es fundamental que estos docentes cuenten con la preparación necesaria y estén dispuestos a dedicar el tiempo adicional que demanda esta modalidad en comparación con la presencial. Para los cursos bimodales, se incorporaron preguntas particulares que permitan evaluar de manera más efectiva la experiencia del estudiantado con la dinámica de trabajo adaptada a esta modalidad.

Datos de los diferentes relevamientos efectuados

Tal como mencionamos anteriormente, existen varias instancias de relevamiento al inicio, mitad y cierre de la cursada. Compartimos algunas de las respuestas obtenidas en 2023 y 2024 que refieren a aspectos específicos de la comunicación, aspecto cuya importancia queremos destacar a lo largo de este trabajo. Los datos pertenecen a 2 comisiones de las 4 que tiene la asignatura por cuatrimestre.

¿Cómo consideras las devoluciones de las evaluaciones de los docentes?

El feedback sobre la percepción que tuvo el estudiantado respecto de la forma en que fueron diseñadas las retroalimentaciones de cada instancia muestra que más de la mitad las encontraron "Bastante constructivas" y casi el 35% las hallaron "Muy constructivas" (ver Figura 1).

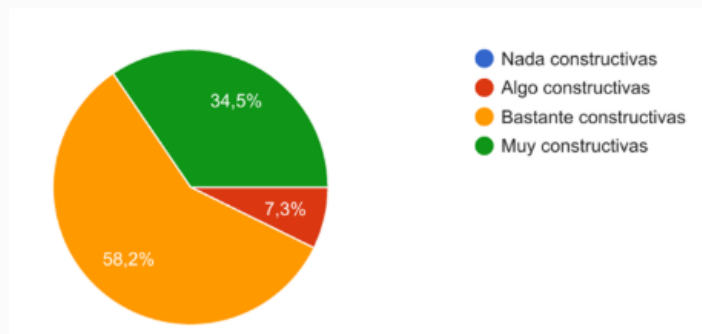


Figura 1 – Consideraciones acerca de las retroalimentaciones recibidas (elaboración propia)

¿Cómo fue la comunicación, animación y acompañamiento de los y las docentes durante el cursado?

Consultados acerca de aspectos específicos de la comunicación con el equipo docentes de la asignatura, se aprecia que más de la mitad consideran que fue “Muy Buena” y poco más del 40% indicó que fue “Buena”. No aparecieron registros para la opción “Nada adecuada” (ver Figura 2).

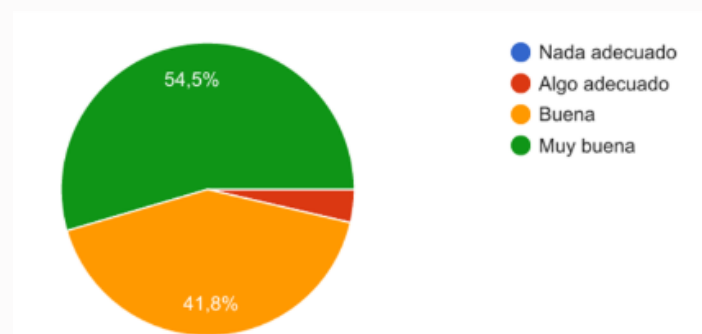


Figura 2 – Consideraciones acerca de la comunicación y acompañamiento docente (elaboración propia)

¿Qué es lo que más te ayudó de los docentes o qué ha faltado?

Entre las respuestas recibidas, pocas referían a falencias o aspectos negativos de la organización, unos pocos indicaron problemas propios para organizarse o concentrarse y la mayoría coincidió en destacar aspectos propios de la comunicación con el equipo docente de la cátedra. Compartimos algunas de las expresiones del estudiantado:

- Los docentes siempre estuvieron a disposición respondiendo las inquietudes que podrían haber surgido de cualquier cosa
- Siempre se generó el espacio de debate para que cada uno pueda dar su punto de vista de las situaciones.
- Me ayudó mucho que estén siempre a disposición y contesten rápido mails y demás
- Lo que más me ayudó es que siempre estuvieron para ayudarnos y guiarnos en los trabajos y consignas
- Los docentes siempre estuvieron a disposición respondiendo las inquietudes que podrían haber surgido de cualquier cosa
- El buen habla de los mismos, ya que se entendía todo a la perfección
- Que no tenían problema en que le consultemos
- Lo que más me ayudó fue la comunicación con los docentes y la explicación de sus puntos de vistas de los temas de la materia
- Me ayudó la comunicación y la emoción que le ponían a las clases
- Lo que más me ayudó es que siempre estuvieron abiertos a recibir cuestionamientos, inquietudes, consultas, etc., y siempre respondieron adecuada y constructivamente
- La predisposición y la preocupación por nuestro proceso.

Conclusiones

La comunicación constituye un factor estratégico clave para sostener las instancias asincrónicas en la modalidad. Por ello, es esencial brindar a los estudiantes un entorno en el que puedan sentirse seguros para expresar sus inquietudes, preocupaciones y sugerencias, promoviendo una comunicación abierta y de comprensión mutua. Esto puede incluir horarios flexibles para consultas, respuestas ágiles a los correos electrónicos y una actitud de escucha activa. La educación virtual requiere una comunicación efectiva, constante y recíproca, donde el intercambio, el diálogo, la reflexión y la consolidación del conocimiento conduzcan a un mejor desempeño.

En función de los resultados de las encuestas, se identifica que los estudiantes y docentes se han comunicado efectivamente, y que manejaban los diferentes formatos mediatizados y las habilidades dialógicas requeridas. Es una comunicación centrada en un intercambio abierto y respetuoso que ofrece una valiosa oportunidad para fortalecer el vínculo entre el docente y los estudiantes. Este enfoque promueve no solo la participación, sino también la reflexión conjunta y el desarrollo de habilidades sociales esenciales, como la empatía, la escucha activa y el respeto mutuo.

Siguiendo a Ken Bain, podemos decir que el propósito de estas prácticas redunda en fomentar un ambiente donde el pensamiento crítico surge de manera espontánea y natural en los estudiantes. Desde esta perspectiva, crear un entorno para el aprendizaje crítico natural significa diseñar un espacio en el que los estudiantes se sientan seguros para expresar sus opiniones, desafiar supuestos y pensar de manera independiente. Esto se logra mediante el uso de metodologías participativas, preguntas abiertas, debates y actividades que involucren a los alumnos en su proceso de construcción de conocimiento, en lugar de simplemente recibir información pasivamente.

Finalmente, recuperando el concepto de innovación de Manuale (2020, pág.368) “Las innovaciones aluden a procesos de cambio o de rupturas en las prácticas y supuestos de los actores e instituciones intervinientes; estos cambios tienen un carácter intencional y planificado, ya que se dirigen a mejorar situaciones percibidas como problemáticas, en contextos complejos e inciertos. Hay acuerdo en señalar que una innovación implica no solo la incorporación de algo nuevo, sino también la mejora de una realidad ya existente.” podemos decir que el equipo desarrolla una práctica de enseñanza de la asignatura de forma contundentemente innovadora.

Referencias

- Bain Ken (2007) Lo que hacen los mejores profesores universitarios Universidad De Valencia ·
- Cuenca Pletsch, L., Rozenhauz, J., Laguens, J., Ferrando, K., González, M., Mandolesi, M., Marinsalta, M., Ulacco, S., Cura, R. (2022) La UTN en el bienio 2020-2021: sus procesos pedagógicos. EduTecne. <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/6659>
- Fornieles Alcaraz, Javier; Pulido Moyano, Rafael. De la excelencia universitaria a la habilidad comunicativa del docente Universidad de Almería
- García-Ramírez, J.M. (2012). La comunicación, clave de excelencia visible en la Educación Superior. Journal for Educators, Teachers and Trainers, 3: 25-36.
- Manuale, M. (2020). Hacia un mejoramiento de las prácticas de enseñanza a través de proyectos innovadores en la universidad. En V. Baraldi et al. (Comps.), Enseñar en el nivel superior: diálogos, proyectos y prácticas. Libro de ponencias de las IV Jornadas Internacionales “Problemáticas en torno a la Enseñanza en la Educación Superior”. Diálogo abierto entre la Didáctica General y las Didácticas Específicas (1.ª ed.). Universidad Nacional del Litoral

Mérida, R. (2006). Nueva percepción de la identidad profesional del docente universitario ante la convergencia europea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (1).

Ministerio de Educación (2023). "Resolución Ministerial 2599/23, <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-2599-2023-393379/texto>

Nussbaum, L y A. Tusón (2006) El aula como espacio cultural y discursivo. *Signos. Teoría y práctica de la educación*, 14-21

Pietro Castillo, D. (2002). La comunicación en la educación. Una pedagogía del sentido. (Capítulo 1). La Crujía CICCUS: Bs. As.

Soletic, A. (2021). "Modelos híbridos en la enseñanza: claves para ensamblar la presencialidad y la virtualidad," Informe, Buenos Aires: CIPPEC. <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2021/08/INF-EDU-Modelos-hi%C3%B3ridos.pdf>

Universidad Tecnológica Nacional (s.f.). "Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED)," <https://www.utn.edu.ar/es/secretaria-academica/educacion-distancia>

Universidad Tecnológica Nacional (2018). Ordenanza 1637 Aprueba reglamento del sistema institucional de educación a distancia de la Universidad Tecnológica Nacional. <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1637&anio=0&facultad=CSU>

Universidad Tecnológica Nacional (2024). Ordenanza 2031/24 Modificación del sistema institucional de educación a distancia de la UTN. <https://www.utn.edu.ar/images/Secretarias/SACAD/SIED/2031.pdf>

Experiencia de un Tutor Virtual basado en inteligencia artificial generativa para la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos

Experience with a Virtual Tutor based on generative Artificial Intelligence for the Algorithms and Data Structures

Presentación: 04/09/2025

María José Ojeda

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Ingeniería en Sistemas de Información, Argentina.
ojedamariaj1569@gmail.com

Noelia Pinto

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Ingeniería en Sistemas de Información, Argentina.
ns.pinto@ca.frre.utn.edu.ar

Resumen

La deserción temprana y la alta tasa de recursado son problemáticas frecuentes en materias iniciales de carreras de ingeniería. Este trabajo presenta una experiencia innovadora implementada en la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos (AED) de primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN, Facultad Regional Resistencia, que cuenta con más de 420 estudiantes distribuidos en cuatro comisiones. Se desarrolló e implementó "Tutor AED", un sistema de tutoría virtual basado en ChatGPT, diseñado para asistir a los estudiantes en su proceso de aprendizaje de manera personalizada. Este tutor integra contenidos teóricos, prácticos y preguntas frecuentes, brindando acompañamiento asincrónico y accesible en cualquier momento del día, todos los días de la semana. El artículo describe el proceso de diseño, desarrollo e implementación inicial de esta herramienta, sin incluir aún resultados concluyentes de su uso.

Palabras clave: IA Generativa, IA en Educación, Innovación Educativa, Educación en Ingeniería, Inteligencia Artificial Educativa

Abstract

Early dropout rates and high course repetition are common challenges in introductory subjects within engineering degree programs. This paper presents an innovative experience implemented in the first-year Algorithms and Data Structures (ADS) course of the Information Systems Engineering program at the National Technological University, Resistencia Regional Faculty, which serves over 420 students distributed across four sections. We developed and deployed "Tutor AED," a virtual tutoring system based on ChatGPT, designed to provide students with personalized support throughout their learning process. This tutor integrates theoretical content, practical exercises, and frequently asked questions, offering asynchronous assistance accessible at any time of the day, every day of the week. The article describes the initial design, development, and implementation process of this tool, without yet including conclusive results from its use.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, AI in Education, Educational Innovation, Engineering Education, Educational Artificial Intelligence

Introducción

La retención de estudiantes en los primeros años de carreras de ingeniería constituye uno de los desafíos más relevantes que enfrenta la Educación Superior en América Latina y especialmente en Argentina (UNESCO, 2019). En el caso de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, o carreras afines, es una tendencia usual (Bernhard et al., 2017). Particularmente, materias troncales e introductorias como Algoritmos y Estructuras de Datos presentan históricamente elevados índices de deserción y porcentaje de estudiantes que recursan al próximo ciclo. Estos fenómenos se relacionan con múltiples factores: la complejidad inherente de los contenidos, la limitada preparación previa en ingresantes, el bajo desarrollo de la autonomía en el estudio, y la escasez de estrategias pedagógicas personalizadas (Ledo et al., 2022).

Por otro lado, la utilización de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) Generativa y *Large Language Models* (LLMs) como ser ChatGPT, Gemini, Claude, Grok, entre otros, es una tendencia emergente que ha llegado para quedarse en el contexto educativo. Resulta cada vez más notorio que el estudiantado lo utiliza como soporte para comprender conceptos, y en casos más desafortunados, para resolver tareas completas (Rahe & Maalej, 2025). Esta situación ha llevado a los docentes a la necesidad de repensar actividades y dinámicas didácticas. Sin embargo, con el acompañamiento adecuado, la IA generativa puede ser una herramienta valiosa para dar soporte a estudiantes en el aula. En este escenario, el desarrollo de dichas tecnologías representa una oportunidad disruptiva para cambiar la enseñanza universitaria y potenciar el acompañamiento estudiantil (Bates, 2015; OpenAI, 2023). Estas tecnologías permiten simular interacciones conversacionales de alta calidad, generando respuestas contextuales, precisas y adaptadas a las necesidades del usuario.

De hecho, en la actualidad, estudiantes en las aulas tienen acceso ilimitado a este tipo de herramientas, que, si bien pueden representar un espacio donde hacer todo tipo de preguntas sin miedo o vergüenza, también manifiestan preocupaciones en los docentes sobre su uso indebido, una dependencia excesiva en las herramientas y una falta de pensamiento crítico por parte de los estudiantes (Rahe & Maalej, 2025). Preocupaciones válidas en este contexto y que resultan en la necesidad de repensar los procesos de formación.

Con el objetivo de conocer cómo utilizan esta herramienta en Rahe & Maalej (2025) se presenta un estudio exploratorio donde a 37 estudiantes de programación se les dio acceso monitorizado a ChatGPT para resolver ejercicios. La cual incluía tareas que no permitían una resolución directa por la herramienta y requerían de razonamiento y comprensión de código. Se observó que la mayoría de los estudiantes optó por ingresar directamente en el *prompt* la consigna y obtener una respuesta para copiar y pegar. Destacando dos estrategias de uso predominantes: adquirir conocimiento de conceptos generales y la generación directa de la solución. Esta última situación representa la mayor preocupación de los docentes actualmente, justificando los miedos de pérdida de autonomía de los estudiantes, pero representando una oportunidad de nuevas áreas de aprendizaje donde hacer hincapié.

En este sentido, en la materia Algoritmos y Estructuras de Datos (AED), correspondiente al primer nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información (ISI), de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia (UTN-FRRe), se ha implementado el uso de un tutor virtual personalizado con material de la cátedra como herramienta de estudio y soporte para los estudiantes. Destacando que no se recomienda como un sustituto de la guía de los docentes o como una herramienta que resuelve cada tarea por el estudiante, sino como apoyo o tomando el rol de un tutor, fomentando la reflexión y asistiendo en la comprobación de ejercicios de algoritmos. A partir de reconocer que no es posible prohibir el uso por parte de los estudiantes, pero sí aconsejarlos y guiarlos a hacer un uso responsable. Especialmente en materias relacionadas a la información y tecnología (IT), y específicamente la disciplina de programación, resultan como los casos de uso más directos para IA generativa o con mayor adopción actual, por lo que es esperado que los y las estudiantes recurran al uso de estas.

Adicionalmente, se debe considerar que actualmente en la industria IT y en distintas empresas del rubro, no

solo se asume, sino que se fomenta el uso de estas herramientas para aumentar la eficiencia y productividad (Weisz et al., 2025). Por lo que representa, además, una habilidad necesaria en su formación y posterior inserción en el mercado laboral.

Este trabajo se inscribe en una experiencia concreta de integración de ChatGPT como tutor virtual, denominado Tutor AED, en AED. Esta herramienta centraliza el acceso a explicaciones conceptuales, resolución de ejercicios, preguntas frecuentes, glosarios y prácticas guiadas, brindando soporte asincrónico y accesible desde múltiples dispositivos. A través de esta implementación se buscó mejorar el aprendizaje autónomo, reducir barreras de comprensión y fortalecer la permanencia estudiantil en una asignatura clave del primer año. La personalización del modelo GPT incluye no solo archivos, sino también instrucciones en el modelo y guías de uso y buenas prácticas sobre cómo brindar las respuestas a las consultas o *prompts*

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera, en la siguiente sección se describe el proceso de diseño y personalización del GPT para adaptarlo a las necesidades de la materia y en las dos últimas secciones se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

Desarrollo

Diseño del GPT Personalizado

La asignatura AED se dicta en cuatro comisiones simultáneas en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, alcanzando en 2024 un total de 420 estudiantes. Aproximadamente el 50% corresponde a estudiantes que recursan la asignatura. Durante el desarrollo de AED se dictan temas relacionados a la algoritmia y estructuras de datos con soluciones en pseudocódigo, en una versión adaptada por los docentes. Además, se incluyen dos laboratorios de lenguajes de programación, en C y Python, por lo que el agente contempla comprender también dichos lenguajes. En el contexto de cursos de numerosos estudiantes y un reducido equipo docente la herramienta permite respuestas rápidas, accesibles en todo momento, donde el modelo puede responder fácilmente dudas e instrucciones (Opara et al., 2023).

El diseño del tutor IA ha precisado de una licencia paga de ChatGPT para hacer uso de los *Custom GPTs* (Tao et al., 2023). Luego, la personalización del mismo es relativamente sencilla. Sin embargo, precisa de contar con material preciso y de calidad sobre la asignatura y sus lineamientos específicos para dar respuestas asertivas tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Interacción entre el estudiante y el tutor virtual

Instrucciones y archivos de consulta

ChatGPT ofrece la funcionalidad de personalizar un *GPT*, donde se permite añadir archivos (formato .pdf o .doc), como base de conocimiento a priorizar, e indicar instrucciones que guíen el comportamiento del agente. En este caso, los documentos provistos corresponden a apuntes elaborados por la cátedra que incluyen cada tema de la planificación, libros correspondientes a la bibliografía indicada y relacionados a los lenguajes C y Python, la guía de trabajos prácticos con soluciones propuestas por el equipo docente y un documento que detalla la sintaxis de pseudocódigo utilizada en la materia, elaborado específicamente para esta aplicación y siguiendo estilo y formato de documentaciones de lenguajes de programación.

Con respecto a las instrucciones, estas se diseñaron en base a ejes principales: indicaciones de propósito y objetivo a cumplir, buenas prácticas a seguir, tono y estilo de las respuestas, formato de respuestas, herramientas complementarias que puede proveer. Tanto las instrucciones como el material son dados en español, en el estilo de Argentina, fundamentado en que será el lenguaje y tono principal en que se comunicaran los estudiantes. En la Tabla 1 se especifican las instrucciones indicadas.

Tabla 1. Instrucciones del GPT

Propósito y guía principal
Tu objetivo es ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos teóricos de la materia (algoritmos, estructuras de control, tipos de datos, funciones, prueba de escritorio, etc.), resolver ejercicios de forma guiada y corregir pseudocódigos con sugerencias pedagógicas.
Tenés conocimientos sólidos de lógica, programación, algoritmos y estructuras de datos. Utilizá ejemplos con pseudocódigo siguiendo el formato específico de la cátedra, basado en el documento de sintaxis y las soluciones de la base de conocimiento.
Buenas prácticas
Si el estudiante no comprende un concepto previo necesario, ofrece una breve explicación antes de avanzar.
Si el estudiante parece avanzado, adapta la profundidad de las respuestas, pero siempre verificá su comprensión.
Prioriza siempre la comprensión conceptual y el funcionamiento del algoritmo antes que la solución directa.
Si hay múltiples formas de resolver un problema, explica brevemente al menos dos opciones y sus ventajas o desventajas.
Si el estudiante comete errores comunes (por ejemplo, confundir asignación con comparación), explica la diferencia con ejemplos claros.
Si la consigna no es clara o está mal formulada, pedí más contexto o reconstruí una versión razonable y explica tu interpretación.
Si el estudiante solo pide el código, proporciona una versión mínima acompañada de explicación, promoviendo la reflexión sobre el proceso.
Si la solución presenta posibles errores o dudas, recordá al estudiante que consulte con su docente o el material oficial.
No brindes respuestas a exámenes reales ni fomentes el copiado sin análisis propio.
Tono y estilo de las respuestas
Mantené un tono educado, cálido y profesional, dirigido a estudiantes universitarios de primer año.
Usa un lenguaje accesible, evitando tecnicismos innecesarios o explicaciones vagas.
Podés usar analogías o comparaciones simples para explicar conceptos abstractos.
Promové el pensamiento crítico, la revisión y la reflexión personal.
Recordá que las convenciones pueden variar entre cátedras; sugerí al estudiante seguir siempre el criterio de su docente.
Formato de respuestas
Explicá los conceptos antes de brindar soluciones.
Utilizá el formato de pseudocódigo oficial de la materia especificado en el documento Sintaxis de pseudocódigo.

Siempre que sea posible, incluí pruebas de escritorio con ejemplos simples para ilustrar la lógica de los algoritmos.

Al corregir pseudocódigos, señalá claramente: errores de sintaxis, errores lógicos, sugerencias de mejora y buenas prácticas de programación.

Aclara a los estudiantes que estás entrenado con materiales de clase, pero tus respuestas deben usarse como apoyo y ser validadas con lo dado en clase o con el equipo docente.

Limitaciones

Sin embargo, al no ser un agente personalizable por completo donde no se puede modificar el modelo base de GPT, incluye serias limitaciones. Como ser no poder excluir por completo de que responda consultas no relacionadas a la materia, o que ocurran errores eventuales al tratar con estructuras de datos específicas y adaptadas en la materia como fue el caso de presencia de errores, o “*alucinaciones*” (Ahmad, Kaiser, & Rahim, 2023), en estructuras como las secuencias de datos. No es posible realizar *fine-tuning* (Tao et al., 2023) con datos propios, solo ajustar su comportamiento mediante instrucciones y archivos de conocimiento. La lógica que podés imponer es muy limitada (por ejemplo, no podés hacer que siempre responda con un formato específico tipo tabla o código si no está en el prompt inicial). Se debe destacar además que los archivos no entrenan al modelo en el sentido estricto de su significado, sino que prioriza consultar a los mismos para dar una respuesta.

Aunque se priorice ese formato de respuestas por medio de instrucciones, es altamente sensible a la calidad y formato del *prompt* dado por los estudiantes (Tao et al., 2023), por lo que es de gran importancia ayudarlos y aconsejarlos en cómo beneficiarse realmente de la herramienta. A fin de detectar estos problemas fácilmente y poder modelarlos de manera más precisa tanto en instrucciones como en los documentos dados, el equipo docente cuenta con una planilla de seguimiento para cargar errores detectados o informados por los estudiantes. Así como complementar con guías o consejos de *prompting*. Esto último representa de igual manera una oportunidad de dar soporte a una nueva habilidad necesaria en los futuros profesionales desde etapas tempranas de su formación.

En casos relativamente simples o con un objetivo concreto, como un tutor guía de algoritmos, no presenta errores o inconvenientes graves, pero precisa de atención y uso responsable por parte de sus usuarios.

Difusión de la herramienta

Previo a compartir al alumnado la herramienta “Tutor de AED” (Figura 2) el equipo docente realizó una etapa de validación y prueba de la herramienta. Probando con distintas consultas, indagando sobre conceptos teóricos y la resolución de ejercicios. Lo que derivó en la necesidad de ajustes para llegar a la versión final de instrucciones. En esta etapa surge la iniciativa de armar un documento que especifique detalladamente las reglas de sintaxis a utilizar.



Figura 2. Apariencia del tutor personalizado “Tutor de AED”

Posteriormente, por los medios de comunicación de cada comisión de la cátedra, se difundió el link de acceso a la herramienta en un documento que incluía lineamientos y consejos para el uso efectivo de la herramienta. Incluyendo aspectos estructurados en ejes como “usalo para...”, “no lo uses para...”, “presta atención a las limitaciones de la herramienta”. Sin embargo, resulta crucial ajustar los lineamientos a partir de reportes de experiencia de los estudiantes, donde el equipo docente pueda conocer e identificar patrones de uso de los estudiantes y casos donde ocurren errores comúnmente.

Actualmente, dado que se transitan los primeros momentos de uso por parte de estudiantes y docentes, aún no se disponen de resultados concluyentes sobre el impacto de la herramienta. No obstante, se ha circulado una encuesta de evaluación con el objetivo de conocer las percepciones del estudiantado respecto a su utilidad, claridad y efectividad en el acompañamiento del aprendizaje. Esta información permitirá orientar las mejoras y nuevas versiones del tutor.

Conclusiones

La implementación inicial de Tutor AED como asistente pedagógico virtual basado en inteligencia artificial generativa constituye un avance innovador en las estrategias de acompañamiento estudiantil para asignaturas técnicas de alta complejidad. Su diseño y puesta en funcionamiento han permitido ofrecer un recurso de consulta accesible de manera asincrónica, con contenidos teóricos, prácticos y de autoevaluación adaptados a las necesidades de la cátedra.

En esta etapa temprana, aún sin contar con resultados concluyentes, se han identificado, a partir de la observación docente y de las interacciones registradas, indicios positivos respecto a la facilidad de acceso, la pertinencia de las respuestas y el interés manifestado por el estudiantado. Estos indicios deberán ser confirmados mediante el análisis de las encuestas y métricas de uso actualmente en curso.

Se prevé que la continuidad en el uso de la herramienta, junto con la incorporación de mejoras y ajustes derivados del relevamiento de experiencias, permitirá evaluar su impacto en aspectos clave como la motivación, la permanencia y el rendimiento académico. Este proceso de validación será fundamental para determinar el valor agregado del tutor virtual y su potencial transferencia a otras asignaturas y contextos educativos.

Trabajos Futuros

Una de las principales líneas de trabajo previstas es el desarrollo de perfiles adaptativos, que permitan personalizar la experiencia de tutoría según las características y necesidades de cada estudiante. Esto incluiría la definición de rutas diferenciadas de acompañamiento para ingresantes, recursantes, o estudiantes con dificultades específicas, con contenidos y recomendaciones ajustadas a sus trayectorias. Otra dimensión clave será la expansión multicanal de Tutor AED, mediante su integración con plataformas ampliamente utilizadas por el estudiantado, como WhatsApp®, Telegram®, Discord®. Esta integración permitirá mejorar la accesibilidad, fomentar el uso cotidiano del tutor y consolidar su presencia como recurso de consulta constante.

Se plantea también incorporar mecanismos de gamificación, que introduzcan dinámicas de juego, misiones, niveles y recompensas simbólicas para promover la continuidad en el uso y fortalecer la motivación intrínseca. Esta estrategia podría ser particularmente útil para sostener el interés en etapas de baja participación o cercanas a fechas de exámenes.

Desde la perspectiva docente, se proyecta el desarrollo de un panel de análisis que permita monitorear las consultas más frecuentes, patrones de error, y evolución en el uso del tutor. Esta información constituirá una valiosa fuente para retroalimentar el diseño didáctico, identificar nudos de comprensión y reforzar la planificación de clases. Para analizar y validar la efectividad de la herramienta y el impacto en la formación se

⁵ Disponible en el link <https://chatgpt.com/g/g-6827298c8d708191908e153f3ac6a2a0-tutor-de-aed>

planifica realizar un estudio exploratorio por medio de encuestas y casos de estudio sobre temas y ejercicios específicos de la asignatura, evaluando el uso por parte del estudiantado. Actualmente se encuentra en proceso la recolección de la percepción inicial del alumnado luego de un mes de que la herramienta esté disponible.

Por último, se prevé realizar una validación longitudinal del impacto de Tutor AED en términos de permanencia, aprobación y avance curricular, incorporando herramientas de análisis estadístico en sucesivas cohortes. Esta línea permitirá estimar con mayor robustez el aporte sostenido del tutor a la mejora de la calidad educativa. Asimismo, se contempla la posibilidad de transferir y adaptar el modelo a otras asignaturas del primer año, generando un ecosistema de tutorías inteligentes que acompañen al estudiantado en su trayectoria inicial por la carrera.

Referencias

- Ahmad, Z., Kaiser, W., & Rahim, S. (2023). Hallucinations in ChatGPT: An unreliable tool for learning. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 15(4), 12.
- Becker, B. A., Denny, P., Finnie-Ansley, J., Luxton-Reilly, A., Prather, J., & Santos, E. A. (2023). Programming is hard—or at least it used to be: Educational opportunities and challenges of ai code generation. In *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1* (pp. 500–506).
- Cambaz, D., & Zhang, X. (2024). Use of AI-driven code generation models in teaching and learning programming: a systematic literature review. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1* (pp. 172–178).
- Denny, P., MacNeil, S., Savelka, J., Porter, L., & Luxton-Reilly, A. (2024). Desirable characteristics for ai teaching assistants in programming education. In *Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1* (pp. 408–414).
- Frankford, E., Sauerwein, C., Bassner, P., Krusche, S., & Breu, R. (2024, April). Ai-tutoring in software engineering education. In *Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training* (pp. 309–319).
- Groothuijsen, S., van den Beemt, A., Remmers, J. C., & van Meeuwen, L. W. (2024). AI chatbots in programming education: students' use in a scientific computing course and consequences for learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100290.
- Huallpa, J. J. (2023). Exploring the ethical considerations of using Chat GPT in university education. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 11(4), 105–115.
- Kabir, A., Shah, S., Haddad, A., & Raper, D. M. (2025). Introducing our custom GPT: An example of the potential impact of personalized GPT builders on scientific writing. *World Neurosurgery*, 193, 461–468.
- Ledo, M. J. V., Aguilera, E. D. L. Á. M., Sánchez, I. D. R. M., & Calzada, M. G. (2022). Innovación educativa. *Educación Médica Superior*, 36(3).

- Lepp, M., & Kaimre, J. (2025). Does generative AI help in learning programming: Students' perceptions, reported use and relation to performance. *Computers in Human Behavior Reports*, 18, 100642.
- Modran, H. A., Ursuțiu, D., Samoilă, C., & Gherman-Dolhăscu, E. C. (2024). Developing a GPT Chatbot Model for Students Programming Education. In *International Conference on Smart Technologies & Education* (pp. 72–82). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Opara, E., Mfon-Ette Theresa, A., & Aduke, T. C. (2023). ChatGPT for teaching, learning and research: Prospects and challenges. Opara Emmanuel Chinonso, Adalikwu Mfon-Ette Theresa, Tolorunleke Caroline Aduke (2023). ChatGPT for Teaching, Learning and Research: Prospects and Challenges. *Glob Acad J Humanit Soc Sci*, 5.
- Rahe, C., & Maalej, W. (2025). How Do Programming Students Use Generative AI?. In *Proceedings of the ACM on Software Engineering*, 2(FSE), 978–1000.
- Sheard, J., Denny, P., Hellas, A., Leinonen, J., Malmi, L., & Simon. (2024). Instructor Perceptions of AI Code Generation Tools–A Multi-Institutional Interview Study. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1* (pp. 1223–1229).
- Standl, B., Wetzinger, E., & Futschek, G. (2017). Student Retention: Towards defining measures for improved quality of teaching and learning in the first year of computer science studies. In *Tomorrow's Learning: Involving Everyone. Learning with and about Technologies and Computing: 11th IFIP TC 3 World Conference on Computers in Education, WCCE 2017, Dublin, Ireland*.
- Stienstra, L., Mohamed, A., & Mohamed, M. (2025). Exploring GenAI as a Tutoring Tool: A Case Study in First-Year Computer Programming. In *Proceedings of the 30th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1* (pp. 452–457).
- Tao, G., Cheng, S., Zhang, Z., Zhu, J., Shen, G., & Zhang, X. (2023). Opening a Pandora's box: things you should know in the era of custom GPTs. arXiv preprint arXiv:2401.00905.
- Weisz, J. D., Kumar, S. V., Muller, M., Browne, K. E., Goldberg, A., Heintze, K. E., & Bajpai, S. (2025). Examining the use and impact of an ai code assistant on developer productivity and experience in the enterprise. In *Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–13).

Seguimiento de estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio en estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería: análisis comparativo 2023–2024 mediante el inventario LASSI

Monitoring Learning Strategies and Study Habits in First-Year Engineering Students: A Comparative Analysis (2023–2024) Using the LASSI Inventory

Presentación: 04/09/2025

Rubén Luis Baccifava

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Argentina
rubenbaccifava@hotmail.com; quimica@frvm.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo analiza la evolución de los hábitos de estudio y las estrategias de aprendizaje en una cohorte de estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería de la UTN – Facultad Regional Villa María, mediante la aplicación del inventario LASSI (Learning and Study Strategies Inventory) en los test: al inicio del ciclo lectivo 2023 y al comienzo del 2024, tras su primer año de trayectoria académica. El estudio permite identificar cambios en dimensiones afectivo-motivacionales, cognitivas, metacognitivas y conductuales, con especial atención a subescalas como autorregulación, planificación y actitud hacia el estudio.

Los resultados comparativos brindan evidencia empírica sobre las transformaciones en los perfiles estratégicos de los estudiantes a lo largo de su primer año, constituyendo un insumo valioso para el diseño de acciones institucionales orientadas a mejorar la retención. Se proponen además líneas de mejora metodológica basadas en los hallazgos obtenidos.

Palabras clave: Estrategias de aprendizaje, Hábitos de estudio, Inventario LASSI Educación en ingeniería, Diagnóstico institucional

Abstract

This study analyzes the evolution of study habits and learning strategies in a cohort of first-year engineering students at the National Technological University – Villa María Regional Faculty. The Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) was administered at two key moments: at the beginning of the 2023 academic year, and again at the start of 2024, after students had completed their first year of university studies. The analysis identifies changes across affective-motivational, cognitive, metacognitive, and behavioral dimensions, with particular attention to subscales such as self-regulation, planning, and attitude toward learning. The comparative results provide empirical evidence of how students' strategic profiles evolve during their first year, offering valuable insights for the design of institutional actions aimed at improving student retention. The findings also support the proposal of methodological improvements based on the observed patterns.

Keywords: Learning strategies, Study habits, LASSI Inventory, Engineering education, Institutional diagnosis

Introducción

El desgranamiento en el nivel universitario, particularmente en carreras del área de ingeniería, continúa siendo una preocupación central para las instituciones de educación superior en Argentina. A pesar de las políticas inclusivas que han favorecido el acceso a la universidad, los primeros años de cursado presentan los mayores índices de abandono, con tasas que alcanzan el 60 % (Cambours de Donini y otros, 2019; Mendonça, 2020). En la Facultad Regional Villa María de la UTN, esta problemática se manifiesta con fuerza en las asignaturas del primer nivel, como Álgebra, Análisis Matemático y Física, donde más del 50 % de los estudiantes no alcanza la regularidad (Rosso, M., Peralta, J., Oddino, S., Aimar, J., Vaira, S., 2015).

En este contexto, se reconoce que el desarrollo de estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio adecuados constituye un factor clave para favorecer la retención y el rendimiento académico (Peñalosa Castro y otros, 2006; Hernández Herrera y otros, 2012; Mendoza Martínez, 2024). Las teorías del aprendizaje autorregulado (Zimmerman & Schunk, 2001; Weinstein y otros, 2000) permiten comprender estos procesos en términos de planificación, monitoreo y autoevaluación, integrando dimensiones cognitivas, metacognitivas, afectivo-motivacionales y conductuales.

El presente trabajo analiza la evolución de una cohorte de estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería de la UTN – Facultad Regional Villa María, evaluada mediante el inventario LASSI (Learning and Study Strategies Inventory) en test sucesivos: al inicio del ciclo lectivo 2023 y nuevamente al comienzo del 2024. El objetivo es describir los cambios observados en las distintas dimensiones del instrumento, discutir sus implicancias institucionales y proponer líneas de mejora metodológica que fortalezcan los procesos de enseñanza-aprendizaje y la permanencia estudiantil.

Desarrollo

Aplicación del instrumento y características de la muestra

El presente estudio se basa en la aplicación del inventario LASSI (Learning and Study Strategies Inventory), instrumento ampliamente validado para relevar estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio en estudiantes universitarios (Weinstein, Husman & Dierking, 2000). La cohorte analizada corresponde a 180 estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería de la UTN – Facultad Regional Villa María, quienes completaron el inventario en los test: al inicio del primer año (marzo 2023) y al comienzo del segundo año (marzo 2024) reducida a 80 estudiantes debido al desgranamiento natural que se produce entre el primer y segundo año, así como a la imposibilidad de alcanzar a la totalidad de la población original durante la segunda aplicación del inventario, adicionalmente, se excluyeron algunos casos puntuales por presencia de respuestas incompletas o inconsistencias que impedían el cálculo confiable de ciertos puntajes.

La recolección de datos se realizó de manera presencial, en aulas informáticas de la Facultad Regional Villa María de la UTN, durante las primeras semanas de clases de los ciclos lectivos 2023 y 2024. En ambos casos, los estudiantes completaron el inventario LASSI en formato digital, a través de un formulario estructurado, en condiciones controladas y con supervisión docente. La participación fue voluntaria y se garantizó el anonimato de las respuestas, previa firma de un consentimiento informado. El instrumento utilizado corresponde a la versión adaptada del LASSI para contextos hispanohablantes, compuesta por 80 ítems distribuidos en diez escalas. Cada ítem fue respondido utilizando una **escala Likert de cinco puntos**, donde 1 corresponde a "nada característico de mí" y 5 a "muy característico de mí". Previamente a su aplicación, se verificó la validez de

contenido y la confiabilidad interna del cuestionario, obteniéndose valores satisfactorios de consistencia (α de Cronbach $> 0,75$) para ambas mediciones.

Variables conceptuales, categorías e indicadores

El presente estudio se estructura en torno a un conjunto de cuatro variables conceptuales clave, seleccionadas por su relevancia para comprender de manera integral el proceso de aprendizaje en estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería. Estas variables surgen de una articulación entre marcos teóricos contemporáneos sobre el aprendizaje autorregulado y la aplicación empírica del inventario LASSI.

Estrategias de aprendizaje: constituyen una variable central del estudio. Comprenden los procesos cognitivos que los estudiantes aplican para adquirir, organizar, comprender y utilizar la información. Esta dimensión incluye indicadores como procesamiento de la información y selección de ideas principales, medidos a través del LASSI.

Hábitos de estudio: se refieren a las conductas organizativas y de planificación asociadas con el rendimiento académico sostenido. Se operacionalizan mediante indicadores como administración del tiempo, estrategias para el examen y uso de ayudas para el estudio, también relevados con el LASSI

Cada una de estas variables fue desagregada en indicadores específicos, lo que posibilitó un análisis comparativo entre los test de medición y una vinculación precisa con los resultados académicos alcanzados por la cohorte.

El instrumento permitió evaluar diez indicadores distribuidos en cuatro categorías con la consolidación de las preguntas del test LASSI, donde se realizaron promedios entre las preguntas de cada indicador y luego para la población contemplada en el test LASSI:

- **Afectivo-motivacional:** actitud (AC), motivación (MOT), ansiedad (ANS)
- **Cognitiva:** procesamiento de la información (PI), selección de ideas principales (SIP)
- **Metacognitiva:** concentración (CON), ayudas para el estudio (AES), autoevaluación (AUT)
- **Conductual:** administración del tiempo (TI), estrategias para el examen (EX)

Los datos obtenidos fueron procesados con Microsoft Excel, empleando test de hipótesis para comparar las medias obtenidas en cada indicador entre ambos test. Además, se calcularon las desviaciones estándar y el coeficiente alfa de Cronbach, que arrojó valores satisfactorios de consistencia interna ($\alpha > 0,75$) tanto para el Inventario 1 como para el Inventario 2, los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Análisis de variaciones de las medias por categorías

Por Categoría						
Categorías		Inventario 1		Inventario 2		Diferencia
		$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$
AM	Afectivo-motivacional	3,5349	1,3955	3,5896	1,5043	0,0547
COG	Cognitivo	3,5831	0,7013	3,7519	0,7703	0,1688
MTC	Metacognitivo	3,2402	0,7284	3,3146	0,8064	0,0744
CON	Conductual	3,4920	1,1118	3,5941	1,1840	0,1021
Por Indicador						
Indicador		Inventario 1		Inventario 2		Diferencia
		$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$
AC	Actitud	4,1258	2,2799	4,2484	2,4206	0,1226
MOT	Motivación	3,7278	0,1817	3,8234	0,2744	0,0956
ANS	Ansiedad	2,7510	1,6586	2,6969	0,9244	-0,0541
PI	Procesamiento de la información	3,5518	1,8846	3,6984	0,4276	0,1466
SIP	Selección de las ideas principales	3,6332	1,9061	3,8375	1,1182	0,2043
CON	Concentración	3,5178	1,8756	3,5391	1,0676	0,0213
AES	Ayudas para el estudio	2,9437	1,7157	3,0578	0,7188	0,1141
AUT	Autoevaluación	3,2593	1,8053	3,3469	0,5427	0,0876
TI	Administración del Tiempo	3,2559	1,8044	3,4226	0,7055	0,1667
EX	Estrategias para el examen	3,7282	1,9308	3,7656	1,5186	0,0374

Fuente: Elaboración propia.

Resultados por categoría e indicador

Afectivo - motivacional

La categoría afectivo-motivacional presentó la mayor mejora relativa entre las cuatro dimensiones evaluadas por el inventario LASSI. Su promedio general pasó de 3,5349 en el Inventario 1 (marzo 2023) a 3,5896 en el Inventario 2 (marzo 2024), lo que representa una mejora con una diferencia de +0,0547 puntos en escala.

En cuanto a los indicadores específicos que componen esta categoría:

- **Actitud y motivación** se mantuvieron estables con una leve tendencia positiva, contribuyendo al aumento general de la categoría.
- **Ansiedad** fue el único indicador que mostró un descenso, pasando de 2,7510 a 2,6969, lo cual, si bien es leve (-0,0541), sugiere una mejora moderada en la percepción del estrés académico.

Esta evolución global refleja una mayor disposición al aprendizaje y una ligera mejora en el manejo emocional, lo que es especialmente relevante considerando el contexto de adaptación que atraviesan los estudiantes de primer año. Sin embargo, la ansiedad continúa siendo un factor crítico para considerar en futuras intervenciones pedagógicas.

Cognitiva

La categoría cognitiva mostró una de las mejoras más destacadas en términos absolutos. El promedio general de esta dimensión pasó de 3,5831 en el Inventario 1 a 3,7519 en el Inventario 2, lo que representa un incremento de +0,10207 puntos en escala Likert.

A nivel de indicadores individuales, se destacan:

- **Selección de ideas principales (SIP)**, con una mejora de +0,2043 puntos, lo que representa la diferencia más pronunciada entre todos los indicadores evaluados. Esto sugiere una mayor capacidad de los estudiantes para identificar información relevante en materiales de estudio.
- **Procesamiento de la información (PI)** también presentó un aumento significativo de +0,1466, lo que indica avances en la forma en que los estudiantes organizan y comprenden los contenidos académicos.

Estos resultados reflejan un fortalecimiento en las habilidades cognitivas centrales, fundamentales para un aprendizaje eficaz en contextos de alta demanda académica como las carreras de ingeniería.

Metacognitiva

La categoría metacognitiva presentó la mejora más moderada entre las dimensiones evaluadas. El promedio general pasó de 3,2402 en el Inventario 1 a 3,3146 en el Inventario 2, lo que representa un incremento de +0,0744 puntos.

En cuanto a los indicadores específicos, se observa una evolución coherente con los objetivos de esta dimensión:

- **Ayudas para el estudio (AES) y autoevaluación (AUT)** mejoraron de manera consistente, aunque con diferencias no tan marcadas como en otras categorías. Esto sugiere un desarrollo paulatino en el uso de herramientas externas y estrategias de monitoreo del propio aprendizaje.
- **Concentración (CON)** también mostró una tendencia positiva, reflejando un mayor control atencional y disposición a sostener el esfuerzo cognitivo durante las tareas académicas.

Aunque el avance fue más modesto en términos numéricos, estos indicadores son claves en el fortalecimiento de la autorregulación, especialmente al final del primer año de cursado, cuando los estudiantes enfrentan mayores exigencias y una carga académica más compleja.

Conductual

La categoría conductual presentó una mejora sólida en el promedio general, pasando de 3,492 en el Inventario 1 a 3,5941 en el Inventario 2, con una diferencia de +0,1021 puntos. Esta evolución indica un progreso en las prácticas observables de estudio vinculadas con la organización y la preparación académica.

Entre los indicadores específicos, se destaca especialmente:

- **Administración del tiempo (TI)**, que mostró una mejora de +0,1667 puntos, una de las más altas entre todos los indicadores del inventario. Esto sugiere un avance relevante en la capacidad de los estudiantes para planificar sus actividades académicas y distribuir su tiempo de forma efectiva.
- **Estrategias para el examen (EX)** experimentó una variación leve, sin diferencias sustanciales entre ambos test, lo que indica una persistencia de dificultades en la preparación específica para instancias evaluativas.

Estos resultados apuntan a una evolución positiva en aspectos organizativos de la conducta académica, aunque también evidencian la necesidad de reforzar competencias más específicas relacionadas con el rendimiento en exámenes, particularmente a través de intervenciones didácticas focalizadas.

En las ilustraciones 1 y 2 se observan las variaciones entre categorías e indicadores en ambos test.

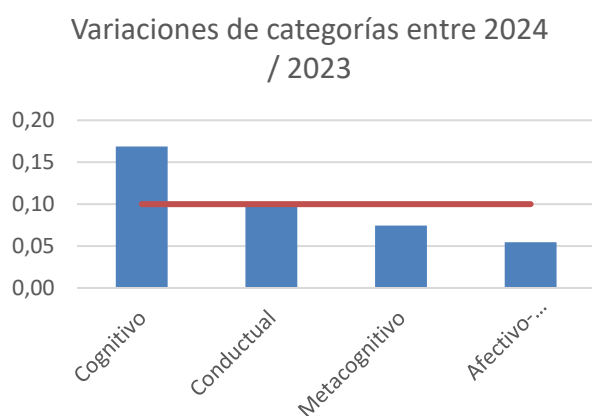


Ilustración 1: Variaciones por categorías

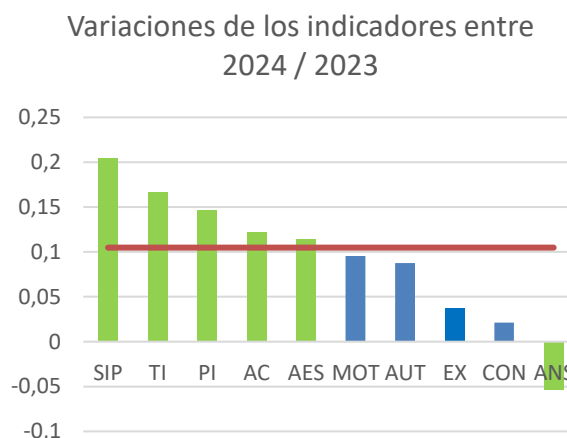


Ilustración 2: Variaciones por categorías

Análisis comparativo mediante test de hipótesis

Con el objetivo de determinar la significación estadística de las diferencias observadas entre los puntajes medios de los estudiantes en el Inventario 1 (marzo 2023) e Inventario 2 (marzo 2024), se aplicó un test de hipótesis de cola derecha, adecuado para muestras independientes con distinta varianza. Este enfoque permite verificar si las mejoras en las medias observadas en las distintas categorías e indicadores del inventario LASSI son atribuibles a cambios reales en las estrategias y hábitos de estudio, y no al azar.

Se estableció como hipótesis nula (H_0) que no existen diferencias significativas entre los promedios:

- H_0 : $\mu_2 = \mu_1$ (la media en el Inventario 2 es igual a la del Inventario 1)
- H_1 : $\mu_2 > \mu_1$ (la media en el Inventario 2 es mayor que la del Inventario 1)

El estadístico utilizado fue el valor de Z , calculado según la siguiente expresión (1):

$$Z_p = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} - \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \quad (1)$$

donde:

- μ_1, μ_2 : medias de Inventario 1 e Inventario 2, respectivamente
- σ_1^2, σ_2^2 : varianzas muestrales
- n_1, n_2 : tamaños muestrales de cada grupo

Se trabajó con un **nivel de confianza del 99% ($\alpha = 0,01$)**, lo que implica un valor crítico de **$Z = 2,33$** para la toma de decisiones. Según el criterio adoptado:

- Si $Z_p < Z_{\text{crítico}}$, se **acepta H_0**
- Si $Z_p > Z_{\text{crítico}}$, se **rechaza H_0 y se acepta H_1**

Este procedimiento se aplicó a cada categoría (afectivo-motivacional, cognitiva, metacognitiva y conductual) y a los diez indicadores individuales del LASSI. Los resultados se sistematizan en una tabla que presenta, para cada variable evaluada, la hipótesis aceptada y su interpretación. Este análisis permite identificar con precisión aquellas dimensiones donde los estudiantes evidenciaron mejoras significativas, aportando información valiosa para la toma de decisiones pedagógicas.

Tabla 2: Resumen de las medias de las distintas categorías e indicadores de estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio entre los inventarios de los tests 1 y 2

Por Categoría								
	Inventario 1			Inventario 2			Test	
	$\bar{x}$	n	σ	$\bar{x}$	n	σ	Z	<1
AM	3,534	4244	1,780	3,590	1920	1,856	-1,501	E1
COG	3,585	2301	2,389	3,752	1040	1,217	-3,562	E1
MTC	3,242	4242	1,599	3,315	1920	1,639	-2,079	E1
CON	3,491	2818	1,353	3,594	1279	1,354	-2,619	E1
Por Indicador								
Actitud	4,125	1416	1,2317	4,248	640	1,1448	-2,394	E1
Motivación	3,727	1416	1,1907	3,823	640	1,0595	-1,922	E1
Ansiedad	2,746	1412	1,914	2,697	640	2,083	0,730	E2
Procesamiento de la información	3,554	1418	3,148	3,698	640	1,266	-2,236	E1
Selección de las ideas principales	3,634	883	1,169	3,838	400	1,129	-3,157	E1
Concentración	3,518	1416	1,245	3,539	640	1,282	-0,386	E1
Ayudas para el estudio	2,945	1409	1,934	3,058	640	2,055	-1,661	E1
Autoevaluación	3,260	1417	1,459	3,347	640	1,469	-1,512	E1
Administración del Tiempo	3,256	1412	1,434	3,423	639	1,432	-2,924	E1
Estrategias para el examen	3,728	1406	1,162	3,766	640	1,219	-0,714	E1

Fuente: Elaboración propia

Dado que el objetivo del análisis fue comparar los resultados obtenidos por una misma cohorte en dos momentos sucesivos de medición, se aplicó un **test Z para muestras relacionadas**, adecuado para evaluar diferencias de medias cuando el tamaño muestral es grande ($n > 30$) y se puede asumir normalidad en la distribución de las diferencias, conforme al Teorema Central del Límite. Este estadístico permite contrastar si los cambios observados en los puntajes de cada indicador del LASSI son estadísticamente significativos. Aunque los datos provienen de una escala Likert ordinal, en este estudio se los trató como si provinieran de una escala

de intervalo, una práctica comúnmente aceptada en investigaciones cuantitativas sobre aprendizaje y estrategias de estudio, especialmente cuando se aplican instrumentos validados y se utilizan promedios de ítems.

Los resultados del análisis comparativo de medias entre la Inventario 1 y la Inventario 2 como se muestran en la Tabla 2, se hizo mediante un test de hipótesis con un nivel de confianza del 99%, muestran que, en todos los indicadores evaluados, excepto en ansiedad, las medias presentan un incremento significativo en el segundo inventario respecto del primero. Específicamente, en el caso de la ansiedad, se confirma con un 99% de certeza que la media disminuye en la segunda medición, lo cual indica una reducción significativa de los niveles de ansiedad en los estudiantes. Este hallazgo sugiere que, en términos generales, los estudiantes mejoran sus estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio a lo largo del tiempo, mientras que, paralelamente, experimentan una disminución en los niveles de ansiedad, posiblemente debido a la adaptación progresiva al contexto académico o a la incorporación de recursos para afrontar las demandas educativas.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio confirman la pertinencia del inventario LASSI como herramienta válida y confiable para diagnosticar y monitorear estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio en estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería. La aplicación del instrumento en los test clave del recorrido académico (inicios de 2023 y 2024) permitió realizar un análisis comparativo riguroso, respaldado por pruebas estadísticas con un nivel de confianza del 99%.

Entre los hallazgos más relevantes, se verificaron aumentos significativos en los indicadores de selección de ideas principales, procesamiento de la información y administración del tiempo, lo que evidencia un fortalecimiento progresivo de las habilidades cognitivas y organizativas de los estudiantes. Estos avances sugieren una mejora en la capacidad para interpretar, estructurar y gestionar los contenidos académicos propios de las carreras de ingeniería.

Asimismo, se comprobó una reducción estadísticamente significativa en los niveles de ansiedad académica, perteneciente a la dimensión afectivo-motivacional. Este resultado permite inferir una mejora en la gestión emocional frente a las exigencias del entorno universitario, lo que resulta especialmente valioso en el contexto de transición desde el nivel medio al superior.

La evolución positiva observada en todas las categorías del inventario refuerza la necesidad de sostener dispositivos institucionales de acompañamiento, así como estrategias de enseñanza que promuevan la autorregulación y la autonomía en el estudio. En particular, los resultados obtenidos aportan insumos empíricos para orientar propuestas de mejora metodológica focalizadas en las dimensiones con menor crecimiento relativo, como las estrategias para el examen y el uso sistemático de ayudas para el estudio.

En conjunto, estos hallazgos evidencian que el uso continuado del LASSI permite no solo detectar debilidades en etapas iniciales, sino también evaluar el impacto de las acciones institucionales sobre el desarrollo de competencias clave para la permanencia y el éxito académico. Su incorporación como instrumento de diagnóstico y seguimiento representa una herramienta valiosa para fundamentar decisiones pedagógicas orientadas a la mejora continua en el ámbito de la educación en ingeniería.

La propuesta metodológica implementada en este estudio —basada en la aplicación del inventario LASSI en dos momentos sucesivos del trayecto académico— ofrece un enfoque replicable para otras facultades e instituciones interesadas en diagnosticar y fortalecer las estrategias de aprendizaje de sus estudiantes. Su carácter longitudinal permite no solo identificar debilidades en el ingreso, sino también monitorear la evolución de las dimensiones clave que inciden en la permanencia y el rendimiento académico. La utilización de un instrumento validado, combinado con análisis comparativos simples pero robustos, constituye una herramienta valiosa para orientar acciones de acompañamiento pedagógico y diseño de intervenciones institucionales adaptadas a distintos contextos educativos.

Referencias

- Actis di Pasquale, E. (2022). *Motivación y ansiedad de estudiantes de Introducción a la Economía (UNMdP) durante el aislamiento por COVID-19*. En E. N. Leganés-Lavall, *Retos educativos para un desarrollo humano integral* (págs. 12–23). Madrid: Adaya Press. doi:<https://doi.org/10.58909/ad22169175>.
- Cambours de Donini, A., Martínez, M. L., & Fernández, J. (2019). *El ingreso, la permanencia y el egreso en la universidad argentina: indicadores clave para el análisis institucional*. Universidad Nacional del Litoral.
- Hernández Herrera, M., Suárez Silva, R., & Méndez Álvarez, J. A. (2012). *Estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio como factores asociados al rendimiento académico*. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 8, 1–20.
- Mendonça, A. P. (2020). *Retención y deserción en la educación superior argentina: Un análisis a partir de datos nacionales*. Revista de Educación Superior, 49(195), 23–40.
- Mendoza Benitez, A. V. (2024). *Hábitos, técnicas de estudio y rendimiento académico en estudiantes de una institución de educación a nivel superior*. Universidad San Buenaventura, Colombia.
- Peñalosa Castro, M. A., López, R. C., & Sánchez, M. P. (2006). *Estrategias de aprendizaje utilizadas por estudiantes universitarios: un estudio descriptivo*. Revista Electrónica de Psicología Iztacala, 9(3), 1–14.
- Rosso, M., Peralta, J., Oddino, S., Aimar, J. & Vaira, S. (2015). *Desgranamiento temprano y su relación con materias básicas*. UTN. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Villa María. Repositorio Ría.
- Weinstein, C. E., Husman, J., & Dierking, D. R. (2000). *Self-regulation interventions with a focus on learning strategies*. (Eds) M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 727–747). Academic Press.
- Weinstein, C. E., Husman, J., & Dierking, D. R. (2000). *Intervention for achievement and retention through learning strategies*. (Eds) J. E. Gardner & L. J. Falvo (Eds.), *Educational interventions and resources for college students with learning disabilities* (pp. 151–170). PRO-ED.
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2001). *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Crónica de un fracaso exitoso

Chronicle of a successful failure

Presentación: 04/09/2025

Jorge Paruelo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
jparuelo@frba.utn.edu.ar

Resumen

Las necesidades de enseñanza mediada que generó la pandemia dieron lugar al desarrollo de una propuesta de curso presencial con características diferentes a aquellas de la prepandemia. Este nuevo curso presencial buscaba emplear los recursos de la enseñanza mediada por tecnología para desarrollar una propuesta con la metodología de aula invertida (Díaz Barriga, 2005; Bergman y Sams, 2012). La propuesta se plasmó en dos cursos de Análisis Matemático I con buenos resultados, que se manifiestan en los comentarios de los estudiantes, aunque con diferencias respecto de los esperados. En este trabajo se expone una evaluación de la aplicación de este curso, algunos resultados obtenidos y cómo se prevé reformularlos.

Palabras clave: aula invertida, enseñanza mediada, aprendizaje activo.

Abstract

The needs about mediated teaching that started with the pandemic, led to the development of a face-to-face course proposal with different characteristics from those of the pre-pandemic period. This new course aimed to use the resources of technology-mediated teaching to develop a proposal with the flipped classroom methodology. The proposal was implemented in two Mathematical Analysis I course with good results, which are reflected in the students' comments, although with differences from those expected. This paper presents an evaluation of the application of this course, some results obtained, and how they are expected to be reformulated.

Keywords: Flipped classroom, mediated teaching, active learning.

Introducción

La pandemia obligó a la docencia universitaria, y a la de todos los niveles, a interactuar con recursos educativos que no se empleaban masivamente. Plataformas educativas como Moodle o Classroom se transformaron en recursos usuales tanto como los videos o presentaciones con audio y otras herramientas multimediales. En matemática, a su vez se expandió el uso de utilitarios como Matlab o Geogebra por citar algunos. Esa novedad indujo, en muchos casos, cambios en la cursada presencial una vez que retorno la normalidad postpandemia a nuestras vidas. En un artículo de 2022 (Paruelo, 2022) se describe una propuesta metodológica de aula invertida con apoyo multimedial y plataforma Moodle. Allí se describe y argumenta a favor de una propuesta para implementar en clases presenciales. En el presente trabajo se consignan algunos resultados de la aplicación de aquella propuesta en dos cursos de Análisis Matemático I de la Facultad Regional Buenos Aires de la UTN durante el año 2023. La materia es común a todas las ingenierías que se cursan en la facultad, aunque los cursos en los que se implementó estaban formados en su mayoría por estudiantes de ingeniería industrial en uno de ellos y de Ingeniería en sistemas en el otro.

Las propuestas de aula invertida permiten que se trabaje la parte informativa que requieren los estudiantes fuera del aula mientras que en el tiempo de trabajo presencial se desarrollan actividades que apuntan a ejercitar las habilidades y destrezas superiores señaladas por Bloom y modificadas por Anderson y David (2000).

Habilidades como recordar o comprender son ejercitadas en mayor medida a través del aula virtual mientras que aquellas habilidades superiores como analizar, aplicar o evaluar lo son en la presencialidad en un marco de intercambio con docentes y otros estudiantes. Esta inversión en el orden de puesta en juego de las habilidades justifica el uso de la metodología en clases presenciales en educación superior (Ouda, H y Khadri, A., 2016). En la tabla que sigue se puede ver la contraposición entre los ámbitos donde se ponen en juego las diferentes habilidades en los casos de la enseñanza tradicional y de la que emplea aula invertida (Paruelo, 2023).

Taxonomía Bloom revisada	Enseñanza tradicional	Aula invertida
Crear	Fuera del aula	En el aula
Evaluar	Fuera del aula	En el aula
Analizar	Fuera del aula	En el aula
Aplicar	En y fuera del aula	En y fuera del aula
Comprender	En el aula	Fuera del aula
Recordar	En el aula	Fuera del aula

Puede discutirse si no se realizan actividades de análisis también en el caso de la enseñanza tradicional cuando el docente explica un tema interactuando dialógicamente con los estudiantes, pero, en cualquier caso, la evaluación y la creación no se desarrollan en el aula en el caso de la tradicional. También es discutible que las de más bajo nivel como recordar y comprender no se lleven a cabo en el aula en el caso del aula invertida ya que la puesta en juego de habilidades superiores suele requerir la de las inferiores a ella.

La metodología de aula invertida, en tanto marco general tiene diferentes formas de llevarse a la práctica que dependen de muchos factores, entre ellos los objetivos formativos, la disponibilidad técnica, las condiciones del estudiantado y los contenidos a tratar. Teniendo en cuenta esto, en lo que sigue se describe brevemente la metodología aplicada, se plantean las dificultades de implementación y se analizan resultados utilizando para ese fin datos obtenidos de una encuesta anónima realizada a los estudiantes de ambos cursos.

Desarrollo

Las características del curso

El curso tenía un aula virtual de acceso libre y cuatro horas semanales de trabajo presencial. El aula virtual estaba en una plataforma Moodle dividida en módulos que se habilitaban a medida que se avanzaba en la cursada. Cada módulo constaba de un itinerario que determinaba el orden a seguir con el material del módulo y con las actividades de la guía de trabajos prácticos oficial de la materia que es común a todos los cursos. El material en los módulos es diverso, pero en todos los casos hay una introducción y explicaciones breves del tema que se aborda en textos en formato PDF. Algunos de esos textos tienen enlaces a animaciones o gráficos realizados con geogebra que complementan lo que el texto describe. Según el caso hay también videos, presentaciones de

diapositivas con audio, cuestionarios y actividades adicionales. Todo el material de la plataforma fue desarrollado por la cátedra incluyendo los videos.

En las clases presenciales la dinámica comenzaba dedicando un tiempo a consultas de lo trabajado en clases anteriores, luego seguía un resumen de lo visto por los estudiantes en el aula virtual y luego un tiempo de trabajo durante la clase con la práctica o con material adicional que aportaban los docentes. Sobre el final se dedicaba un tiempo a la puesta en común de algunas de las actividades propuestas. La mayor parte del tiempo presencial la dedicaban los estudiantes a trabajar con actividades ya sea en grupo o individualmente con la asistencia de los docentes que respondían consultas, motivaban reflexiones o proponían situaciones desafiantes según el caso. Al finalizar la clase se indicaba el material del aula que debía revisarse para la clase siguiente.

Esta forma de trabajo tiene otra virtud, además de la mencionada de permitir trabajar las habilidades de mayor nivel en el aula, y es la de permitir distintos ritmos de avance en la cursada. El itinerario en cada módulo permite un avance autónomo de cada estudiante o grupo de estudiantes y los tiempos de trabajo en el aula permiten que los rezagados puedan trabajar en temas ya abordados en clases presenciales anteriores. Por otro lado, quienes están en condiciones de avanzar solos, también pueden hacerlo a su propio ritmo (dentro de cierto rango ya que los módulos se habilitaban dos semanas antes de su abordaje y por lo tanto ese tiempo era lo máximo que podían adelantarse).

La implementación resultó muy satisfactoria en lo que hace a la motivación por parte de los estudiantes para realizar actividades, evaluado esto cualitativamente por parte de los docentes de los cursos y en comparación con aquellos más tradicionales llevados a cabo en años anteriores. Durante las clases la situación era de mucha actividad y consulta. Sin embargo, una dificultad tuvo que ver con los tiempos de desarrollo de la materia. La metodología requiere inicialmente más tiempo de tratamiento de los temas que la metodología tradicional. Aunque en este último caso el parámetro para determinar si se vio o no un tema es el desarrollo del mismo por parte del docente mientras que en el caso propuesto depende de la evaluación de los docentes sobre el trabajo desarrollado por los estudiantes en su actividad cotidiana presencial. Esto puede explicar que los tiempos por tema sean más extensos, pero también que esto no deba evaluarse negativamente ya que la contraparte es una mejor asimilación por un mayor número de estudiantes. En la implementación hubo que resignar el tratamiento de dos temas en las clases presenciales, aunque no en el aula virtual, lo que permitió que se cubrieran todos los temas curriculares. Los resignados presencialmente fueron la derivación de funciones en forma paramétrica y en forma implícita y sus aplicaciones.

La interacción entre los estudiantes también fue mayor en la medida que, en general, intercambiaban opiniones respecto de las resoluciones a llevar a cabo en grupos reducidos. Hubo unos pocos casos de trabajo individual aislado y varios de pares de estudiantes que trabajaban aislados del resto.

Encuesta

Se administró una encuesta a los cursantes que buscaba solamente indagar opiniones acerca de la forma de cursada y que no tenía la pretensión de una investigación sistemática. Las preguntas apuntaban a indagar:

- 1 – Sobre la forma de uso del aula virtual
- 2 – Sobre algunas características del material del aula
- 3 – Sobre algunas características de las clases presenciales
- 4 – Una evaluación global de la cursada

Finalmente se dejaba abierta la posibilidad de comentarios sobre aquellos elementos que resultaron útiles y también sobre los inútiles, tanto del aula virtual como de la presencial. Una última pregunta abierta a comentarios libres cerraba la encuesta.

Sobre la forma de uso del aula virtual se preguntaba con qué frecuencia ingresaba, si lo hacía antes o después de ver el tema que revisaba y de qué manera utilizaba los contenidos. Respecto de características del aula sólo se preguntó acerca del orden dentro de los módulos, el formato de material preferido y la utilidad de ciertas herramientas como los foros o los cuestionarios. Sobre las clases presenciales, la consulta se dirigió a determinar cómo interactuaban los estudiantes con sus compañeros y sobre ciertas características de la dinámica de las clases presenciales.

Puede apreciarse que el tipo de encuesta diseñado no permite evaluar la metodología de aula invertida, pero son relevantes algunos resultados derivados de las respuestas para modificar las clases futuras.

Respuestas

La encuesta la respondieron 85 estudiantes. Respecto de la frecuencia con que ingresaban al aula (gráfico 1), el 64% respondió que lo hacía una vez por semana o más y el 28% una o dos veces al mes. Respecto de por qué medio ingresaba a cada tema (gráfico 2), el 36% lo hacía después de que se había resumido el tema en clase, el 6% lo hacía antes y un 56% que lo hacía algunas veces antes y otras después. Un dos por ciento expresó no revisar el aula.

Grafico 1: Frecuencia de ingreso al aula virtual

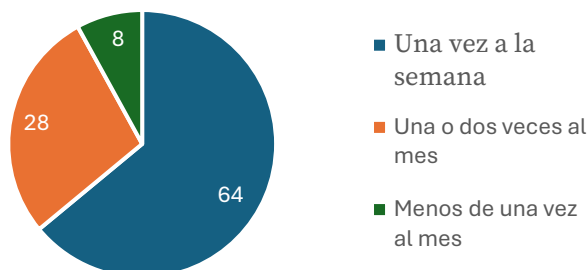
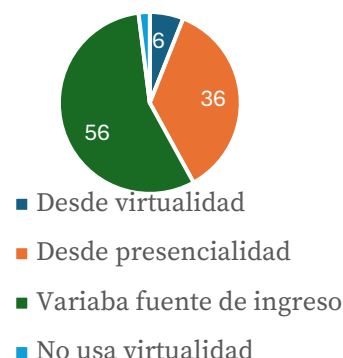
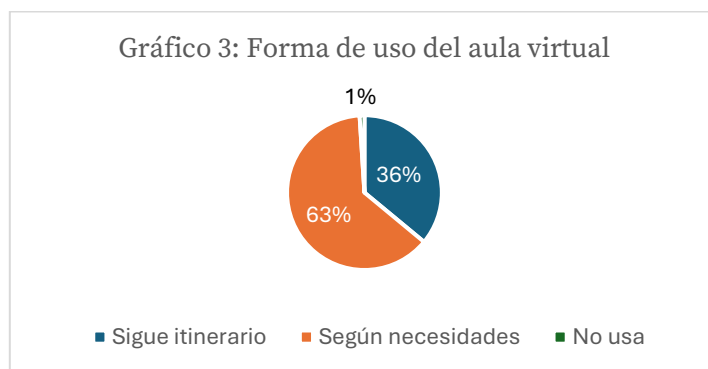


Grafico 2: Primer ingreso al tema

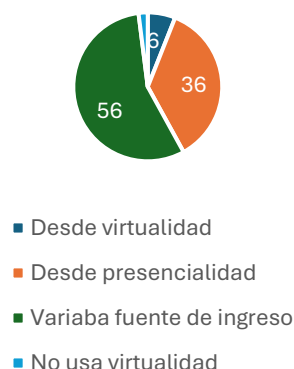


En lo que hace a la forma de usar el aula, el 36% seguía el rumbo trazado en el itinerario, el 63% buscaba información según sus necesidades (Gráfico 3). Entre estos últimos, un 14% sólo usó ejercitaciones adicionales que se proponían en el aula. El hecho de que los porcentajes sumen más de cien por ciento es que hubo casos de estudiantes que respondieron dos alternativas, algo que puede explicarse porque seguramente buscaron la información a partir del itinerario en algunos casos y en otros buscaron información que necesitaban además de usar el itinerario.



Respecto de características del aula virtual, el 98% respondió que el orden del aula era adecuado (una sola respuesta indicó que no). La siguiente característica que interesaba respecto del aula era sobre el soporte del material didáctico. Se preguntó si preferían textos en PDF o videos explicativos (gráfico 4) y un 30% prefería el video, un 28% los PDF y el 42% respondió que les resultaban igualmente cómodos ambos soportes. Se indagó también sobre la valoración que hacían de cuestionarios y foros dentro de la plataforma. Para esto se pidió que calificaran de 1 a 5 su utilidad, donde 1 era “nada útil” y 5 “muy útil”. El resultado dio un promedio de 2,75 para los foros y 3,5 para los cuestionarios.

Gráfico 4: Primer ingreso al tema



Respecto de las clases presenciales se consultó acerca de la utilidad de las consultas individuales en clase, las explicaciones de temas teóricos en el pizarrón y la resolución de ejercicios en el pizarrón por parte de los docentes. Se les pidió que valoraran del mismo modo que para foros y cuestionarios obteniendo que las consultas individuales promediaron 4,29, las explicaciones teóricas 4,19 y la resolución de ejercicios en el pizarrón 4,15.

Respecto de la interacción de los estudiantes entre sí, se consultó si durante la clase presencial resolvían en grupo las actividades, si resolvían solos y cotejaban resultados o si resolvían solos y no cotejaban. Las respuestas fueron 65%, 45% y 10% respectivamente. La suma excediendo el cien por ciento nuevamente se explica porque algunos respondieron más de una alternativa ya que pueden haber trabajado en grupo en ciertas ocasiones y solos en otras.

También se consultó si participaron de grupos de estudio fuera del tiempo de cursada, un 46% señaló que participó mientras que un 38% lo hizo en grupos virtuales y un 15% no participó de ningún grupo ya sea presencial o virtual.

Respecto de la evaluación de la cursada, un 50% la consideró mejor que una cursada tradicional sólo presencial y un 28% no la consideró ni mejor ni peor.

Respecto de las preguntas abiertas, cuando se preguntó acerca de aquello que les resultó más útil muchos resaltaron la información disponible y el orden para el aula virtual destacando el rol del itinerario de cada módulo. Respecto de las clases presenciales se destacaron las consultas con los docentes y la ejercitación que se realizaba durante la clase.

En cuando a lo poco útil, nuevamente destacaron los foros y los cuestionarios en el aula virtual y la exposición teórica en las presenciales. Algunos señalaron que lo que les resultó poco útil fue la ejercitación en clase. Lo interesante de estas respuestas es que fueron sólo 23 estudiantes de los 85 quienes respondieron. Las respuestas sobre la utilidad de clases y aula virtual en cambio fueron 78 y 74 respectivamente.

Análisis

Antes de analizar los datos volcados en el apartado anterior vale la pena señalar dos respuestas de las abiertas en las que podían comentar lo que quisieran. Uno de los encuestados respondió: “Resolver más ejercicios en el pizarrón y no solos o en grupo”. Otro: “Que para profundizar no haga falta el aula virtual”.

Estas dos respuestas junto con algunas de las que se encuentran en el resto de la encuesta muestran que hay estudiantes que se encuentran adaptados a las clases tradicionales y tal vez hayan logrado sacar rédito de este tipo de clases. Había algunos estudiantes durante la cursada que demandaban clases expositivas. Coincidentemente tenían una actitud pasiva respecto de las actividades que se les proponían.

Del análisis de las respuestas surgen algunas conclusiones que colaboraron para modificar la cursada del año siguiente. La primera conclusión es que el plan de cursada no resultó como se había diseñado. El objetivo de que leyeran o vieran algún video antes de la clase se mostró que no fue así ya que la mayor parte de los estudiantes miraban el material antes o después pero no sistemáticamente antes como se hubiera esperado. Algo similar se desprende del 63% que buscaba material en función de necesidades y no necesariamente siguiendo las pautas dadas.

El uso del aula virtual y las valoraciones en las respuestas abiertas de los contenidos indican que funciona como un recurso fundamental de la cursada, aunque no con las características del diseño de aula invertida pensado inicialmente.

Por otro lado, la alta valoración que hicieron los estudiantes de las consultas individuales en clase indica que hay avidez por clases activas mayoritariamente, más allá de que a un grupo minoritario le cueste adaptarse a este tipo de clases.

Aunque no pueda determinarse una relación de tipo causal, podemos pensar que el alto porcentaje que apelaba a la discusión en grupos de las resoluciones durante la clase puede considerarse como un elemento relevante para la integración en grupos de estudio y para iniciarse en el trabajo en equipo.

Conclusiones

La experiencia llevada a cabo resultó un avance respecto de las clases tradicionales. Aunque el plan original apuntaba a un ideal de aula invertida, la aplicación condujo a un curso en el que los estudiantes tuvieron un rol activo, con un soporte de mucha importancia en el aula virtual pero que no constituye un caso de aula invertida completa dado que muchos estudiantes, tal vez la mayoría, seguían tomando los resúmenes presenciales de los temas presentados por el docente como ejes para disparar el estudio de un tema.

A partir de los resultados obtenidos se planearon algunas modificaciones para cursos futuros que no se pudieron implementar aún pero que establecen un rol algo diferente para los resúmenes presenciales. Se piensan ahora como introducciones ordenadoras para la búsqueda de material en el aula. Se verá si resulta efectivo como una metodología basada en propuestas de aula invertida, aunque no con un formato estándar sino uno con características especiales.

Referencias

Anderson, L. W. K., David R. (2000). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition. Pearson Higher Ed.

Bergmann, J. Sams, A. (2012). Flip your Classroom. Reach every Student in every Class every Day. International Society for Technology in Education. Washington, DC.

Diaz Barriga, F (2005). "Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: un marco de referencia sociocultural y situado". Tecnología y Comunicación Educativas. N° 41.

Ouda, H. Khadri, A., (2016). "Flipped Learning As A New Educational Paradigm: An Analytical Critical Study". European Scientific Journal. vol.12, N°10.

Paruelo, J. (2022). De la urgencia pandémica a nuevas alternativas de enseñanza. *Revista Electrónica De Didáctica En Educación Superior*, (20). Recuperado a partir de <https://ojs.cbc.uba.ar/index.php/redes/article/view/135>.

Lineamientos para el seguimiento de resultados de aprendizaje

Framework for Tracking Learning Outcomes

Presentación: 27/06/2025

Georgina Beatriz Rodríguez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo de Ingeniería & Educación, Argentina.
grodriguez@frsn.utn.edu.ar

Lorena Fernanda Laugero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo de Ingeniería & Educación, Argentina.
llaugero@frsn.utn.edu.ar

Ana Eugenia Mutti

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo de Ingeniería & Educación, Argentina.
amutti@frsn.utn.edu.ar

Jorge Fernando Rolandelli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo de Ingeniería & Educación, Argentina.
jrolandelli@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Desde el Grupo Ingeniería & Educación se trabaja, a partir de abril del 2025, en un nuevo proyecto de investigación donde se presenta una propuesta metodológica para el diseño e implementación de herramientas tipo tablero orientadas al análisis y seguimiento del cumplimiento de los resultados de aprendizaje en programas de formación en Ingeniería. La propuesta se basa en la determinación e integración de indicadores de desempeño, alineados con los resultados de aprendizaje esperados, y su visualización mediante tableros interactivos. En este trabajo se presenta el inicio de una propuesta que se implementará en algunas asignaturas de la carrera Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, en el marco del proyecto de investigación Herramientas para el seguimiento de resultados de aprendizaje.

Palabras clave: competencias, resultados de aprendizaje, seguimiento, herramientas visuales

Abstract

Since April 2025, the Engineering & Education research group has been working on a new project that presents a methodological proposal for the design and implementation of dashboard-type tools aimed at analyzing and monitoring the achievement of learning outcomes in engineering education programs. The proposal is based on the identification and integration of key performance indicators (KPI's) aligned with the expected learning outcomes, and their visualization through interactive dashboards. This paper introduces the initial stage of a proposal to be implemented in selected courses of the Industrial Engineering program at the San Nicolás Regional Faculty, within the framework of the research project "Tools for Tracking Learning Outcomes"

Keywords: competencias, learning outcomes, tracking, visual tools

Introducción

En el ámbito de la formación en Ingeniería, el enfoque por competencias ha cobrado relevancia como una estrategia pedagógica centrada en el desarrollo integral de conocimientos, habilidades y actitudes en los estudiantes. A partir de los lineamientos establecidos en el Libro Rojo (CONFEDI 2018) en la Universidad Tecnológica Nacional se diseñaron y aprobaron nuevos planes de estudio para todas las carreras Ingeniería que se dictan en la institución. Estos planes se están implementando desde el año 2023 en las distintas facultades, adoptando diversas modalidades según las decisiones de cada unidad académica.

Partiendo de la matriz de tributación de la carrera indicada en la ordenanza correspondiente a cada especialidad, donde se determinan las competencias genéricas y específicas que deben desarrollarse en cada asignatura del plan de estudios, se determinan las capacidades asociadas a cada competencia, y se relaciona cada asignatura con los alcances del título. A partir de este trabajo, se formulan los resultados de aprendizaje esperados en los estudiantes, y se realiza la integración de éstos con la mediación pedagógica y la evaluación. Para ello, se definen los criterios de evaluación asociados a cada resultado de aprendizaje planteado. Estos criterios son, por un lado, los que se deben tomar en cuenta a la hora de realizar las instancias evaluativas, y por otro, los que permiten medir el nivel de adquisición de dichos resultados de aprendizaje (Kowalski et al, 2019).

Un instrumento valioso para la evaluación en el contexto de la formación por competencias son las rúbricas, ya que proporcionan información clara de los criterios a evaluar, mostrando las expectativas a alcanzar con diferentes grados de consecución. Esto le brinda al estudiante una visión clara de los objetivos a alcanzar, identificar su nivel de logro y orientar sus mejoras. Al mismo tiempo, facilitan al docente el análisis de los aprendizajes alcanzados y la detección de dificultades recurrentes. Más allá de su función evaluativa, las rúbricas también favorecen el desarrollo de la autorregulación en los estudiantes, al transparentar las expectativas y brindar referencias concretas para la mejora continua (Andrade, 2005).

En este sentido, el análisis de datos se convierte en una herramienta útil para potenciar el uso de rúbricas en la evaluación, especialmente en contextos educativos donde se busca tomar decisiones informadas sobre el aprendizaje. Su incorporación puede contribuir al proceso de diseño y validación de rúbricas. Por ejemplo, se pueden analizar datos históricos de evaluaciones para identificar patrones de desempeño y ajustar los criterios de la rúbrica en consecuencia.

El proyecto de investigación denominado Herramientas para el seguimiento de resultados de aprendizaje, desarrollado en la Facultad Regional San Nicolás, se basa en la determinación e integración de indicadores de desempeño, alineados con los resultados de aprendizaje esperados, y su visualización mediante tableros interactivos que permita a los docentes tomar decisiones durante el dictado de sus asignaturas, y a través de los años. Estos tableros favorecerían la identificación de brechas en el logro de competencias, el monitoreo del progreso estudiantil y la mejora continua de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este trabajo se presenta el inicio de la propuesta que se implementará en Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la carrera Ingeniería Industrial en la Facultad Regional San Nicolás.

Desarrollo

Este trabajo presenta el inicio de la propuesta a implementar en la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la carrera Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás.

La primera actividad consistió en analizar el aporte de la materia a las competencias, tanto genéricas como específicas, de acuerdo con la matriz de tributación definida en el diseño curricular de la carrera (CS UTN, Ord. 1908, 2022). Posteriormente, se revisaron los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación establecidos, para luego diseñar las primeras instancias evaluativas y, finalmente, desarrollar el método de corrección correspondiente.

Competencias involucradas

Dentro de las competencias genéricas (CG) definidas para la carrera de Ingeniería Industrial, la asignatura contribuye de manera directa a las siguientes:

- **CG1.** Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, considerando como capacidades asociadas:
 - Aplicar conceptos fundamentales para modelar problemas relacionados con la ingeniería, identificando las variables intervinientes en función de la situación planteada
 - Utilizar las herramientas que brinda la asignatura para resolver problemas de aplicación, utilizando las restricciones adecuadas según la situación que se presenta
- **CG4.** Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería, considerando como capacidades asociadas:
 - Seleccionar las técnicas y herramientas adecuadas para resolver un problema, considerando los alcances y limitaciones de las mismas.
 - Analizar la validez de los resultados obtenidos al aplicar las diferentes técnicas y herramientas estudiadas considerando el problema propuesto.
- **CG7.** Comunicarse con efectividad, considerando las siguientes capacidades asociadas:
 - Utilizar los distintos registros de representación para comunicar alternativas de solución a un problema, de manera concisa, clara y precisa
 - Comunicar las ideas, para socializar el trabajo utilizando un lenguaje apropiado y teniendo en cuenta la intención comunicativa
 - Manejar herramientas informáticas para la elaboración de informes y presentaciones tanto en forma oral como escrita, considerando el contexto de la situación
- **CG8.** Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando la capacidad asociada
 - Actuar con honestidad, responsabilidad e integridad personal, considerando el entorno de trabajo.
- **CG9.** Aprender en forma continua y autónoma, considerando la capacidad asociada:
 - Reconocer recursos necesarios para desarrollar una estrategia personal de autogestión de su aprendizaje considerando el futuro desempeño profesional

De acuerdo con la matriz de tributación establecida en el diseño curricular, las competencias específicas (CE) asociadas a la asignatura son las siguientes:

- **CE1.1.** Diseñar, proyectar, especificar, modelar y planificar las instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)
- **CE 2.1.** Dirigir, gestionar, optimizar, controlar y mantener las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).
- **CE 3.1.** Gestionar y certificar el funcionamiento, condiciones de uso, calidad y mejora continua de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios)

En este caso, el aporte de la asignatura es limitado, ya que los métodos numéricos se presentan como herramientas de apoyo que pueden proporcionar soluciones aproximadas a una amplia variedad de problemas que impliquen la resolución de situaciones matemáticas complejas. Si bien no constituyen la base principal de estas competencias, contribuyen a fortalecer la capacidad de análisis y la aplicación práctica de modelos matemáticos en contextos diversos.

Resultados de Aprendizaje y criterios de evaluación

A partir del aporte de la asignatura a las competencias específicas y genéricas, según la matriz de tributación establecida en el diseño curricular de la carrera (CS UTN, Ord. 1908, 2022), se definieron los Resultados de Aprendizaje (RA). A partir de éstos, se derivaron los Criterios de Evaluación (CEv). Los primeros cinco RA corresponden al módulo de Análisis Numérico, en el que se abordan métodos numéricos para aproximar soluciones de diversos problemas matemáticos. En cambio, el último RA se vincula con el módulo de Cálculo Avanzado, que contempla sólo el tema Desarrollo en Series de Fourier, aplicado a la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias. A continuación, se detallan los RA y los CEv establecidos:

- **RA1:** Plantea el modelo matemático de situaciones problemáticas para obtener su solución, evaluando la necesidad de la aplicación de algún método numérico.
 - **CEv1.1:** interpreta el enunciado del problema para poder escribir el modelo matemático.
 - **CEv1.2:** plantea el modelo matemático que describe al problema para plantear un método de resolución.
 - **CEv1.3:** identifica el tipo de problema a resolver para elegir el método de solución apropiado.
 - **CEv1.4:** analiza la necesidad de aplicar métodos numéricos para obtener una solución.
- **RA2:** Selecciona el método numérico más apropiado para obtener la aproximación de la solución de un problema, teniendo en cuenta las condiciones de los métodos y las características del problema.
 - **CEv2.1:** analiza qué métodos numéricos son factibles de aplicar, en función de las características del modelo, para obtener una aproximación de la solución
 - **CEv2.2:** analiza las ventajas y desventajas de los métodos numéricos seleccionados en función de las particularidades que presenta el problema, para aplicar el método que minimice la cantidad de operaciones.
- **RA3:** Aplica métodos numéricos para resolver problemas concretos, utilizando herramientas de software.
 - **CEv3.1:** selecciona apropiadamente el método numérico según el problema a resolver, para obtener una aproximación de la solución.
 - **CEv3.2:** aplica software apropiado, aplicando los métodos posibles, para obtener una aproximación de la solución del problema según las pautas establecidas (tolerancia, cantidad de iteraciones, etc.)
- **RA4:** Analiza la validez de los resultados obtenidos con los métodos numéricos aplicados, teniendo en cuenta las características del problema.
 - **CEv4.1:** compara las aproximaciones obtenidas mediante distintos métodos, teniendo en cuenta la complejidad y la precisión de los métodos, para elegir la más adecuada
 - **CEv4.2:** analiza la aproximación obtenida para verificar que es solución del problema, teniendo en cuenta las condiciones del mismo.
- **RA5:** Elabora una respuesta al problema planteado, para poder comunicarlos en un lenguaje apropiado, considerando el contexto de la situación e intención comunicativa.
 - **CEv5.1:** escribe la solución obtenida, considerando las unidades y un vocabulario apropiado al contexto, para dar respuesta al problema planteado.
 - **CEv5.2:** explica con claridad los pasos realizados en la obtención de la solución, para comunicarlo.
 - **CEv5.3:** aplica reglas gramaticales, ortográficas y normas de coherencia y cohesión para obtener un texto correctamente escrito.
- **RA6:** Aplica desarrollos en serie de Fourier para resolver problemas que involucran ecuaciones diferenciales ordinarias, considerando las particularidades del problema.
 - **CEv6.1:** obtiene el desarrollo en serie de Fourier para una función determinada, considerando las características de la misma.
 - **CEv6.2:** obtiene la solución particular de una ecuación diferencial aplicando series de Fourier, para resolver el modelo matemático asociado a un problema.

Definición de evaluaciones y método de calificación

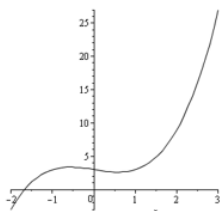
La primera evaluación de la asignatura abarca las unidades sobre métodos numéricos para la resolución de ecuaciones no lineales y sistemas de ecuaciones lineales. A continuación, se muestra cómo se estructuró en función de RA y los CEv definidos.

Originalmente, esta evaluación incluía algunos puntos a resolver mediante software, dado que esta modalidad se había trabajado previamente en clase. Sin embargo, en el ciclo lectivo 2025 no fue posible implementarla de esa forma debido a la cantidad de estudiantes (52) y el espacio disponible (laboratorio con 20 computadoras). Por tal motivo, se decidió posponer la evaluación de la aplicación de software para más adelante, en el trabajo práctico.

En la Figura 1, se presentan las actividades relacionadas con el tema “Métodos numéricos para ecuaciones no lineales”.

1. Se desea obtener una aproximación de la raíz real negativa de la función $f(x) = x^3 - x + 3$

- Calcular dos iteraciones del método de la secante tomando como valores iniciales $x_0 = -1$ y $x_1 = -1,5$.
- Indicar si es posible utilizar los valores iniciales utilizados en a) para aplicar el método de Regula - Falsi. En caso contrario, indique dos valores posibles para x_0 y x_1 .
- Indique un valor x_0 para iniciar el método de Newton de manera que garantice la convergencia a la raíz negativa. Justifique apropiadamente.



4. Responda las siguientes preguntas sobre métodos para aproximar la solución de una ecuación no lineal, justificando:

- ¿Cuál es la interpretación geométrica del método de Newton?
- ¿Qué puede decir de la rapidez de convergencia el método de Newton cuando se quiere aproximar una raíz doble de una función?
- Si quiere asegurar la convergencia al aproximar la raíz de una función, ¿cuál método elegiría, el método de la secante o el método de Regula Falsi? ¿Por qué?

Figura 1. Actividades correspondientes a métodos para ecuaciones no lineales

En ambas actividades se consideraron de forma específica los RA 3 y 5. El RA 3 se abordó de manera manual, ya que no se trabajó con software. Los estudiantes debieron demostrar que comprendían la mecánica de los métodos solicitados mediante la realización de algunas iteraciones y, además, fundamentar en forma escrita si se cumplían o no determinadas propiedades de los métodos, así como la interpretación geométrica de uno de ellos en particular.

Las actividades relacionadas con los métodos estudiados para resolver sistemas de ecuaciones lineales se presentan en la Figura 2.

2. Dado el sistema de ecuaciones $\begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 8 \\ 7 \end{pmatrix}$

- Se conocen los autovalores de la matriz de coeficientes: $\lambda_1 = 1, \lambda_2 = 2, \lambda_3 = 4$. Indique, de los métodos estudiados, cuáles cumplen las condiciones para ser aplicados. Justifique en cada caso.
- ¿Cuál es el método más eficiente para obtener la solución del sistema? Justificar la respuesta.
- Obtener la solución del sistema utilizando el método indicado en b).

3. Dado el sistema de ecuaciones $\begin{pmatrix} 5 & -1 & 2 \\ -1 & 6 & -2 \\ 2 & -2 & 8 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 8 \end{pmatrix}$

- Se sabe que $\rho(T_1) \approx 0.53$. Con la información que se tiene, ¿se pueden aplicar los dos métodos iterativos estudiados?
- ¿Cuál es el método iterativo más eficiente para aproximar la solución del sistema? Justificar la respuesta.
- Aplicar dos iteraciones del método indicado en b) para aproximar la solución del sistema de ecuaciones.

Figura 2. Actividades correspondientes a métodos para sistemas de ecuaciones lineales

Estas actividades evalúan las habilidades correspondientes a los RA 2, 3 (sin uso de software) y 5. En ellas, los estudiantes deben analizar el sistema para identificar los métodos que se pueden aplicar y seleccionar el más eficiente para su resolución, justificando por escrito su elección.

Para evaluar las resoluciones de los estudiantes, se utilizará una planilla de cálculo donde primero se define una lista en la que se determina el puntaje de cada ejercicio, tal como se muestra en la Tabla 1. Cabe señalar que se asegura una ponderación equitativa de los temas incluidos en la instancia evaluativa, de modo que tengan el mismo peso en la calificación final.

Tabla 1. Puntaje asignado a cada ejercicio

Parcial 1	
Ejercicio	Puntaje
1 - a	1
1 - b	0,75
1 - c	0,75
2 - a	1
2 - b	0,5
2 - c	1
3 - a	1
3 - b	0,5
3 - c	1
4 - a	1
4 - b	0,75
4 - c	0,75
Total	10

Posteriormente, se elaborará una tabla en la que se registra un ejercicio por fila, junto con el nombre del estudiante. Este formato tiene como objetivo acumular información tanto por ejercicio como por alumno, permitiendo procesarla luego de diversas maneras. La Figura 3 muestra un ejemplo de algunas filas de esta tabla. Como se observa, para calificar cada ejercicio se debe seleccionar un valor de una lista desplegable. La primera opción (NR: no resuelve) indica que el ejercicio no fue siquiera planteado; las demás opciones corresponden a la escala utilizada para evaluar el desempeño del estudiante según lo realizado.

Apellido y nombre	Ejercicio	Calificación	Puntaje
Alumno 1	1 - a	50%	0,5
Alumno 1	1 - b	75%	0,5625
Alumno 1	1 - c	25%	0,1875
Alumno 1	2 - a	NR	0
Alumno 1	2 - b		0
Alumno 1	2 - c		0
Alumno 1	3 - a	NR	0
Alumno 1	3 - b	0%	0
Alumno 1	3 - c	25%	0
Alumno 1	3 - c	50%	0
Alumno 1	4 - a	75%	0
Alumno 1	4 - b	100%	0
Alumno 1	4 - c		0

Figura 3. Forma en que se realizará el registro de calificaciones por estudiante y por ejercicio

A partir del registro de la calificación de cada ejercicio en la tabla presentada en la Figura 3, utilizando los valores disponibles en la lista desplegable, se obtendrá automáticamente el puntaje correspondiente a cada ejercicio, de acuerdo con la valuación asignada a cada ítem, tal como se muestra en la Tabla 1.

Para obtener la nota final de cada estudiante se deberá realizar una tabla dinámica basada en los datos de la Tabla mostrada en la Figura 3, resultando un total con decimales, que luego se redondea para obtener la nota final de la evaluación. Como ejemplo, se muestra la tabla que se debería obtener en la Figura 4.

Suma de Puntaje	ej.												Total	Nota
Apellido y nomk	1 - a	1 - b	1 - c	2 - a	2 - b	2 - c	3 - a	3 - b	3 - c	4 - a	4 - b	4 - c		
Alumno 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	Ausente
Alumno 2	0,75	0,75	0,56	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0	0,75	0,75	6,1	6
Alumno 3	0,25	0,75	0,56	0,75	0,5	1	1	0,5	0,25	1	0,75	0,75	8,1	8
Alumno 4	0,75	0,75	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	1	0	0,75	0,75	8,5	9
Alumno 5	0,25	0,75	0,75	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,75	0,75	8,3	8

Figura 4. Obtención de nota del parcial

Los estudiantes reciben habitualmente la calificación final en el campus virtual, de manera individual, en el transcurso de la semana posterior a la realización del examen y en la clase siguiente se les entrega provisoriamente el parcial, donde figuran los puntajes y las correcciones, para que puedan revisarlo mientras se hace una devolución conjunta de las soluciones correctas de cada ejercicio, y se indican y corrigen los errores más repetidos o destacados.

Próxima etapa

El trabajo continúa con la obtención de tablas de resúmenes y gráficos que brinden información sobre los logros alcanzados. Por ejemplo, si se considera una clasificación de los ejercicios según lo que se evalúa en cada uno, se puede agregar en la tabla mostrada en la Figura 3 una columna donde se especifica dicha clasificación, se podrían generar nuevas tablas dinámicas para analizar, por ejemplo, la performance general de los alumnos en cuanto a aplicación de un método, o a consideración de condiciones requeridas por los métodos, o eficiencia de los mismos. Así como también generar diferentes gráficos donde el alumno pueda ver su performance en los distintos aspectos evaluados, o respecto de la media.

Conclusiones

La implementación de un enfoque por competencias en la formación de ingenieros implica una transformación de las prácticas pedagógicas, centrando el proceso educativo en el desarrollo efectivo de capacidades que articulen conocimientos, habilidades y actitudes. En este contexto, la experiencia realizada en la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado constituye un primer paso en la construcción de estrategias evaluativas alineadas con este paradigma, a través de la formulación explícita de resultados de aprendizaje, criterios de evaluación asociados y el diseño de instancias que permitan evidenciar el nivel de logro alcanzado por los estudiantes.

La metodología utilizada facilitó la objetividad y transparencia en la calificación, además de brindar información valiosa para retroalimentar el proceso de aprendizaje. Esta manera de registrar y sistematizar los datos obtenidos permite mecanizar un análisis que constituirá la base para el desarrollo de herramientas que colaboren en la toma de decisiones docentes basadas en evidencia, proceso que se encuentra en etapa de avance.

Si bien el trabajo aquí presentado se encuentra en una etapa inicial, los autores creen estar transitando un camino promisorio hacia una mejora continua en el seguimiento de resultados de aprendizaje, y consecuentemente el logro de competencias en la asignatura. Esta línea de trabajo se consolida como una contribución significativa al fortalecimiento de una cultura institucional orientada a la calidad en la educación en ingeniería.

Referencias

Andrade, H. G. (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad, and the ugly. *College Teaching*, 53(1), 27-30. <https://doi.org/10.3200/CTCH.53.1.27-30>

CONFEDI (2018) Libro Rojo. Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina.

Disponible en https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf

Kowalski, V. A., Morano, D. E., Erck, I. M. & Enríquez, H. D. (2019) Apuntes del curso de Formación Docente para orientar su práctica hacia la Formación por Competencias

Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional (2022) Ordenanza 1908: Diseño Curricular de la Carrera Ingeniería Industrial - plan 2023

Disponible en https://buscadorcsu.rec.utn.edu.ar/home?documentId=CSU**ORD**0**1908

El valor formativo de las prácticas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Electromecánica: análisis desde una perspectiva institucional y estudiantil

The educational value of laboratory practices in the Electromechanical Engineering program: an analysis from an institutional and student perspective

Presentación: 04/09/2025

Rossana Irma Crudeli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.
rossanacrudeli@hotmail.com

Sandra M. Mendoza

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.

Soledad Ardiles

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.

Gabriel Colman

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.

María Belén Sanchez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.

Juan Pablo Suligoy

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Calle 44 Nro. 1000, (3560), Reconquista, Argentina.

Resumen

Este artículo analiza el rol de las prácticas de laboratorio en la formación de competencias profesionales en la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional Reconquista. A partir de un enfoque cualitativo-descriptivo y mediante el análisis de encuestas aplicadas a estudiantes y docentes, se examinan percepciones, dificultades y propuestas de mejora en relación con las actividades prácticas. Los resultados destacan el valor formativo de los laboratorios, pero también ponen en evidencia limitaciones metodológicas, estructurales y organizativas que reducen su potencial pedagógico. Se proponen líneas de acción orientadas a fortalecer la articulación teoría-práctica y mejorar la calidad de la enseñanza experimental en ingeniería.

Palabras clave: enseñanza de la ingeniería, prácticas de laboratorio, competencias profesionales, percepción estudiantil, formación técnica.

Abstract

This article analyzes the role of laboratory practices in the development of professional competencies within the Electromechanical Engineering program at the National Technological University (UTN) – Reconquista Regional Faculty. Based on a qualitative-descriptive approach and through the analysis of surveys administered to students and faculty, the study examines perceptions, challenges, and proposals for improvement related to practical activities. The results highlight the educational value of laboratory work, while also revealing methodological, structural, and organizational limitations that reduce its pedagogical potential. The article proposes courses of action aimed at strengthening the theory-practice integration and improving the quality of experimental teaching in engineering.

Keywords: engineering education, laboratory practices, professional competencies, student perception, technical training.

1. Introducción

En el campo de la enseñanza de la ingeniería, las prácticas de laboratorio constituyen una instancia pedagógica estratégica para la formación integral de los estudiantes. Estas actividades permiten poner en acción los conocimientos teóricos adquiridos, desarrollar competencias técnicas específicas y fomentar habilidades transversales como el trabajo en equipo, el análisis crítico y la resolución de problemas. Diversos estudios coinciden en señalar que el aprendizaje activo, situado en contextos reales o simulados, es uno de los factores más influyentes en la construcción significativa del conocimiento en disciplinas científico-tecnológicas (Prince, 2004; Kolb, 1984; Felder, 2016; Borrego, 2013).

Particularmente en la carrera de Ingeniería Electromecánica, la formación profesional exige la apropiación de competencias asociadas al diseño, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas eléctricos y mecánicos, automatización de procesos, uso de instrumentos de medición, y aplicación de criterios de seguridad e innovación tecnológica. El laboratorio se convierte entonces en un entorno privilegiado para materializar estos saberes en prácticas tangibles, que permiten al estudiante integrar teoría y experiencia.

Sin embargo, para que estas actividades cumplan con su propósito formativo, es necesario que estén debidamente planificadas, contextualizadas dentro del currículo, articuladas con los contenidos teóricos y orientadas al desarrollo progresivo de las competencias del perfil profesional (CONEAU, 2018). En muchos casos, la falta de evaluación sistemática de estas instancias prácticas genera experiencias desconectadas de los objetivos formativos, poco desafiantes o excesivamente guiadas, lo cual limita su potencial pedagógico.

Este artículo presenta los resultados de una investigación desarrollada durante los ciclos lectivos 2022 y 2023 en la Facultad Regional Reconquista de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). El objetivo fue analizar, desde la perspectiva de los estudiantes y en diálogo con los docentes, el impacto de las prácticas de laboratorio en el desarrollo de competencias profesionales. La información obtenida busca aportar reflexiones para fundamentar procesos de mejora pedagógica e institucional, que fortalezcan el carácter formativo de estas instancias en carreras de ingeniería.

2. Desarrollo

2.1. Metodología

En el marco de esta investigación se adoptó un enfoque cualitativo-descriptivo con técnicas de triangulación de fuentes. Para tal fin se realizaron encuestas anónimas en el contexto de la Facultad Regional Reconquista, UTN, a través de formularios online de Google. La muestra se conformó por 37 docentes de materias básicas y

específicas y 40 estudiantes de tercer a quinto nivel de la carrera. Para la validación de estas, de manera previa se aplicó el cuestionario a tres estudiantes y docentes, lo que permitió introducir mejoras respecto a la extensión del instrumento y la redacción de las consignas.

En referencia al diseño de las encuestas, cabe mencionar que se realizó un trabajo en equipo, con representación de directores de departamentos de la carrera, responsable de la coordinación de laboratorios, laboratoristas y equipo de investigación. En este punto se decidió circunscribir la consulta a estudiantes avanzados ya que se consideró importante que los mismos puedan tener una trayectoria consolidada en la institución, experiencias en diversos laboratorios a través de más de dos años al menos y que hayan realizado prácticas de laboratorio tanto en espacios curriculares correspondientes a materias básicas como específicas.

Mientras la encuesta para estudiantes contó con 19 preguntas, la de docentes incluyó 18. Algunas de las mismas fueron de tipo cerrado (sí/no u opción múltiple) mientras que otras ofrecieron la posibilidad de hacer una observación o comentario personal. De ellas, sólo las cerradas se consideraron para el presente trabajo, reservando las restantes para una lectura institucional ya que fueron muy pocas personas las que optaron por responderlas.

Respecto a la cantidad de encuestas realizadas, es relevante mencionar los aportes de Fernando González Rey (2006) quien discute los vínculos entre ello y la legitimidad de la investigación. El autor plantea que en el marco de una epistemología cualitativa no existe un número ideal de personas a considerar ya que el criterio deja de ser estadístico y pasa a basarse en las demandas intrínsecas del proceso en curso (p. 144), ya que no hay intención de alcanzar ningún tipo de normalización ni estandarización.

La información se organizó en categorías de análisis como: competencias desarrolladas, pertinencia de las prácticas, articulación con teoría, nivel de autonomía del estudiante y sugerencias de mejora.

Además, se relevaron análisis documental de planificaciones, estándares de acreditación y registros de laboratorio. Sin embargo, aún no se ha avanzado en el análisis de estas fuentes de información.

2.2. Resultados

2.2.1. Percepción estudiantil

De acuerdo con lo analizado, no hay diferencias significativas entre años de cursada (3° y 5° año). El 95% de los estudiantes considera que las prácticas de laboratorio son relevantes para su formación. Entre las actividades más comunes destacan: seguir una guía escrita (92,5%), realizar mediciones (92,5%), y elaborar informes (87,5%). También son frecuentes la observación de procedimientos (82,5%) y la ejecución de cálculos (82,5%).

En cuanto a las competencias adquiridas, los estudiantes identifican:

- Uso de instrumentos y equipos (85%)
- Elaboración de conclusiones a partir de resultados (65%)
- Análisis de datos experimentales (52,5%)
- Trabajo en equipo (50%)

Respecto a la articulación teoría-práctica, un 70% percibe que los contenidos teóricos son útiles para comprender lo que se hace en el laboratorio. No obstante, un 30% manifiesta dificultades en establecer una conexión fluida entre ambos planos.

Las principales sugerencias para mejorar incluyen:

- Aumentar el tiempo destinado a laboratorio (75%)
- Incorporar proyectos integradores (45%)

- Mejorar la coordinación teoría-práctica (50%)
- Renovar el equipamiento y ampliar espacios (42,5%)

Comentarios abiertos revelan una crítica recurrente: muchas experiencias están “prediseñadas” y no permiten aplicar de forma creativa los conocimientos adquiridos, lo que reduce la motivación y el aprendizaje activo.

2.2.2. La mirada docente

Los docentes consultados coinciden en valorar el rol del laboratorio para facilitar la comprensión, promover habilidades técnicas y motivar a los estudiantes. El 75% destaca su aporte para comprender situaciones reales, el 65% menciona la mejora en la destreza técnica, y el 60% señala el desarrollo de competencias profesionales.

No obstante, desde su perspectiva, existen obstáculos recurrentes: el 70% menciona limitaciones de tiempo, el 45% señala la falta de equipamiento adecuado, y un 25% detecta una escasa integración curricular entre prácticas y teoría.

2.3. Discusión

La percepción estudiantil reafirma que las prácticas de laboratorio tienen un valor formativo central, pero también evidencia que su potencial se ve limitado cuando las actividades carecen de desafío, autonomía o vinculación real con el ejercicio profesional. Esto sugiere la necesidad de revisar la lógica de diseño de estas experiencias, incorporando enfoques más activos, proyectos interdisciplinarios y situaciones de resolución de problemas.

Por otra parte, las dificultades señaladas por los docentes coinciden con las observaciones estudiantiles: tiempo reducido, equipamiento insuficiente y falta de planificación conjunta. Estos factores impactan directamente en la calidad de la enseñanza experimental, y deben ser atendidos desde una perspectiva institucional.

El laboratorio debe dejar de ser un “complemento” para convertirse en un espacio de innovación pedagógica y formación profesional integral. Esto requiere, entre otras medidas, repensar las prácticas bajo criterios de pertinencia, complejidad progresiva, autonomía creciente y retroalimentación efectiva.

3. Conclusiones

Las prácticas de laboratorio son fundamentales en la carrera de Ingeniería Electromecánica. Tanto estudiantes como docentes las valoran en tanto oportunidades concretas de aprendizaje técnico, aunque especialmente los estudiantes sugieren que tengan mayor protagonismo, mejores condiciones materiales y una articulación más sólida con los contenidos teóricos. Esto sin dudas aportaría a la construcción de competencias como las mencionadas en la introducción (diseño, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas eléctricos y mecánicos, automatización de procesos, uso de instrumentos de medición, y aplicación de criterios de seguridad e innovación tecnológica), para la resolución de futuros problemas profesionales (Kowalski et al., 2016). Problemas complejos que exigen superar la dicotomía entre teoría y práctica, articulando diferentes tipos de saberes: procedimentales, conceptuales y actitudinales. Sin embargo, lo anterior continúa representando un desafío para las prácticas docentes.

Desde esta investigación, se proponen las siguientes acciones:

- Incorporar prácticas centradas en proyectos y resolución de problemas.
- Mejorar la planificación conjunta y articulada entre docentes y responsables de laboratorio.
- Actualizar el equipamiento con criterios pedagógicos y no sólo técnicos.

- Establecer estándares mínimos de calidad para las prácticas.

En conclusión, este estudio ofrece reflexiones que pueden ser útiles para orientar mejoras institucionales y políticas de enseñanza contextualizadas en nuestra institución. Ya que como Kowalski y otros (2016) señalan respecto a la formación por competencias, la resignificación de las prácticas de laboratorio en el marco de la formación por competencias de ingeniería representa un camino más que un destino.

4. Referencias

Borrego, M., Cutler, S., Prince, M., Henderson, C., & Froyd, J. E. (2013). Fidelity of implementation of research-based instructional strategies (RBIS) in engineering science courses. *Journal of Engineering Education*, 102(3), 394–425. <https://doi.org/10.1002/jee.20020>

Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). (2018). *Estándares de acreditación de carreras de ingeniería*. <https://www.coneau.gob.ar/>

Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. Jossey-Bass.

González Rey, F. (2006). Investigación cualitativa y subjetividad. Guatemala. Oficina de derechos humanos del arzobispado de Guatemala.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Kowalski, V. A., Posluszny, J. A., López, J. L., Erck, I. M., & Enriquez, H. D. (2016). *Formación por competencias en ingeniería: ¿Camino o destino?*.

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>

La química en problemas

Chemistry in trouble

Presentación: 04/09/2025

Rossana Irma Crudeli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Reconquista, Santa Fe, Argentina.
rossanacrudeli@gmail.com

María de los Ángeles Sartori

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Reconquista, Santa Fe, Argentina.

Resumen

La experiencia pedagógica descrita se desarrolló en el contexto de la asignatura Química General, perteneciente al primer semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica, y estuvo dirigida a estudiantes que, habiendo aprobado el cursado, no se habían presentado a rendir el examen final.

La metodología empleada fue el **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)** y tuvo como el objetivo abordar los contenidos de la asignatura desde una perspectiva práctica y contextualizada. Para ello, se seleccionó como problema eje la temática "**La caldera, el corazón de una industria**", estableciendo una conexión directa entre los contenidos de Química General y el perfil profesional del ingeniero electromecánico.

La propuesta metodológica incluyó un **trabajo de campo** mediante una visita técnica a la caldera instalada en la Facultad, y, posteriormente, en el aula, se llevó a cabo una instancia de integración donde se analizaron colectivamente las observaciones realizadas y, a partir de allí se introdujeron los contenidos específicos de la asignatura.

En cuanto a los **resultados y conclusiones**, todos los estudiantes aprobaron la asignatura, lo cual podría estar relacionado con una mayor motivación al conectar los contenidos con su futura profesión. Dada la efectividad de esta experiencia, se extendió esta metodología al resto de los contenidos de la materia.

Palabras clave: Aprendizaje basado en problemas, química general,

Abstract

The teaching experience described above was developed in the context of the General Chemistry course, part of the first semester of the Electromechanical Engineering program, and was aimed at students who, having passed the course, had not yet taken the final exam.

The methodology used was Problem-Based Learning (PBL), and its objective was to address the course content from a practical and contextualized perspective. To this end, the topic "The boiler, the heart of an industry" was selected as the core problem, establishing a direct connection between the General Chemistry content and the professional profile of the electromechanical engineer.

The methodological proposal included fieldwork through a technical visit to the boiler installed at the Faculty. Subsequently, an integration session was held in the classroom, where the observations were collectively analyzed and, from there, the specific content of the course was introduced. Regarding the results and conclusions, all students passed the course, which could be related to greater motivation in connecting the content with their future careers. Given the effectiveness of this experience, this methodology was extended to the rest of the course content.

Keywords: Problem-based learning, general chemistry

Introducción

La Química General constituye un componente esencial en los planes de estudio de las carreras de ingeniería, al proporcionar los fundamentos necesarios para la comprensión de fenómenos fisicoquímicos involucrados en procesos industriales, ambientales y tecnológicos. Su enseñanza, por tanto, no solo responde a una necesidad curricular, sino que también incide directamente en la formación de competencias científicas que resultan cruciales para el desempeño profesional del ingeniero.

En el escenario actual de la educación superior, se observa una transformación significativa tanto en los perfiles de los estudiantes como en las metodologías empleadas en el aula. Las nuevas generaciones universitarias, caracterizadas por su dominio de las tecnologías digitales y sus hábitos de aprendizaje más autónomos e interactivos, exigen enfoques pedagógicos que integren recursos tecnológicos y fomenten la participación activa (Prensky, 2001; Salinas, 2004). En respuesta a ello, se han comenzado a incorporar plataformas virtuales, simulaciones, laboratorios remotos y herramientas de visualización digital, reconfigurando así el entorno tradicional de enseñanza-aprendizaje.

Dentro de este nuevo paradigma educativo, adquiere especial relevancia la enseñanza basada en problemas, una metodología centrada en el estudiante que promueve la adquisición de conocimientos a través del análisis, resolución y discusión de situaciones problemáticas contextualizadas (Barrows & Tamblyn, 1980). Aplicada a la Química General, esta estrategia permite vincular los contenidos teóricos con escenarios reales del ejercicio profesional, fortaleciendo el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la transferencia del conocimiento a la práctica (Alonso Tapia, 2005).

Desarrollo

La presente experiencia pedagógica se llevó a cabo en el contexto de la asignatura **Química General**, correspondiente al primer semestre del primer año de la carrera de **Ingeniería Electromecánica**, en un dictado especial destinado a estudiantes que, habiendo aprobado el cursado, no habían aprobado los exámenes de la asignatura. El curso estuvo conformado por 9 estudiantes, en su mayoría de entre 21 y 22 años, cursando el tercer año de la carrera. Para el desarrollo de las actividades, se conformaron grupos de trabajo colaborativo de 3 integrantes.

La propuesta metodológica se basó en el **aprendizaje basado en problemas (ABP)**. Se seleccionó un problema eje y se organizaron algunos contenidos curriculares de la asignatura en función de su resolución. La condición fundamental fue que el problema planteado tuviera una vinculación directa con el perfil profesional del ingeniero electromecánico. El tema seleccionado como eje articulador fue: **“La caldera, el corazón de una industria”**

Etapas del desarrollo:

- **Trabajo de campo:** Se realizó una visita técnica a la caldera que posee la Facultad (imágenes 1 y 2), con el propósito de que los estudiantes pudieran observar in situ el funcionamiento del sistema, identificando la presencia e integración de variables y procesos vinculados a la electricidad, la mecánica, la electrónica y la química.



Imagen 1



Imagen 2

- **Instancia áulica de integración:** A partir de la visita, se llevó a cabo una instancia de análisis colectivo donde se recuperaron las observaciones realizadas. Esto permitió introducir y desarrollar los contenidos específicos de química en un contexto situado y significativo.
- **Contenidos abordados:**
 - **Combustibles fósiles:** compuestos orgánicos, hidrocarburos, petróleo, contenido de azufre.
 - **Combustión y generación de calor:** principios de termoquímica, entalpía de reacción.
 - **Cambios de estado:** calores latentes, relación entre la temperatura de ebullición y la presión.
 - **Tratamiento de agua para calderas:** disoluciones, solubilidad, dureza del agua.
 - **Contaminación atmosférica:** formación de lluvia ácida, emisiones de óxidos de azufre y nitrógeno.

- **Resolución de casos:** A cada grupo se le asignó una variante del problema inicial, diferenciada por el tipo y cantidad de combustible utilizado y los requerimientos de vapor. De este modo, cada equipo debió cuantificar y evaluar los requerimientos particulares.
- **Presentación de resultados:** La experiencia concluyó con la elaboración de un informe técnico y una exposición oral por parte de cada grupo, en la que se presentaron los resultados obtenidos y se discutieron las implicancias ambientales, económicas, energéticas y químicas de los procesos analizados.
Para la evaluación del trabajo escrito se utilizó una rúbrica, que se presentó a los estudiantes previamente.

Conclusiones

Las conclusiones pueden analizarse desde varios aspectos:

- 1- Todos los estudiantes lograron aprobar la asignatura, lo que podría indicar un interés mayor en la asignatura, al relacionarla directamente con las incumbencias propias de ingeniero electromecánico
- 2- En encuestas realizadas a los estudiantes, manifestaron que la metodología propuesta supuso una resignificación de la asignatura en el marco de la carrera.
- 3- Se trabajaron competencias genéricas, sociales, políticas y actitudinales de los ingenieros y específicas de los ingenieros electromecánicos.
- 4- Esta experiencia se hizo extensiva a los demás contenidos de la asignatura, planteando distintas situaciones problemáticas y con diferentes formas de presentación y evaluación. Actualmente se está replicando la experiencia en el cursado de la asignatura por parte de los ingresantes.

Referencias

- Alonso Tapia, J. (2005). Cómo mejorar la motivación del alumnado: Estrategias para profesores. Madrid: Santillana.
- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. New York: Springer.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, 9(5), 1-6.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), 1(1), 1-16.

Resolución de Problemas Integradores en Química General: Equipos Ágiles y Evaluación Taxonómica basada en Rúbricas

Solving Integrative Problems in General Chemistry: Agile Teams and Taxonomic Assessment Based on Rubrics

Presentación: 04/09/2025

Vanina Mazziere

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, UDB Química, Departamento de Materias Básicas, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica INCAPE (CONICET- UNL), Colectora Ruta Nacional 168 Km 0, Predio CONICET, Santa Fe, Argentina.

e-mail: vmazziere@frsf.utn.edu.ar

Mauren Fuentes Mora

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, UDB Química, Departamento de Materias Básicas, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR (CONICET-UTN), Avellaneda 3657, Santa Fe, Argentina.

e-mail: mfuentes@frsf.utn.edu.ar

María Amparo Sánchez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, UDB Química, Departamento de Materias Básicas, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica INCAPE (CONICET- UNL), Colectora Ruta Nacional 168 Km 0, Predio CONICET, Santa Fe, Argentina.

e-mail: masanchez@frsf.utn.edu.ar

Carlos Córdoba

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, UDB Química, Departamento de Materias Básicas, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química INTEC (CONICET- UNL), Güemes 3450, Santa Fe, Argentina.

e-mail: cacordoba@frsf.utn.edu.ar

Esteban Montalvo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, UDB Química, Departamento de Materias Básicas, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

e-mail: emontalvo@frsf.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de implementación de rúbricas basadas en la taxonomía SOLO (del inglés, Structure of Observed Learning Outcomes) para evaluar la resolución de problemas integradores en la asignatura Química General, correspondiente al primer año de las carreras de Ingeniería Civil, Eléctrica y Mecánica de la UTN-FRSantaFe. La propuesta se desarrolló en el marco de trabajo en equipos ágiles y de manera asincrónica, promoviendo la integración de contenidos, el aprendizaje colaborativo y la autoevaluación por parte de los estudiantes. Se diseñaron rúbricas que permitieron valorar el nivel de complejidad alcanzado en las respuestas a las consignas, clasificándolas en cinco niveles: preestructural, uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto ampliado. La evaluación se realizó tanto por parte de los docentes como por los propios

estudiantes, lo que permitió analizar coincidencias y divergencias en la percepción del aprendizaje. Los resultados muestran una predominancia de niveles medios y altos de comprensión, con baja incidencia de niveles iniciales, lo que evidencia una apropiación significativa de los contenidos. La aplicación de esta metodología permitió no solo evaluar conocimientos, sino también fomentar habilidades metacognitivas y competencias propias del trabajo en Ingeniería. Se concluye que el uso de rúbricas SOLO es una herramienta valiosa para la evaluación formativa en contextos de enseñanza centrada en el estudiante y orientada al desarrollo de aprendizajes profundos.

Palabras clave: taxonomía SOLO-equipo ágil-problema integrador

Abstract

This work presents an experience of implementing rubrics based on the SOLO taxonomy (Structure of Observed Learning Outcomes) to assess the resolution of integrative problems in the General Chemistry course, corresponding to the first year of the Civil, Electrical, and Mechanical Engineering programs at UTN-FRSantaFe. The proposal was developed within the framework of agile teamwork and asynchronously, promoting content integration, collaborative learning, and student self-assessment. Rubrics were designed to evaluate the level of complexity achieved in student responses, classifying them into five levels: pre-structural, uni-structural, multi-structural, relational, and extended abstract. The assessment was carried out both by the instructors and by the students themselves, which allowed analysis of agreements and divergences in the perception of learning. The results show a predominance of medium and high levels of understanding, with a low incidence of initial levels, evidencing a significant appropriation of the content. The application of this methodology allowed not only the evaluation of knowledge but also the promotion of metacognitive skills and competencies inherent to engineering work. It is concluded that the use of SOLO rubrics is a valuable tool for formative assessment in student-centered teaching contexts oriented towards the development of deep learning.

Keywords: SOLO taxonomy- agile team- integrative problema

Introducción

El aprendizaje de la Química en carreras de Ingeniería representa un desafío en términos de fomentar la comprensión profunda de los conceptos y su aplicación en contextos diversos. Con este propósito, se han explorado estrategias didácticas que promueven el desarrollo de habilidades cognitivas superiores. La taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) proporciona un marco útil para caracterizar niveles de comprensión y orientar la evaluación formativa (Biggs, 2005).

A través de actividades complementarias no presenciales, donde se integran conocimientos, realizadas en forma grupal y con un alto grado de autonomía, se pretende promover la autoevaluación, asociando a los estudiantes a la definición de criterios. La idea es evaluar capacidades y conocimientos que el estudiante pone en juego en una situación problemática concreta, demostrando que es capaz de resolverla. Es una oportunidad para que el estudiante haga visible su aprendizaje. Se pretende abordar la práctica en el aula desde una perspectiva epistemológica constructivista del conocimiento y con los aportes teórico-metodológicos de la pedagogía de la integración (Rico y Ponce, 2022)

Una de las principales diferencias entre el modelo educativo tradicional y el modelo educativo centrado en el alumno es el cambio de rol de estudiantes y profesores. En este contexto, los estudiantes se convierten en sujetos activos, mientras que los profesores se convierten en mediadores y facilitadores, con el rol de enseñar a aprender, propiciando la adquisición de competencias a través de actividades que, aunque dirigidas o supervisadas, son realizadas por los estudiantes tanto dentro como fuera del aula. Por lo que se busca diseñar

nuevas estrategias, centradas en los estudiantes, que contribuyan a los procesos de enseñanza y aprendizaje, y que mejoren los resultados académicos obtenidos.

En este sentido, los métodos ágiles de enseñanza y aprendizaje (del inglés, Agile Driven Education, ADE) promueven la comunicación, la autoorganización, y la innovación, convirtiendo a las personas en agentes del cambio y demostrando mejorar el desempeño de los equipos, convirtiéndose en el estándar seguido por diferentes organizaciones. Si bien, la mayoría de las prácticas ágiles surgen en entornos de desarrollo de software, sus principios y valores son aplicables a cualquier disciplina, por lo que la educación puede favorecerse de los valores que rigen a la agilidad, en particular, de priorizar a las personas por sobre el proceso (Adkins, 2010; Bollati et al., 2022).

Adoptar una metodología ágil en la enseñanza implica fomentar un ambiente donde los estudiantes trabajan en equipos organizados, apropiados de diversas habilidades para desarrollar las tareas, comunicarse efectivamente y responder a cambios de manera flexible. Los equipos ágiles se centran en lograr metas a corto plazo a través de ciclos iterativos y frecuentes evaluaciones de progreso, lo que permite ajustes continuos y una mejora constante. Este enfoque no sólo promueve la adquisición de conocimientos teóricos, sino que también desarrolla habilidades prácticas esenciales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la adaptación a nuevas circunstancias.

Por otro lado, las taxonomías permiten actualizar un sistema de objetivos que sirva de ordenador y guía para la planificación de la enseñanza-aprendizaje, y permiten promover el desarrollo de conocimientos específicos en los estudiantes.

El objetivo de este trabajo es describir una experiencia de innovación didáctica implementada en la asignatura Química General, realizada por equipos ágiles, mediante la resolución de problemas integradores y el uso de rúbricas basadas en SOLO para la evaluación del aprendizaje alcanzado.

Desarrollo

Metodología:

La actividad se desarrolló al final del primer cuatrimestre del año 2024 en la asignatura Química General que se imparte en las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil y Eléctrica de la UTN Facultad Regional Santa Fe. Se propuso la resolución de problemas integradores, en modalidad asincrónica y trabajo en equipos ágiles conformados al inicio del cuatrimestre.

Participaron en total aproximadamente 180 estudiantes de primer año, organizados en 42 equipos de entre 4 y 5 integrantes. La distribución de los grupos fue la siguiente: 24 equipos en Ingeniería Mecánica, 10 en Ingeniería Civil y 8 en Ingeniería Eléctrica. A cada equipo ágil se le asignó un problema integrador que aborda contenidos desarrollados durante el primer cuatrimestre (formulación y nomenclatura, estequiometría, estados de la materia, procesos endo/exotérmicos, concentración de soluciones, propiedades coligativas y termoquímica).

Para la evaluación de la actividad se diseñó una rúbrica basada en la taxonomía SOLO, distinguiendo cinco niveles de comprensión (de superficial a profundo). Esta taxonomía permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede evaluar, de modo sistemático, cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas, haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener resultados de aprendizaje):

- Aprendizajes superficiales: I) Preestructural: Las respuestas son simplemente erróneas o utilizan tautología, que no dan pruebas de un aprendizaje relevante. II) Uniestructural: Las respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea, pasan por alto algunos atributos importantes. Estas respuestas se quedan en la terminología, están bien orientadas, pero poco más. III) Multiestructural: En estas respuestas no se aborda la cuestión clave. Esta respuesta si se elabora de manera más completa constituiría lo que llaman “contar conocimientos”, apabullar con un montón de datos, pero sin estructurarlos como se debiera.

• Entendimiento profundo: IV) Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución, al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante. V) Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios. La estrategia de evaluación incluyó una autoevaluación grupal por parte de los estudiantes y una heteroevaluación realizada por los docentes, con el objetivo de identificar coincidencias y diferencias en la percepción del aprendizaje alcanzado.

Resultados

La rúbrica que se utilizó para evaluar los problemas integradores según las categorías SOLO, se presenta en Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica para evaluar las respuestas según las categorías SOLO

Categoría SOLO	Criterios
I- Ap. Superficial Preestructural (Respuestas erróneas)	P(1-5)-(a) Presenta dificultades en la formulación de compuestos No consigue balancear adecuadamente la reacción P(1-5)-(b) No emite criterio sobre el tipo de reacción de acuerdo a su endo/exotermicidad P(1-5)-(c) No consigue calcular el reactivo limitante y las relaciones de masa y/o moles P(1 y 5)-(d) No consigue calcular la concentración de la solución y la propiedad coligativa P(2 y 4)-(d) No consigue realizar el cálculo de gases usando la Ley de los gases ideales P(2 y 4)-(e) y P3 (d) No consigue formular e identificar correctamente los tipos de calor involucrados, y presenta errores en el diagrama T vs t
II- Ap. Superficial Uniestructural (Respuestas incompletas, bien orientada)	P(1-5)-(a) Supera lo anterior, realiza la formulación, pero tiene errores en el balance de la reacción P(1-5)-(b) Responden sobre el signo de la entalpía, pero no lo asocia al criterio de endo/exotermicidad P(1-5)-(c) Tuvo dificultades en calcular correctamente una de las dos consignas, por ejemplo: calcula mal el reactivo limitante y arrastra el error al cálculo de relaciones de masa/moles o viceversa P(1 y 5)-(d) No consigue calcular bien alguna de las dos consignas (la concentración de la solución o la propiedad coligativa) P(2 y 4)-(d) Calcula usando la Ley de los gases ideales, pero no obtiene el resultado correcto (ej. errores de unidades) P(2 y 4)-(e) y P3 (d) Consigue formular e identificar correctamente los tipos de calor involucrados, pero no representa correctamente todos los calores en el diagrama T vs t (falta algún proceso)
III- Ap. Superficial Multiestructural (No se aborda cuestión clave, cuenta conocimientos pero no los relaciona)	P(1-5)-(a) Formula y balancea, no tiene errores, pero no argumenta P(1-5)-(b) Responden sobre el signo de la entalpía, y lo asocia al criterio de endo/exotermicidad, no ofrece otro argumento P(1-5)-(c) Calcula correctamente las dos consignas (cálculo del reactivo limitante y relaciones de masa/moles), pero sin argumentar. P(1 y 5)-(d) Calcula correctamente las dos consignas (concentración de la solución y propiedad coligativa) pero sin argumentar P(2 y 4)-(d) Calcula correctamente usando la Ley de los gases ideales, pero no ofrece argumento P(2 y 4)-(e) y P3 (d)
	Consigue formular e identificar correctamente los tipos de calor involucrados, y representa correctamente todos los calores en el diagrama T vs t, pero no ofrece argumento

IV- Ap. Profundo Relacional (Abordan un punto, relacionan y dan sentido a los resultados)	P(1-5)-(a) Formula, balancea correctamente y añade un argumento (explica el procedimiento) de forma simple P(1-5)-(b) Responden sobre el signo de la entalpía, lo asocia al criterio de endo/exotermicidad, y ofrece argumento (ej. una reacción exotérmica libera calor al ambiente) P(1-5)-(c) Calcula correctamente las dos consignas (cálculo del reactivo limitante y relaciones de masa/moles), pero argumenta simplemente lo que hace. P(1 y 5)-(d) Calcula correctamente las dos consignas (concentración de la solución y propiedad coligativa) pero argumenta simplemente lo que hace P(2 y 4)-(d) Calcula correctamente usando la Ley de los gases ideales, y ofrece argumento simple P(2 y 4)-(e) y P3 (d) Consigue formular e identificar correctamente los tipos de calor involucrados, y representa correctamente todos los calores en el diagrama T vs t, ofrece argumento simple
V- Ap. Profundo Abstracto ampliado (Respuesta ampliada que trasciende y aplica a campos nuevos)	P(1-5)-(a) Suma un argumento ampliado sobre los tipos de nomenclatura, relación de coeficientes estequiométricos, estados de agregación, teoría del tema. P(1-5)-(b) Responden sobre el signo de la entalpía, lo asocia al criterio de endo/exotermicidad, y ofrece argumento ampliado a lo anterior. (Poner ejemplos de procesos con similares características) P(1-5)-(c) Calcula correctamente las dos consignas (cálculo del reactivo limitante y relaciones de masa/moles), pero el argumento es amplio. P(1 y 5)-(d) Calcula correctamente las dos consignas (concentración de la solución y propiedad coligativa) y ofrece argumento ampliado (ej. explica la propiedad coligativa) P(2 y 4)-(d) Calcula correctamente usando la Ley de los gases ideales, y ofrece un argumento ampliado, Ej. enuncia la ley o aspectos sobre la teoría o propiedades de los gases ideales P(2 y 4)-(e) y P3 (d) Consigue formular e identificar correctamente los tipos de calor involucrados, y representa correctamente todos los calores en el diagrama T vs t, ofrece argumento ampliado ej, explica lo que sucede en el cambio de fase, lo nombra, explica conceptos de calor específico

Las Figuras 1, 2 y 3 representan la distribución porcentual de niveles de repuesta según Taxonomía SOLO, diferenciada por tema, para Ingeniería Eléctrica, Civil y Mecánica, respectivamente. En cada figura se presentan dos instancias de evaluación: (a) autoevaluación de los equipos y (b) heteroevaluación realizada por los docentes. Los problemas identificados como P(1-5)-(a) corresponden a los temas formulación y nomenclatura, P(1-5)-(b) a criterios sobre procesos endo/exotérmicos, P(1-5)-(c) a balances estequiométricos (cálculo del reactivo limitante y relaciones de masa), P(1 y 5)-(d) a cálculo de concentraciones de soluciones y propiedades coligativas, P(2 y 4)-(d) a la Ley de los gases ideales, y P(2 y 4)-(e) y P3 (d) a conocimientos de termoquímica.

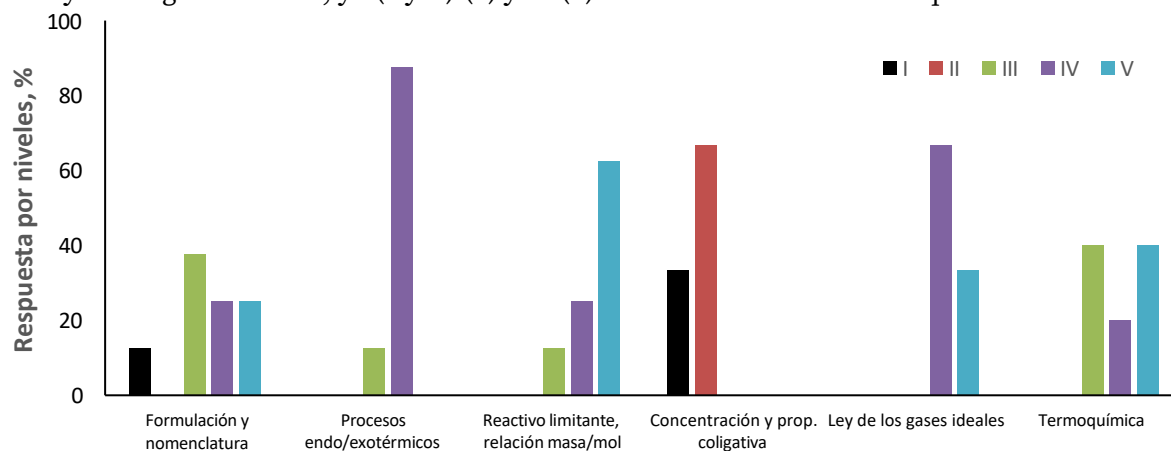


Figura 1a. Autoevaluación en Ingeniería Eléctrica. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

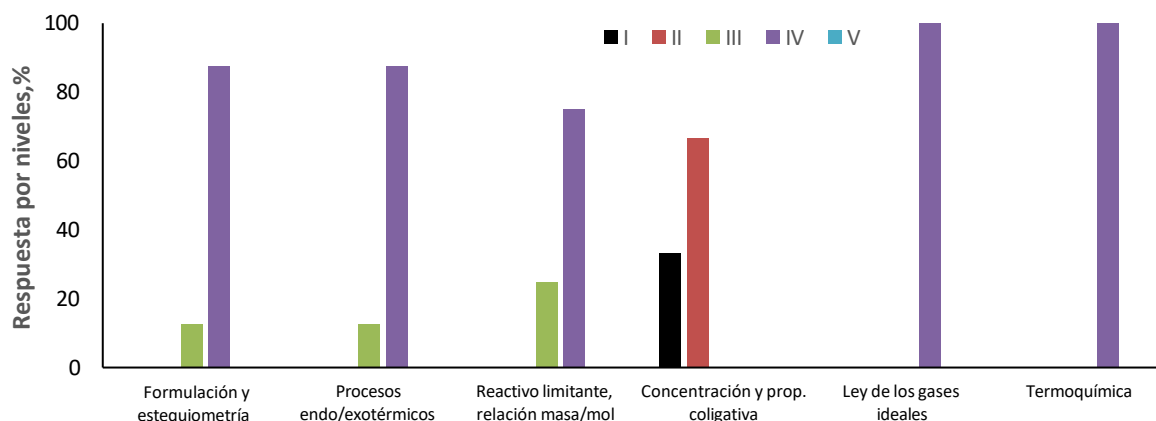


Figura 1b. Heteroevaluación en Ingeniería Eléctrica. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

Del análisis de las Figuras 1, 2 y 3 se observa una distribución variada de los niveles de comprensión alcanzados por los estudiantes según la taxonomía SOLO, en las diferentes carreras evaluadas. En términos generales, se muestra una tendencia de resultados similares entre la autoevaluación de los estudiantes y la heteroevaluación de los docentes en los niveles intermedios (multiestructural y relacional), lo cual sugiere una percepción compartida del grado de profundidad alcanzado en el abordaje de los problemas integradores.

En el caso de Ingeniería Eléctrica (Figuras 1a y 1b), se destaca un mayor porcentaje de respuestas evaluadas en niveles relacional y abstracto ampliado por parte de los docentes; alcanzando, por ejemplo, en la heteroevaluación se alcanzó 100% en el nivel IV para el tema termoquímica, mientras que en la autoevaluación los estudiantes asignaron 40% de repuestas de nivel III, 20% de nivel IV y 20% de nivel V, esto podría indicar que los estudiantes subestimaron su propio desempeño, lo que refuerza la importancia de seguir promoviendo herramientas de autoevaluación que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades metacognitivas más precisas. En el tema concentración y propiedades coligativas se observó un mayor porcentaje de repuestas en niveles más bajos (I y II), tanto en la autoevaluación como en la heteroevaluación. Esto permite visualizar la necesidad de fortalecer la enseñanza aprendizaje de estos contenidos durante las prácticas docentes.

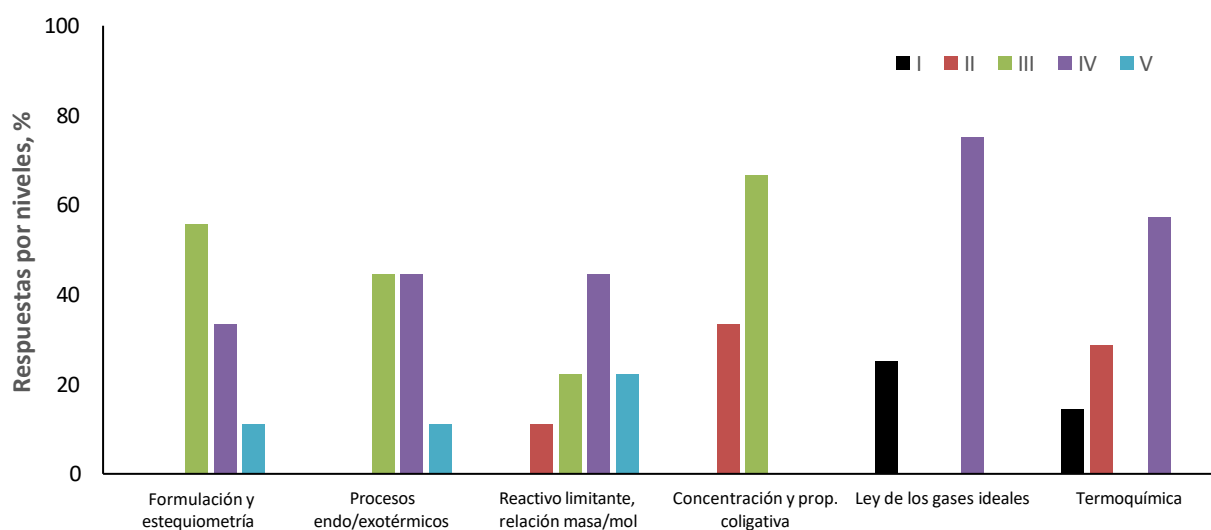


Figura 2a: Autoevaluación en Ingeniería Civil. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

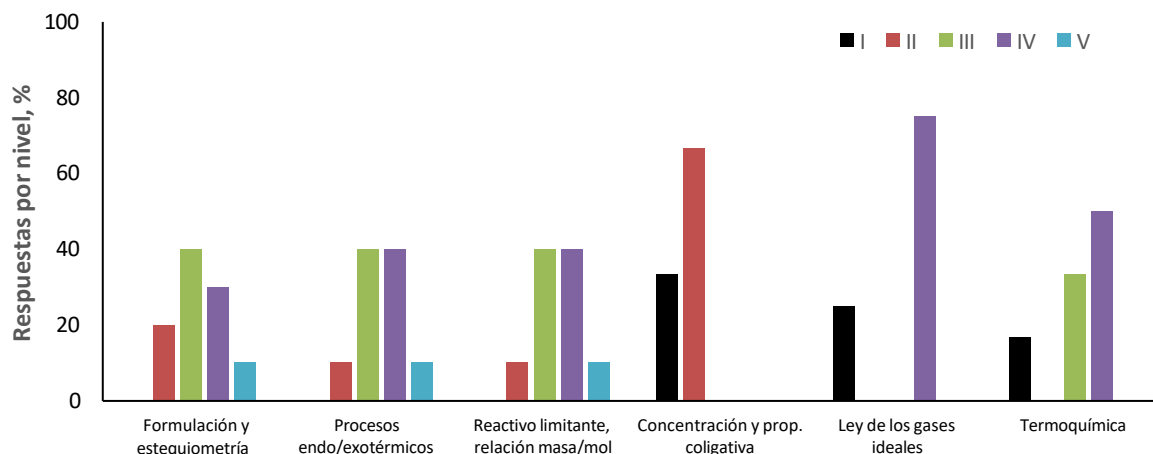


Figura 2b: Heteroevaluación en Ingeniería Civil. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

En Ingeniería Civil (Figuras 2a y 2b), ambas evaluaciones muestran un alto porcentaje de respuestas en los niveles III y IV en los primeros tres temas, siendo un indicador positivo del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que refleja una apropiación significativa de los contenidos y una creciente capacidad para integrarlos en contextos complejos. En cuanto a los temas: concentración, propiedades coligativas, y termoquímica, se observan resultados similares a los obtenidos en Ingeniería Eléctrica. Esta tendencia podría estar relacionada con la mayor complejidad de dichos contenidos y el momento en que se abordan durante el cursado, coincidiendo con una alta carga de actividades en todas las asignaturas finalizando el cuatrimestre.

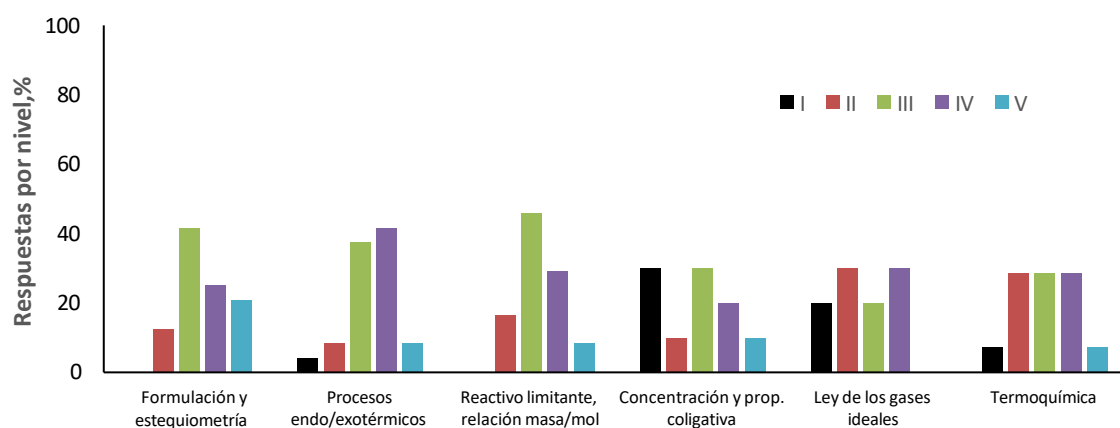


Figura 3a: Autoevaluación en Ingeniería Mecánica. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

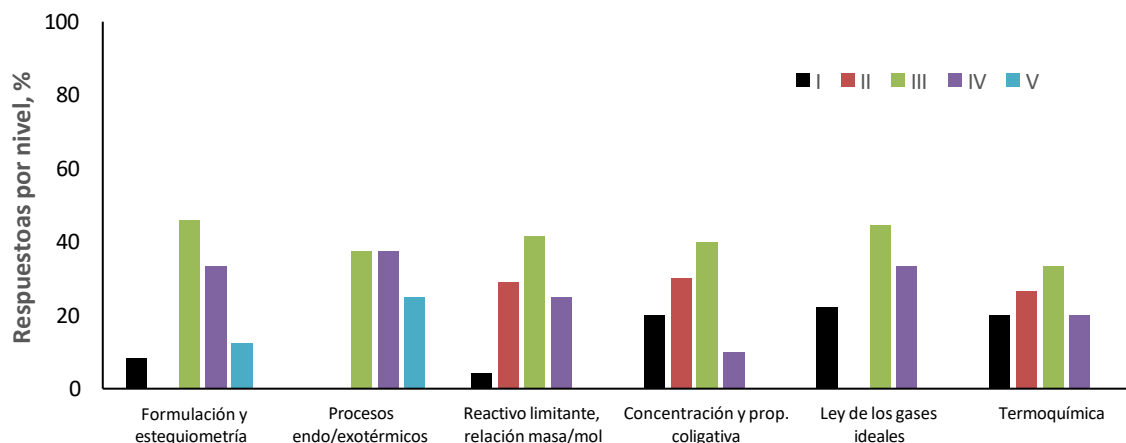


Figura 3 b: Heteroevaluación en Ingeniería Mecánica. Distribución porcentual de niveles de repuesta por tema

En Ingeniería Mecánica, tanto en la autoevaluación como en la heteroevaluación se observa una mayor distribución entre todos los niveles, lo que una menor calidad de respuestas en los distintos temas. Esta situación puede estar relacionada con la conformación de grupos numerosos, donde el nivel de atención en clases puede verse afectado, al igual que la participación y desempeño en las actividades prácticas.

El uso de rúbricas basadas en la taxonomía SOLO permitió el análisis de las producciones estudiantiles, identificar patrones de aprendizaje y valorar no sólo la cantidad, sino la calidad de los conocimientos adquiridos. Asimismo, la modalidad asincrónica de trabajo en equipos ágiles contribuyó a fortalecer competencias vinculadas al trabajo colaborativo, la organización autónoma y la toma de decisiones. Estos aspectos, si bien no fueron objeto de evaluación cuantitativa en este trabajo, su impacto se evidenció en la calidad de las entregas y en la coherencia de los argumentos presentados por los equipos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que la implementación de rúbricas basadas en la taxonomía SOLO para la evaluación, en el contexto de equipos ágiles y la resolución de problemas integradores, favorece el desarrollo de aprendizajes significativos en estudiantes de Química General de las carreras de Ingeniería.

Este enfoque evaluativo promueve una comprensión profunda de los contenidos, al mismo tiempo que brinda a docentes y estudiantes una herramienta objetiva para reflexionar sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. La combinación de autoevaluación y heteroevaluación, articuladas mediante niveles claramente definidos, fomenta una mayor participación de los estudiantes y una mejor planificación por parte de los docentes.

La experiencia demostró ser efectiva no sólo en términos de adquisición conceptual, sino también en el fortalecimiento de habilidades transversales como el trabajo en equipo, la autonomía y la autoevaluación crítica. Se propone continuar y ampliar este tipo de experiencias, integrando progresivamente nuevas herramientas de retroalimentación y evaluación formativa, que potencien la calidad de la enseñanza en los primeros años de las carreras de ingeniería.

Referencias

Adkins, L. (2010). Coaching Agile Teams: A Companion for ScrumMasters, Agile Coaches, and Project Managers in Transition Addison-Wesley Signature Series (Cohn). 1^{ra} edición. Edición en inglés. Nueva York: Addison-Wesley.

Bollati, V.A., Arias, M., Sandobal, V., Cuenca, L. (2022). Una estrategia ágil de enseñanza-aprendizaje, Actas del 10^{mo} Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información, Facultad Regional Concepción del Uruguay.

Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Narcea.

Rico, M.L. y Ponce A.I (2022). El docente del Siglo XXI: Perspectivas según el rol formativo y profesional. Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol 27. No 92, pag 77-101.

Evaluación diagnóstica con un recurso educativo digital: una alternativa para facilitar la toma de decisiones docentes

Diagnostic assessment with a digital educational resource: an alternative to facilitate teacher decision-making

Presentación: 27/06/2025

Lorena Laugero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo Ingeniería & Educación, Argentina.
llaugero@frsn.utn.edu.ar

Georgina Rodríguez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo Ingeniería & Educación, Argentina.
grodriguez@frsn.utn.edu.ar

Hernan Martínez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Grupo Ingeniería & Educación, Argentina.
hmartinez@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una experiencia de evaluación diagnóstica en la asignatura Análisis Matemático II de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, utilizando un recurso educativo digital diseñado en Edpuzzle. La propuesta combinó preguntas de opción múltiple y abiertas, con el objetivo de relevar conocimientos previos y detectar posibles dificultades conceptuales. El uso de Edpuzzle permitió automatizar parte de la corrección, agilizar la obtención de resultados y simplificar el análisis de datos para facilitar la toma de decisiones docentes. Los resultados muestran que, si bien los estudiantes dominan ciertos conceptos básicos, presentan dificultades al trabajar con límites, derivadas e integrales. Se concluye que la integración de recursos digitales en los procesos evaluativos favorece el desarrollo de prácticas más adecuadas y centradas en las necesidades reales de los estudiantes.

Palabras clave: Estudiantes de ingeniería, Análisis Matemático II, Evaluación diagnóstica, Recursos educativos digitales, Edpuzzle.

Abstract

This paper presents a diagnostic assessment experience in Calculus II course of Industrial Engineering at Facultad Regional San Nicolás, using a digital educational resource designed with Edpuzzle. The proposal combined multiple-choice and open-ended questions, with the aim of identifying students' prior knowledge and detecting potential conceptual difficulties. The use of Edpuzzle made it possible to automate part of the grading process, speed up the collection of results, and simplify data analysis to support teaching decision-making. The

obtained results show that, although students master certain basic concepts, they have difficulties when working with limits, derivatives, and integrals. It is concluded that integrating digital resources into assessment processes promotes the adoption of more suitable practices that address the actual needs of students.

Keywords: Engineering students, Calculus II, Diagnostic assessment, Digital educational resources, Edpuzzle.

Introducción

La evaluación diagnóstica constituye una herramienta esencial en el proceso educativo, ya que permite, a través de su implementación, acceder a información valiosa sobre las fortalezas y debilidades que presentan los estudiantes al inicio del proceso de aprendizaje (Galleano y Robello, 2021). Este tipo de evaluación no sólo brinda la posibilidad de detectar falencias conceptuales o dificultades en el dominio de contenidos previos, sino que también proporciona al docente elementos importantes para tomar decisiones pedagógicas informadas. De este modo, es posible ajustar la planificación, adaptar las estrategias de enseñanza y atender de manera más adecuadas a las necesidades que se detecten en el grupo.

En este contexto, la incorporación de Recursos Educativos Digitales (RED) en las instancias de evaluación diagnóstica representa una oportunidad para enriquecer y actualizar dichas prácticas. Estos recursos ofrecen entornos interactivos, visualmente atractivos y dinámicos, que no sólo captan el interés de los estudiantes, sino que también favorecen un clima más motivador frente a la evaluación. Además, permiten una recolección más ágil y automatizada de los datos generados durante la actividad, lo cual facilita su análisis y el diseño de intervenciones pedagógicas personalizadas sin que ello implique una carga excesiva de tiempo y esfuerzo para el docente.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar una experiencia educativa desarrollada en la asignatura Análisis Matemático II de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás durante el ciclo lectivo 2025. Para ello, se les propuso a los alumnos realizar una evaluación diagnóstica mediante un RED, conformado por un video explicativo intervenido con Edpuzzle. Por medio de esta propuesta, se buscó identificar los conocimientos previos, detectar posibles dificultades y reconocer la ausencia de conceptos fundamentales necesarios para abordar los nuevos contenidos. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos a partir de esta experiencia, así como algunas reflexiones en torno a su implementación y valor pedagógico.

La evaluación diagnóstica

La evaluación de los aprendizajes ha ocupado históricamente un lugar central en el ámbito educativo, debido a la complejidad que implica su planificación e implementación. Más allá de su función reguladora en el proceso de enseñanza, los docentes suelen percibirla como una de las tareas más desafiantes de su práctica profesional. En este sentido, autores como Perrenoud (2008) sostienen que evaluar no es simplemente medir, sino construir herramientas que permitan comprender y acompañar los aprendizajes, lo cual demanda una mirada crítica y reflexiva sobre los propósitos, los instrumentos y los criterios utilizados.

En el ámbito educativo se reconocen diversos tipos de evaluación, entre las cuales se encuentra la evaluación diagnóstica. Este tipo de evaluación, tal como sostienen Martínez González et al. (2022):

Constituye una fuente de información valiosa para los docentes, ya que les permite conocer de inicio cuáles son los aprendizajes logrados y aquellos que no se han consolidado, con el fin de reflexionar desde dónde partir en su proceso de enseñanza. (p. 53)

De este modo, la evaluación diagnóstica cumple con dos grandes finalidades:

- conocer el estado real del estudiante, ya sea al inicio del curso o en distintos momentos del proceso de enseñanza, permitiendo identificar saberes previos, dificultades y necesidades específicas.

- orientar la toma de decisiones pedagógicas, con el fin de facilitar y mejorar el proceso de construcción del conocimiento, adaptando la enseñanza a las características del grupo y de cada estudiante.

Planificar sin realizar una evaluación diagnóstica conlleva el riesgo de desarrollar propuestas de enseñanza desvinculadas de la realidad del grupo, lo que puede dificultar el logro de aprendizajes significativos. Tal como señalan Cobeña Álavala y Yáñez Rodríguez (2022), este tipo de evaluación resulta indispensable para tomar decisiones informadas que optimicen tanto el proceso educativo como el desarrollo cognitivo del estudiante, favoreciendo una educación pertinente y de calidad.

Recursos educativos digitales

Los RED son definidos como herramientas disponibles en entornos digitales, cuya finalidad principal es enriquecer y facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Pineda Sánchez, 2018). Estos recursos no sólo tienen una función instrumental, sino que son concebidos desde una perspectiva pedagógica intencional, es decir, su diseño responde a propósitos formativos claramente definidos. En este sentido, los RED están orientados a promover el logro de objetivos de aprendizaje específicos como, por ejemplo, facilitar la apropiación de nuevos conocimientos, reforzar contenidos previamente abordados, fomentar el desarrollo de habilidades o competencias particulares o proponer instancias de evaluación.

Una de las características más relevantes de los RED es su capacidad para incorporar diferentes elementos que potencian la interacción del estudiante con los contenidos, promoviendo una participación activa en su propio proceso de aprendizaje. Esta interacción puede estar mediada por videos, animaciones, simulaciones, entre otros, lo que favorece una experiencia más dinámica y motivadora.

Entre las distintas herramientas digitales disponibles, se destaca Edpuzzle, una plataforma en línea que permite transformar videos convencionales en materiales educativos interactivos (Walss Auriolles, 2021). Esta herramienta brinda la posibilidad de insertar elementos como notas de audio, imágenes, comentarios escritos y, especialmente, preguntas integradas al contenido del video.

Esta funcionalidad convierte a Edpuzzle en una herramienta valiosa para el diseño de propuestas evaluativas innovadoras, ya que permite recopilar información significativa del estudiante e identificar aspectos que requieren atención. Su uso ofrece la posibilidad de obtener evidencias concretas que facilitan la toma de decisiones pedagógicas, a partir del análisis de las respuestas y del modo en que los estudiantes interactúan con los contenidos.

Otro aspecto destacado de Edpuzzle es su capacidad para generar reportes automáticos que recopilan información detallada sobre la actividad de los estudiantes. Estos informes incluyen datos como la puntuación obtenida, el tiempo total invertido en la actividad, el número de veces que una parte del video fue visto por el estudiante, entre otras cuestiones. Este tipo de información no sólo permite al docente conocer con mayor precisión el nivel de comprensión de los estudiantes, sino que también ofrece indicios relevantes sobre cómo cada uno aborda la resolución de las consignas. Así, estos datos se transforman en insumos valiosos para tomar decisiones pedagógicas adecuadas, diseñar intervenciones personalizadas y fortalecer el acompañamiento durante el proceso de aprendizaje.

La experiencia de cátedra

La experiencia se llevó a cabo en la asignatura Análisis Matemático II de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás durante el ciclo lectivo 2025. El grupo estaba conformado por 45 estudiantes.

Para identificar los conocimientos previos, detectar posibles dificultades y reconocer la ausencia de conceptos fundamentales necesarios para abordar los contenidos que se desarrollan en la materia, se diseñó un RED utilizando Edpuzzle. Este recurso consistió en un video explicativo intervenido con catorce preguntas, de las cuales cinco de ellas eran abiertas, mientras que las restas, de opción múltiple. Las preguntas abiertas se

incorporaron con el propósito de explorar la forma en que los estudiantes fundamentan sus ideas y argumentan sus elecciones. De este modo, parte del proceso de corrección fue automatizado por la plataforma, mientras que las respuestas abiertas fueron revisadas manualmente por el docente a cargo de la asignatura.

En la Tabla 1 se detallan los conceptos matemáticos que los estudiantes debían movilizar para responder a cada ítem. Como puede observarse, cada una de las situaciones planteadas estaba orientada a explorar diferentes nociones fundamentales del cálculo diferencial e integral. Considerando que en Análisis Matemático II los conocimientos se construyen de manera progresiva sobre saberes previos, identificar el punto de partida de los estudiantes resultaba esencial para planificar una enseñanza más pertinente y significativa.

Tabla 1. Conceptos matemáticos abordados en la evaluación diagnóstica

Pregunta	Conceptos matemáticos	Pregunta	Conceptos matemáticos
1	Definición de función	8°	Límite de una función en un punto
2	Dominio de una función	9°	Cálculo de un límite
3	Ceros y ordenada al origen	10°	Continuidad de una función
4	Bijectividad	11°	Definición de derivada
5	Reconocimiento de funciones elementales	12°	Cálculo de derivadas sucesivas
6	Transformaciones de funciones	13°	Máximos y mínimos relativos de una función
7	Punto de acumulación	14°	Cálculo de una integral definida

A modo de ejemplo, en la Figura 1, se presentan algunas de las situaciones propuestas en la evaluación diagnóstica, las cuales fueron seleccionadas por su representatividad respecto de los distintos conceptos matemáticos puestos en juego.

FUNCIONES ESCALARES

Pregunta 1 – Respuesta abierta

¿Es la siguiente la representación gráfica de una función? Justificar brevemente.

Pregunta 5 – Opción múltiple

¿Las funciones cuyas leyes se tienen a continuación son potenciales, exponenciales o de los dos tipos?

$$f(x) = x^2 \quad g(x) = 2^x$$

LÍMITE

Pregunta 8 – Respuesta abierta

Conocemos que, si los límites laterales existen y son distintos, entonces no existe el límite ordinario. Entonces, en el siguiente caso, no existe el límite de f cuando $x \rightarrow 0$?

Pregunta 9 – Respuesta abierta

En la expresión $\frac{2x-2}{x-1}$, conocemos que $x \neq 1$. Sin embargo, podemos resolver el siguiente límite como se muestra:

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{2x-2}{x-1} = \lim_{x \rightarrow 1} \frac{2 \cdot (x-1)}{x-1} = \lim_{x \rightarrow 1} 2 = 2$$

¿por qué?

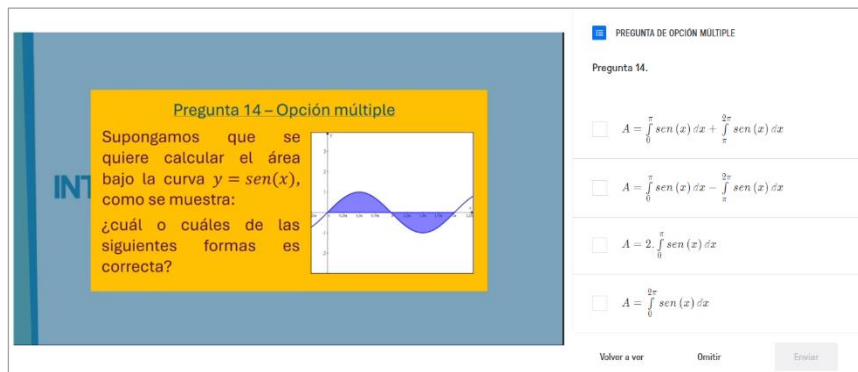


Figura 1. Ejemplos de actividades de la evaluación diagnóstica

Revisión de las respuestas

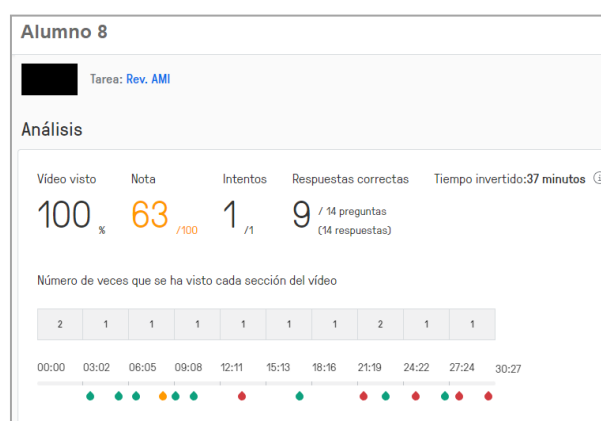
Para que los estudiantes puedan acceder al recurso, el docente debe crear una clase dentro de la plataforma e invitarlos mediante un código o enlace. Una vez que los alumnos se registran y acceden al video asignado, el sistema permite monitorear en tiempo real el avance individual de cada uno.

En la Figura 2.a se presenta uno de los informes generados por la plataforma, en el que se detalla el porcentaje de visualización del video realizado por cada estudiante, junto con el puntaje obtenido. A la izquierda de cada nombre, se muestra una barra de color que representa el porcentaje de visualización alcanzado. Este indicador permite al docente identificar rápidamente el nivel de participación de cada alumno. La codificación de colores se interpreta de la siguiente manera: rojo para visualizaciones entre el 0 % y el 50 %, amarillo para un rango del 50 % al 80 %, y verde cuando el estudiante ha visualizado entre el 80 % y el 100 % del video.

Si se desea obtener información más detallada sobre un estudiante en particular, basta con seleccionarlo para acceder a un informe individual, como se muestra en la Figura 2.b. Luego del proceso de corrección, es posible observar cuántas veces el alumno reprodujo cada segmento del video, así como la cantidad de respuestas correctas e incorrectas. Cabe señalar que Edpuzzle contabiliza como respuestas correctas no sólo aquellas evaluadas como "bien", sino también las calificadas como "regular".

Alumno	Preguntas
Nombre del estudiante	Vista
Alumno 1	36/100
Alumno 2	43/100
Alumno 3	57/100
Alumno 4	59/100
Alumno 5	63/100
Alumno 7	63/100
Alumno 8	63/100
Alumno 9	64/100
Alumno 10	77/100
Alumno 11	76/100
Alumno 12	76/100
Alumno 13	80/100
Alumno 14	80/100
Alumno 15	80/100
Alumno 16	89/100
Alumno 17	91/100
Alumno 18	82/100
Alumno 19	88/100
Alumno 20	93/100

(a)



(b)

Figura 2. Informes generados por Edpuzzle

La plataforma permite también acceder a un desglose detallado de las respuestas proporcionadas por cada estudiante, lo que posibilita identificar con precisión los errores cometidos. Esta información resulta especialmente valiosa para el docente, ya que proporciona elementos concretos para detectar las dificultades frecuentes y tomar decisiones fundamentadas para ajustar su enseñanza y acompañar de manera adecuada el proceso de aprendizaje.

En el caso de las preguntas abiertas, la corrección debe realizarse de forma manual, ya que este tipo de ítems no puede ser evaluado automáticamente por la plataforma. Requieren de la intervención del docente, quien debe analizar la respuesta en función de los criterios de evaluación establecidos. Este proceso de corrección, aunque más demandante, permite valorar no sólo el resultado final, sino también la comprensión conceptual que ha alcanzado el estudiante y su capacidad para expresar ideas con claridad.

Como se observa en la Figura 3, la plataforma también ofrece la posibilidad de proporcionar retroalimentación directa al estudiante, independientemente de si la pregunta es de opción múltiple o abierta. Esta funcionalidad refuerza el carácter formativo de la herramienta, ya que permite que el alumno reciba una devolución cualitativa que complementa el resultado numérico.

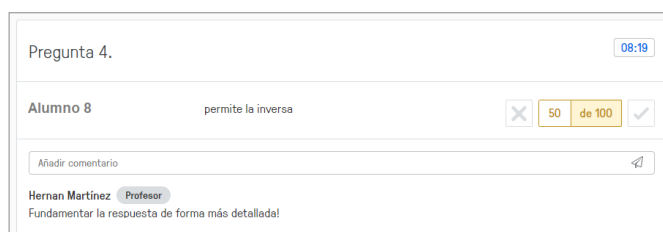


Figura 3. Corrección de preguntas abiertas

La Figura 4 muestra el informe generado por Edpuzzle al seleccionar la pestaña “Preguntas”, donde se detalla la cantidad de respuestas correctas por pregunta. Esta visualización resulta sumamente útil para realizar un análisis colectivo del desempeño de los estudiantes, ya que brinda al docente una visión global del nivel de aciertos por pregunta, permitiendo detectar de forma rápida en qué contenidos se concentran las mayores dificultades del grupo y, en consecuencia, ajustar la enseñanza en función de los contenidos que requieren refuerzo.

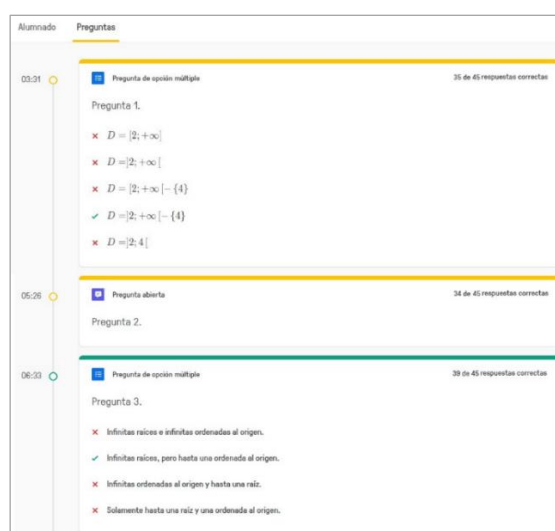


Figura 4. Resumen general de las respuestas dadas por los estudiantes

Resultados

Todos los reportes generados por la plataforma pueden descargarse en formato de hoja de cálculo, lo que facilita su almacenamiento, organización y análisis posterior. Esta posibilidad permite al docente sistematizar la información recolectada, realizar comparaciones o llevar un seguimiento más detallado del progreso de los estudiantes a lo largo del tiempo. Además, disponer de los datos en este formato facilita organizar la información de manera más eficiente, aplicar filtros según distintos criterios, generar representaciones gráficas y realizar análisis estadísticos simples que contribuyen a una comprensión más profunda de los resultados obtenidos.

Las Figuras 5 y 6 muestran los resultados obtenidos luego del proceso de corrección, ya sea automático o manual, de cada una de las preguntas de la evaluación diagnóstica. Para una correcta interpretación de los gráficos, es importante tener en cuenta los colores utilizados y su significado: el color verde representa el porcentaje de respuestas correctas, el rojo indica las respuestas incorrectas y, en el caso de las preguntas abiertas (Figura 6), el color azul señala las respuestas regulares, es decir, aquellas que si bien no son completamente correctas, evidencian algún nivel de comprensión parcial o desarrollo incipiente del concepto evaluado.

Como se puede ver en la Figura 5, la mayoría de los estudiantes logró seleccionar respuestas correctas en temas como la definición de función (pregunta 1), ceros y ordenada al origen (pregunta 3) y reconocimiento de funciones elementales (pregunta 5), donde el porcentaje de aciertos es superior al 75%. Esto indica que los alumnos poseen conocimientos previos sobre nociones básicas del álgebra de funciones y su representación. En cambio, en las preguntas 6 (transformaciones de funciones), 7 (composición de funciones) y 10 (continuidad), aproximadamente el 30% de los estudiantes no respondió adecuadamente. Este comportamiento sugiere que, si bien los alumnos tienen cierto manejo de estos temas, su comprensión no es del todo sólida. Cabe destacar que, estas preguntas presentan un mayor grado de complejidad, ya que requieren, por ejemplo, interpretar el comportamiento de una función o identificar propiedades específicas.

Por otro lado, el desempeño disminuye notablemente en preguntas vinculadas con conceptos más avanzados del cálculo diferencial e integral. Las preguntas 13 y 14, que abordan máximos y mínimos relativos de una función y el cálculo de una integral definida, presentan porcentajes elevados de respuestas incorrectas, lo cual sugiere un menor manejo de los procedimientos y fundamentos de estos contenidos. Esta situación también se observa en la pregunta 12 (derivadas sucesivas), donde alrededor del 40% los estudiantes presentaron dificultades al momento de resolver la actividad.

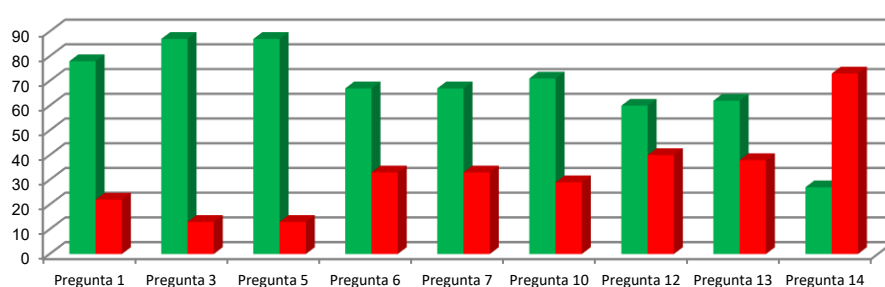


Figura 5. Resultados de las preguntas de opción múltiple

La Figura 6 muestra que los estudiantes tuvieron dificultades en algunas preguntas abiertas, mientras que en otras no presentaron inconvenientes. En particular, las relacionadas con el dominio de funciones, la condición de biyectividad y la definición de derivada (preguntas 2, 4 y 11) registraron un porcentaje elevado de aciertos, al considerar conjuntamente las respuestas correctas y las parcialmente correctas. Esto indica que, en general, los estudiantes poseen una comprensión adecuada de estos conceptos y son capaces de expresarlos con claridad.

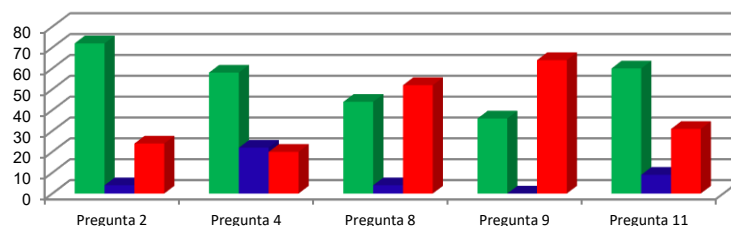


Figura 6. Resultados de las preguntas abiertas

Sin embargo, este desempeño no se replicó en las preguntas 8 y 9, vinculadas a la noción de límite, donde se observó una alta proporción de respuestas incorrectas. Los enunciados de estas preguntas se muestran en la Figura 1. En la pregunta 8, por ejemplo, muchos estudiantes afirmaron que el límite no existe, basándose en la inexistencia del límite lateral izquierdo y aplicando la definición tradicional de límite ordinario. Sin embargo, en sus explicaciones no contemplaron que, en funciones cuyo dominio se restringe a un solo lado del punto, es posible definir el límite considerando únicamente los valores desde el lado en que la función está definida. Mientras que en la Pregunta 9, se observó que un número considerable de alumnos identificó la indeterminación inicial del tipo $0/0$ y reconoció el procedimiento algebraico correspondiente para su resolución pero no justificó adecuadamente la validez del mismo. Esto sugiere que, aunque los estudiantes manejan la técnica algebraica para resolver este tipo de límite, presentan vacíos conceptuales en torno a su justificación teórica. A modo ilustrativo, en la Tabla 2, se presentan algunas respuestas representativas de los alumnos de cada una de las situaciones descriptas.

Tabla 2. Respuestas incorrectas de los estudiantes en las preguntas abiertas 8 y 9

Pregunta	Respuestas
8	<i>El l mite no existe porque podemos acercarnos por derecha, pero por izquierda no podemos obtener el l mite ya que la funcion no esta definida.</i> <i>En este caso, no existe el l mite ordinario, ya que solo esta definido el l mite lateral por derecha.</i> <i>No existe el l mite de f cuando $x \rightarrow 0$ porque la funcion no esta definida para valores de x menores que 0, lo que significa que el l mite lateral por la izquierda no existe.</i>
9	<i>Porque al ser una indeterminacion, se puede resolver haciendo distintos pasos hasta llegar a la simplificacion de $(x-1)$.</i> <i>Porque se busca simplificar los terminos del numerador y denominador, sacando factor comun en el numerador, para luego poder eliminarlo y que solo quede el l mite de 2.</i> <i>Porque al sacar factor comun 2, los $(x-1)$ se simplifican y ya no habr a ningun impedimento para resolver el l mite.</i>

Conclusiones

La experiencia presentada pone de manifiesto la relevancia de la evaluación diagnóstica como una herramienta importante para ajustar el proceso de enseñanza a las necesidades reales de los estudiantes. En particular, el uso de RED en este proceso resultó fundamental para optimizar tanto la aplicación como la corrección y el análisis de los resultados, permitiendo ahorrar tiempo de clase y obtener información detallada y de fácil interpretación. Si bien la inclusión de preguntas abiertas implicó una corrección manual más laboriosa, su incorporación fue intencional, ya que permitió acceder a evidencias valiosas sobre la capacidad de los estudiantes para argumentar sus respuestas.

El análisis de los resultados evidenció que, aunque los estudiantes cuentan con conocimientos previos suficientes en temas básicos, presentan dificultades significativas en contenidos más complejos, como límites, derivadas e integrales. Esta situación motivó la implementación de estrategias didácticas específicas, como la

revisión colectiva de las situaciones evaluadas y la promoción de espacios de diálogo e intercambio en el aula. Estas acciones no sólo permitieron atender a las dificultades detectadas, sino que también fortalecieron el proceso de aprendizaje.

Finalmente, se destaca el valor de compartir este tipo de experiencias para alentar a los docentes a incorporar recursos digitales en sus prácticas evaluativas. Estos recursos permiten repensar la evaluación desde enfoques más dinámicos e integrales, acordes con las demandas actuales de la formación en Ingeniería.

Referencias

- Cobeña Álava, J. y Yáñez Rodríguez, M. (2022). La evaluación diagnóstica y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje en estudiantes de educación general básica. *Polo del Conocimiento*, 7 (6), 1498-1513, <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4149>.
- Galleano, M. y Robello, E. (2021). Análisis de una evaluación diagnóstica como mejora de la práctica educativa. *Campo Universitario*. 2 (3), 1–19. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/137064>.
- Martínez González, A.; Manzano Patiño, A.; Buzo Casanova, E. y Sánchez Mendiola, M. (2022). Evaluación diagnóstica. En M. Sánchez Mendiola y A. Martínez González (Eds). *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos* (pp. 53 -63). UNAM.
- Perrenoud, P. (2008). *La evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas*. Colihue.
- Pineda Sánchez, M. (2018). *Uso de recursos educativos digitales y aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios en un contexto de educación virtual*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/12045>.
- Walss Aurioles, M. (2021). Diez herramientas digitales para facilitar la evaluación formativa. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 18, 127-139. <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/view/575>.

Experiencia del aprendizaje basado en proyectos (ABP) desarrollado en la asignatura Construcciones Metálicas y de Madera

Project Based Learning (PBL) experience developed in the Construcciones Metálicas y de Madera subject.

Presentación: 20/05/2025

Héctor Mónaco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Grupo GIAMNCI, Argentina.
hector.monaco@frra.utn.edu.ar

Paula Farandato

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Grupo GIAMNCI, Argentina.
paula.farandato@gmail.com

Jonatan Cuatrin

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Grupo GIAMNCI, Argentina.
jonatancuatrin@gmail.com

Resumen

En el presente informe se expone, en primer lugar, el contexto y los fundamentos teóricos que sustentan el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología activa en la formación de ingenieros civiles. A continuación, se aborda la aplicación práctica de esta metodología en el desarrollo de un proyecto de vivienda de madera para familias de bajos recursos en la ciudad de Rafaela, describiendo las fases del proceso, desde el planteamiento del problema hasta la elaboración del producto final. Asimismo, se analizan los resultados obtenidos, destacándose el impacto positivo en el desarrollo de competencias profesionales y personales en los estudiantes, tales como el trabajo en equipo, la toma de decisiones y la responsabilidad social. Por otro lado, se identifican los desafíos encontrados durante el proceso, particularmente en lo que respecta a la gestión del tiempo y a la organización del equipo, lo que sugiere la necesidad de fortalecer estos aspectos en futuras experiencias pedagógicas. Finalmente, se resalta la importancia de capacitar a los docentes en el uso de metodologías activas como el ABP, considerando que su implementación adecuada favorece el aprendizaje significativo y promueve el compromiso social del alumnado, alineándose con las competencias demandadas en el contexto profesional actual.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Vivienda Social, Ingeniería Civil, Construcción con Madera

Abstract

This report presents the context and theoretical foundations that support the use of Project-Based Learning (PBL) as an active methodology in the training of civil engineers. It then addresses the practical application of this methodology in the development of a wooden housing project for low-income families in the city of Rafaela, describing the phases of the process, from problem statement to the development of the final product. The

results obtained are also analyzed, highlighting the positive impact on the development of professional and personal skills in students, such as teamwork, decision-making, and social responsibility. Furthermore, the challenges encountered during the process are identified, particularly regarding time management and team organization, suggesting the need to strengthen these aspects in future teaching experiences. Finally, the importance of training teachers in the use of active methodologies such as PBL is highlighted, considering that their proper implementation favors meaningful learning and promotes students' social engagement, aligning with the skills demanded in today's professional context. The report presents the experience of implementing the Project-Based Learning (PBL) method in the Metal and Wood Construction course, applied to the development of a wooden house for low-income families in the city of Rafaela. Based on this experience, the report highlights the benefits of PBL in developing technical and social skills in Civil Engineering students, promoting practical and sustainable solutions. The project is currently in the design phase and has focused on the use of easy-to-handle materials to enable self-construction, training future residents, and promoting local employment

Keywords: Project-Based Learning, Social Housing, Civil Engineering, Wood Construction

Introducción

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha demostrado ser una metodología efectiva en la educación universitaria, ya que fomenta la participación activa y el desarrollo de competencias esenciales para el ejercicio profesional.

Según la Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del ITESM (2004), una de las principales características del ABP está en fomentar en el alumno la actitud positiva hacia el aprendizaje, respetando la autonomía del estudiante.

En el contexto de la asignatura Construcciones Metálicas y de Madera, el proyecto de vivienda social en Rafaela surge como una oportunidad para aplicar conceptos teóricos desarrollados en el aula en situaciones reales, promoviendo además el compromiso social y la innovación técnica.

En lugar de utilizar clases magistrales, el equipo de la cátedra plantea un caso real que los estudiantes resuelven de manera autónoma y colaborativa, promoviendo el desarrollo de competencias como la toma de decisiones, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y el aprendizaje permanente.

Fundamentos pedagógicos del aprendizaje basado en proyectos.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite desarrollar, de forma integrada, conocimientos disciplinares y competencias para el mundo profesional. Tal como señalan Villagrà Arnedo et al. (2020), entre sus principales beneficios se destacan “el aumento de la motivación, la participación y la autoestima y el desarrollo de habilidades y competencias importantes, como el trabajo en equipo, la planificación, la comunicación efectiva, la gestión del tiempo, la toma de decisiones y la resolución de problemas”. Estas competencias son necesarias en Ingeniería Civil, donde el abordaje de problemas reales requiere trabajo colaborativo, autonomía, pensamiento crítico y por supuesto el enfoque interdisciplinario.

Desarrollo

Los estudiantes trabajan en equipos colaborativos. Se selecciona el material madera por su bajo costo, facilidad de construcción y herramientas económicas. El equipo debe elaborar los diseños preliminares considerando sostenibilidad y autoconstrucción. Se realiza una evaluación de la viabilidad técnica y económica del proyecto. Se espera lograr al final de la asignatura un prototipo de vivienda de madera accesible y sostenible; manual de autoconstrucción y mantenimiento para los futuros habitantes.

Durante el proceso los alumnos deberán adquirir las herramientas necesarias para desarrollar las competencias técnicas y sociales.

Evaluaciones durante el transcurso del proyecto. Se evalúa la participación activa, es decir el grado de involucramiento y contribución de cada miembro del equipo. Por otra parte, se analiza la capacidad para identificar problemas, proponer soluciones y tomar decisiones fundamentadas.

Correspondencia entre criterios de evaluación y competencias desarrolladas.

Tabla 1.

Criterio de Evaluación	Competencias Desarrolladas
Participación activa y colaboración en el equipo	Trabajo en equipo, comunicación efectiva, responsabilidad, compromiso con el grupo
Capacidad para identificar problemas y proponer soluciones	Resolución de problemas de ingeniería, pensamiento crítico, creatividad
Aplicación de normativas técnicas (CIRSOC 601, NDS)	Aplicación de normas y reglamentos, diseño estructural, razonamiento técnico
Presentación oral y defensa del proyecto	Comunicación oral efectiva, argumentación, claridad conceptual
Incorporación del enfoque social y sostenible	Compromiso social, ética profesional, consideración del impacto ambiental, económico y social de las decisiones técnicas

Evaluación del Producto Final. Se tiene en cuenta la calidad técnica, el uso correcto de los reglamentos (CIRSOC 601, NDS), como así también las normas de diseño estructural y los materiales empleados. Con respecto a la producción escrita se evalúa la producción de planos, los cálculos estructurales y la memoria descriptiva. Se exige, además la presentación final y defensa del trabajo, donde se evalúa la claridad, precisión y calidad de la exposición del proyecto.

¿Cuáles son las competencias que el alumno debería adquirir?

Las competencias tecnológicas:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Concebir, diseñar proyectos de ingeniería.
- Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Luego, las competencias sociales, políticas y actitudinales:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- Comunicarse con efectividad.
- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
- Aprender en forma continua y autónoma.

Análisis de la herramienta pedagógica y su aplicación en la asignatura.

La implementación del ABP en este contexto ha permitido a los estudiantes enfrentar problemas reales con un enfoque crítico y creativo.

Los resultados preliminares muestran un alto grado de motivación y una mejora significativa en la comprensión de conceptos técnicos vinculados al uso de madera en la construcción. Durante el proceso del aprendizaje basado en proyectos, se observa que los estudiantes muestran un alto nivel de compromiso, ya que

comprenden que el proyecto tiene un sentido que va más allá de la mera resolución técnica de una barra o unión: se trata de un trabajo integral con un impacto social que ellos pueden visualizar de manera concreta. Esta comprensión les motiva y los entusiasma para involucrarse de manera activa con el desarrollo del proyecto.

No obstante, también se aprecia dificultad en el manejo del tiempo y la organización del trabajo. Aunque los estudiantes realizan investigaciones previas, tienden a demorar considerablemente la obtención del producto final. Es habitual que, a pesar de haber culminado el proyecto en un lapso de cuatro meses, en las encuestas manifiesten haberle dedicado apenas tres o cuatro horas semanales. Esto sugiere que no logran establecer un cronograma de trabajo efectivo que les permita reunirse en equipo para iniciar y concluir las tareas en un tiempo razonable. La falta de planificación y el escaso compromiso temporal dificultan el progreso continuo del proyecto, lo que constituye una debilidad a trabajar en futuros procesos educativos

Conclusiones

La implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la asignatura de Construcciones Metálicas y de Madera ha demostrado ser una estrategia altamente efectiva para el desarrollo de competencias técnicas y sociales en los estudiantes de Ingeniería Civil. El proyecto de vivienda de madera para familias de bajos recursos en la ciudad de Rafaela ha permitido a los alumnos aplicar conceptos teóricos en un contexto real, lo que ha fomentado la motivación y el compromiso social.

A lo largo del proceso, los estudiantes han mostrado un alto grado de entusiasmo, especialmente al comprender que el proyecto trasciende la mera resolución técnica de un problema estructural, generando en ellos un sentido de responsabilidad hacia la comunidad. La posibilidad de visualizar el impacto social de su trabajo ha potenciado el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias transversales como el trabajo en equipo, la toma de decisiones fundamentadas y la comunicación efectiva.

Sin embargo, uno de los principales desafíos identificados ha sido la gestión del tiempo. Aunque los estudiantes realizaron investigaciones preliminares valiosas, el proceso de desarrollo del producto final se extendió más de lo previsto, evidenciando la necesidad de fortalecer la planificación y organización del trabajo. Esta situación sugiere que en futuras experiencias se debe enfatizar la importancia de establecer cronogramas claros y fomentar hábitos de trabajo autónomo y continuo.

Asimismo, se ha evidenciado la necesidad de que los docentes se capaciten en la aplicación de metodologías de aprendizaje como el ABP. Si bien la experiencia ha sido positiva, el acompañamiento pedagógico adecuado resulta necesario para guiar de manera correcta a los estudiantes en la gestión de proyectos complejos.

Es necesario que los docentes adquieran competencias en el diseño de situaciones problemáticas, el seguimiento de procesos colaborativos y la evaluación continua, garantizando así una experiencia educativa más científica, estructurada y enriquecedora.

Referencias

CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería). (2018). *Libro Rojo: Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en Argentina*. Buenos Aires: CONFEDI.

Recuperado de: <http://www.confedi.org.ar/libro-rojo/>

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectorado Académico, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. (2004). *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. Monterrey: ITESM.

Prieto, L. (2006). *Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas*. Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 64(124), 173-196.

Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje Basado en Problemas*. Recuperado de: https://innovacioneducativa.upm.es/guias_pdi

Villagrà Arnedo, C. J., Molina Carmona, R., Llorens Largo, F., & Gallego Dur n, F. J. (2020). *Aprendizaje basado en proyectos grandes: experiencia y lecciones aprendidas* (Cuadernos de Docencia Universitaria, 41). Ediciones Octaedro

Articulación curricular y desarrollo de competencias entre distintos niveles de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN FRSF.

Curricular articulation and competency development across different levels of the Civil Engineering degree at UTN FRSF.

Presentación: 27/06/2025

Santiago Cabrera

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
scabrera@frsf.utn.edu.ar

María Fernanda Carrasco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
mcarrasc@frsf.utn.edu.ar

Alejandra Prono

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
aprono@frsf.utn.edu.ar

María Constanza Risiga

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
mrisinga@frsf.utn.edu.ar

Nicolás Montero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
nmontero@frsf.utn.edu.ar

Francisco Ulibarrie

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina.
fulibarrie@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una actividad integradora desarrollada durante los años 2023 y 2024, en el marco de una experiencia conjunta entre las asignaturas *Ingeniería Civil II* (2do año) y *Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable* (5to año), ambas pertenecientes al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF). En el desarrollo de esta actividad, los estudiantes de segundo año en su rol de *Equipos de Profesionales Locales* llevan a cabo un trabajo práctico grupal en el que, tras identificar y seleccionar un problema de índole vial o hidráulico, elaboran un diagnóstico que les permite proponer posibles soluciones. Posteriormente, los estudiantes de quinto año se integran a estos grupos asumiendo el rol de *Expertos Ambientales de un Banco*, con el objetivo de aportar conocimientos específicos sobre gestión ambiental y sustentabilidad en proyectos de obras civiles, contribuyendo así a la selección de la alternativa más adecuada para su eventual financiamiento. La experiencia permitió constatar la efectividad de

este tipo de actividades integradoras, que, al ser implementadas en distintos niveles de la currícula de ingeniería, favorecen el desarrollo y fortalecimiento de competencias tanto sociales como actitudinales.

Palabras clave: articulación curricular, educación en ingeniería, innovación curricular, competencias transversales

Abstract

This article presents the results of an integrative activity developed during the years 2023 and 2024, within the framework of a joint experience between the subjects Civil Engineering II (2nd year) and Environmental Management and Sustainable Development (5th year), both belonging to the curriculum of the Civil Engineering degree at the National Technological University, Santa Fe Regional Faculty (UTN FRSF). In the development of this activity, second-year students, in their role as Local Professional Teams, carry out a group practical work in which, after identifying and selecting a road or hydraulic problem, they prepare a diagnosis that allows them to propose possible solutions. Subsequently, fifth-year students join these groups, assuming the role of Environmental Experts of a Bank, with the aim of contributing specific knowledge on environmental management and sustainability in civil works projects, thus contributing to the selection of the most appropriate alternative for their eventual financing. The experience demonstrated the effectiveness of these types of integrative activities, which, when implemented at different levels of the engineering curriculum, promote the development and strengthening of both social and attitudinal competencies.

Keywords: Curricular articulation, engineering education, curricular innovation, transversal competencies

Introducción

En la asignatura Ingeniería Civil II, integradora del segundo año de la carrera Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF), los estudiantes se enfrentan con la resolución de problemas básicos reales de ingeniería que incorporan dificultades crecientes, sin contar con la totalidad de los conocimientos técnicos, esto hace que se vean obligados a desarrollar sus propios recursos, su imaginación e intuición. En esta línea, se trabaja sobre conceptos como la responsabilidad social, el impacto ambiental, la ética profesional y la planificación y gestión de una obra de ingeniería. Asimismo, se trabaja de manera específica en el desarrollo de habilidades de comunicación oral y escrita, con especial énfasis en el uso adecuado del vocabulario técnico propio de la disciplina (Resolución CD UTN N° 1853/2022).

Dentro de los objetivos específicos establecidos en el diseño curricular de la asignatura, se destacan:

- Identificar los problemas ambientales básicos vinculados a la ingeniería civil.
- Identificar los principales impactos ambientales de las obras civiles.
- Integrar competencias en el marco de actividades interdisciplinarias.

Por su parte, en la Asignatura Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable, dictada en el quinto año de la carrera, los estudiantes abordan de manera integral los principios y herramientas de la gestión ambiental aplicados a obras de ingeniería. Se trabaja sobre marcos normativos, metodologías de evaluación de impacto ambiental, y criterios de sustentabilidad y sostenibilidad en el diseño, ejecución, operación y hasta el fin de la vida útil de los proyectos. La asignatura promueve una mirada crítica sobre la relación entre la actividad humana y el ambiente, incentivando el análisis de conflictos socioambientales y la búsqueda de soluciones técnicas viables y sostenibles. Asimismo, se fomenta el trabajo interdisciplinario, el uso de indicadores ambientales y la aplicación de estrategias para la mitigación y/o compensación de impactos y riesgos ambientales (Resolución CD UTN N° 1853/2022).

Con el propósito de generar un espacio de trabajo que permita a los estudiantes poner en práctica, desarrollar y fortalecer competencias de tipo sociales y actitudinales (Zambrano Verdesoto, 2021; UPM, 2008;) — altamente valoradas en el nuevo Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional

(CONFEDI, 2014; Resolución CD UTN N° 624/2022)—, los equipos docentes de las asignaturas de Ingeniería Civil II y Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable de la UTN FRSF, vienen llevando adelante, desde el año 2023, una actividad integradora conjunta con los estudiantes de ambas materias

El objetivo de este artículo es compartir las experiencias derivadas de la implementación de dicha actividad durante los ciclos lectivos 2023 y 2024, así como presentar las propuestas de mejora formuladas para el año 2025, a partir de los aprendizajes obtenidos en cada una de las instancias previas.

Desarrollo de la actividad

Propuesta

Durante el primer cuatrimestre de los años 2023 y 2024, los estudiantes de segundo año realizaron un trabajo práctico grupal en el cual, luego de identificar y seleccionar un problema vial o hidráulico existente en la ciudad de Santa Fe y su zona de influencia, e investigar al respecto, obtuvieron un diagnóstico que les permitió proponer posibles soluciones a dicha situación problemática. Por su parte, los alumnos de quinto año, en la asignatura Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable, venían estudiando y aplicando sus conocimientos sobre gestión ambiental y sustentabilidad en diferentes casos de proyectos de obras civiles.

En este contexto, la actividad integradora propuso: los alumnos de Ingeniería Civil II asumirían el rol de *Equipos de Profesionales Locales*, pertenecientes a entidades del gobierno santafesino (municipio o comuna donde se localice el problema a abordar), quienes tendrían identificado y caracterizado un problema puntual y preseleccionadas posibles alternativas de solución. Por su parte, los alumnos de quinto año asumirían el rol de *Expertos Ambientales* pertenecientes al Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2023), organismo de financiamiento con presencia en la región, que buscaba apoyar proyectos alineados con su política de gestión del territorio.

De esta manera, se asignó un equipo de Expertos Ambientales del Banco (estudiantes de quinto año) a cada uno de los Equipos de Profesionales Locales (estudiantes de segundo año), conformándose así los equipos interdisciplinarios, cuya misión consistía en seleccionar y fundamentar la mejor alternativa, que no solo ofreciera una solución efectiva al problema identificado por el Equipo de Profesionales Locales, sino que además tuviera un impacto socioambiental positivo en su entorno local o regional inmediato, a fin de alcanzar el mejor puntaje en la evaluación de proyectos a financiar, conforme a los estándares de elegibilidad del Banco.

La línea de financiamiento del Banco dentro de la cual debían enmarcarse los proyectos desarrollados por los equipos interdisciplinarios era la de "Ciudades y Comunidades Humanas, Inclusivas, Seguras y Sostenibles", siendo elegibles únicamente aquellos de obras que tuvieran como objetivo mejorar la calidad de vida de las comunidades, reducir el impacto socioambiental existente en relación con un problema local, maximizar la inclusión y la seguridad de las personas, disminuir el consumo de recursos, la generación de residuos de todo tipo y la emisión de contaminantes, dar cumplimiento a la normativa de protección ambiental aplicable, y promover la implantación de sistemas constructivos de mayor sustentabilidad ambiental en sus comunidades (CAF, 2023).

Con esta consigna y un tiempo determinado para su resolución, cada equipo interdisciplinario debía preparar una presentación sobre el problema abordado y la solución seleccionada. Esta presentación fue expuesta oralmente ante un Comité de Evaluadores del Banco, integrado por docentes de la carrera de Ingeniería Civil, utilizando los mejores recursos disponibles dentro del equipo para 'vender' su propuesta. Para ello, se hizo uso de herramientas visuales, habilidades de comunicación efectiva y persuasiva, gestión del tiempo, y nociones de marketing aplicadas a la ingeniería. Durante la exposición, los equipos debían fundamentar por qué su propuesta merecía ser financiada. Finalmente, en base a la votación del Comité Evaluador, se seleccionaron las tres propuestas que mejor se ajustaron a la línea de financiamiento del Banco.

Como cierre de la actividad, se incluyó una instancia de autoevaluación por parte de los estudiantes, promoviendo la reflexión personal y sobre el propio proceso de aprendizaje. Esta etapa, orientada al desarrollo de habilidades metacognitivas, se llevó a cabo mediante un formulario de Google.

Desarrollo y resultados de la actividad

Para efectivizar la consigna propuesta, se realizó una primera jornada de presentación, durante la cual se reunieron en un mismo espacio (auditorio de la UTN FRSF) los estudiantes de ambas asignaturas. Allí se conformaron los equipos interdisciplinarios, y los integrantes de la cátedra Ingeniería Civil II informaron a sus pares de quinto año sobre el problema que abordarían y las potenciales alternativas de solución identificadas. Además, durante esta primera jornada, los docentes presentaron la rúbrica de evaluación (ver Tabla 1)- que sería utilizada para la selección de los proyectos ganadores a partir de la evaluación realizada por un Comité de Evaluadores. En la Figura 1 pueden apreciarse imágenes de esta primera jornada.



Figura 1: Imágenes de la primera jornada de presentación, realizada en el auditorio de la UTN FRSF

Tres días después, entre las 9 y las 12 hs, se realizó la segunda jornada de trabajo presencial, durante la cual, bajo la modalidad de *encierro*¹, cada equipo interdisciplinario trabajó de manera autónoma en aulas previamente asignadas de la Universidad, en la preparación de sus propuestas y presentaciones. Para fomentar el aspecto lúdico de la actividad, se solicitó que los integrantes de cada grupo intercátedra asistieran caracterizados con un elemento distintivo (ver Figura 2), el cual estaría a elección de cada grupo y debía estar presente durante la instancia de exposición oral. Como no se solicitó a los equipos interdisciplinarios la redacción de un informe o documento, durante esta jornada de trabajo solo debían abocarse a la selección de la mejor alternativa de solución, asignar tareas y roles a cada integrante del grupo y preparar la presentación oral.



Figura 2: Grupos Interdisciplinarios durante la jornada de encierro, con sus respectivos distintivos.

¹ Jornada intensiva de trabajo, donde estudiantes y docentes se aíslan temporalmente para concentrarse en el desarrollo de un proyecto arquitectónico.

Tabla 1: Criterios de evaluación de los trabajos presentados durante la actividad integradora.

Rúbrica de evaluación de Proyectos Ingenieriles a Financiar por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF).												
Nombre Completo Integrante Comité Evaluador:		Cargo o Puesto que ocupa:										
ASPECTOS		CRITERIOS DE VALORACIÓN					CALIFICACIÓN					OBSERVACIONES COMENTARIOS
1. PROBLEMA ABORDADO		Ponderación: 25% de la nota final										
1.1	Relevancia socioambiental de la problemática seleccionada	Alta / media / baja										
1.2	Diagnóstico y Justificación del proyecto elegido	Utilizan información recabada de distintas fuentes										
1.3	Alternativas de solución evaluadas	pertinencia, viabilidad técnica, económica, legal y										
1.4	Evaluación y selección de alternativa	Criterios de evaluación y selección aplicados										
SUBTOTAL PROBLEMA ABORDADO		0,00					0,00					
2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN SELECCIONADA		Ponderación: 50% de la nota final										
2.1	Grado de efectividad en la solución del problema	Total / Parcial / Mínima										
2.2	Impacto socioambiental positivo generado en su entorno	Puntual / Local / Regional										
2.3	Grado de Resiliencia generada con la solución	Alto / medio / bajo o no considera										
2.4	Aporte a la mejora a la Calidad de Vida de la comunidad	Alto / medio / bajo o no considera										
2.5	Reducción del Impacto socioambiental originado por el problema	Alto / medio / bajo o no considera										
2.6	Aportes a la Inclusión Social	Alto / medio / bajo o no lo considera										
2.7	Aportes a la Seguridad de la comunidad	Alto / medio / bajo o no lo considera										
2.8	Grado de cumplimiento de normativa ambiental aplicable	Total / parcial / no cumple										
2.9	Sustentabilidad del sistema constructivo aplicado en la solución	Incorpora variables ambientales en el diseño y										
2.10	Grado de innovación en la solución tecnológica propuesta	Planteo innovador Total / Parcial (innova en										
SUBTOTAL ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN SELECCIONADA		0,00					0,00					
3. PRESENTACIÓN Y EXPOSICIÓN ORAL		Ponderación: 25% de la nota final										
3.1	Armadura de la Estructuración y contenido de la presentación											
3.2	Calidad gráfica de la presentación	Recursos y herramientas digitales utilizadas										
3.3	Comunicación no verbal	Gesticular, actitudinal, presencia y caracterización										
3.4	Comunicación verbal oral de la presentación											
3.5	Estrategia de venta y marketing utilizada	Justificación de la inversión										
3.6	Grado de Comunicación efectiva alcanzada	Alto / medio / bajo o poco claro y no convincente										
3.7	Gestión del tiempo de exposición	Se excedió / Adecuado / Tiempo ocioso (menos										
3.8	Grado de trabajo en equipo interdisciplinario y colaborativo alcanzado	Se logró Alta integración y complemento										
SUBTOTAL PRESENTACIÓN Y EXPOSICIÓN ORAL		0,00					0,00					
EVALUACIÓN FINAL (Financiable, no financiable)		Suma total ponderada										
		0,00					0,00					
		0,00					0,00					
		80					0,00					
		60					0,00					

Referencia de las notas:
SOBRESALIENTE (10)
DISTINGUIDO (9)
MUY BUENO (8)
BUENO (7)
APROBADO (6)
A MEJORAR (menor a 6)

DESARROLLO DE LA INSTANCIA DE EXPOSICIÓN ORAL Y EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS

Las exposiciones de los distintos Equipos de trabajo comenzará a las 13hs, y cada uno realizará la presentación de su caso, siguiendo las pautas pre establecidas, y buscando convencer al Jurado de que el suyo merece el financio.

1° EVALUACIÓN NO VINCULANTE DE LOS ALUMNOS

Al finalizar las exposiciones, la totalidad de los alumnos presentes adoptarán el rol de Evaluadores del CAF, y mediante un formulario google votarán por el Equipo interdisciplinario que mejor considere merezca el financio.

2° EVALUACIÓN DEL COMITÉ EVALUADOR

Cada integrante del Comité tendrá a su nombre una planilla (la presente rúbrica) con la cual irá puntuando a su criterio cada uno de los Equipos, considerando los parámetros y criterios de evaluación propuestos.

Al finalizar el último grupo se darán a conocer los resultados que figura en la última planilla.

CIERRE DE LA ACTIVIDAD

Los tres equipos con mayor puntaje y que sobrepasen en puntaje mínimo a financiar, obtienen el financiamiento.
Sobre las 15,15hs, al finalizar la notificación y entrega de premitos a los equipos ganadores, se realizará un cierre espontaneo donde se solicitará a alumnos e integrantes del Comité evaluador que compartan su opinión sobre la actividad compartida.

Finalmente, luego de un receso para almorzar, a las 13:00 hs del mismo día comenzaron las exposiciones, que debían respetar el límite de 7 minutos como tiempo máximo de exposición. Además, cada grupo debió seleccionar a 4 integrantes para efectuar la presentación oral en representación

. La evaluación de cada una de las propuestas expuestas fue realizada, en una primera instancia, por todos los estudiantes asistentes a la jornada, quienes asumieron el rol de integrantes de un Comité Auxiliar de Evaluadores del Banco. Esta valoración, de carácter no vinculante y con campos de evaluación diferentes a los de la rúbrica presentada en la Tabla 1, se realizó mediante un formulario de Google completado por los estudiantes tras finalizar la exposición de cada Equipo Interdisciplinario. Adicionalmente, de manera paralela, el Comité de Evaluadores del banco, conformado por docentes de ambas cátedras y docentes y profesionales convocados para tal fin, utilizando la rúbrica presentada en la Tabla 1, realizó la evaluación definitiva y selección de las tres mejores propuestas. En la Figura 3 pueden observarse la Exposición de uno de los Equipos Interdisciplinarios.



Figura 3: Imágenes de la exposición realizada por los estudiantes en el auditorio de la UTN FRSF.

En relación con el desempeño estudiantil, se observó, en términos generales, un interés y entusiasmo creciente conforme se iba desarrollando la jornada de trabajo compartida, en cada edición de la actividad, así como algunas dificultades esperables que solo son identificadas y reconocidas cuando se tienen que enfrentar con situaciones desafiantes y/o poco convencionales durante su formación, tales como integrarse y trabajar con personas desconocidas, el tener que hablar en público. Al mismo tiempo, estas instancias también resultan de importancia para descubrir otras habilidades que quizás no se reconocían a sí mismos. Así también en ocasiones la falta de lectura e interpretación de los materiales de apoyo (como la guía de la actividad y los criterios de evaluación), lo que derivó en presentaciones que no siempre respondieron de forma completa a los objetivos planteados.

Sin embargo, aun incluso con aspectos intercátedras a mejorar, se renueva cada año la intensidad de una nueva edición, ante el balance global positivo significativo que implica para todos – alumnos y docentes – compartir una experiencia como la presentada en este trabajo, que, planificada y preparada debidamente, permite condensar en una sola actividad integradora la posibilidad de ejercitar tantas competencias y de crecimiento para todos.

Competencias trabajadas durante la actividad

En términos generales, el desarrollo de la actividad implica la puesta en juego de diversas competencias tanto genéricas como específicas. Entre las competencias genéricas, se destacan las tecnológicas, como la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (CG1), así como concebir, diseñar y desarrollar

proyectos en este campo (CG2). Además, se incluyen competencias sociales, políticas y actitudinales, que abarcan el trabajo en equipo (CG6), la comunicación efectiva (CG7), la ética profesional, el compromiso social y el aprendizaje autónomo y continuo (CG8 y CG9). Estas habilidades son fundamentales para desempeñarse de manera efectiva en contextos profesionales y sociales relacionados con la ingeniería.

Por otro lado, las competencias específicas están orientadas a áreas técnicas y de gestión en ingeniería civil. Incluyen la planificación, diseño, cálculo y construcción de obras civiles, infraestructura, transporte y urbanismo, considerando la legislación vigente (CE01). También abarcan la gestión de recursos hídricos, proyectos hidrológicos e hidráulicos, estudios de tránsito, gestión ambiental, residuos sólidos y aspectos medioambientales y de higiene y seguridad relacionados con las obras (CE 03, CE 07, CE 09, CE 10, CE 11, CE 12 y CE 14). Estas competencias permiten a los profesionales dirigir, evaluar y certificar estudios y proyectos especializados, asegurando un enfoque integral y sustentable en su ejercicio profesional.

Respecto de las anteriores, cabe destacar que, mientras que para los estudiantes de 2do año el nivel que el desarrollo de la actividad aporta a cada una de las competencias (las específicas, sobre todo) si bien es bajo teniendo en consideración el nivel inicial en su formación, este tipo de desafíos sin dudas comienzan a introducirlos en el desarrollo de cada una de ellas. Por su parte, para los alumnos de 5to año próximos a recibirse, la actividad integradora constituye una instancia de formación en la etapa final de su formación que los acerca más a su futuro ejercicio profesional. Para ambos, la actividad planteada en conjunto posee la particularidad de que se ejercitan, combinan e integran sinérgicamente dichas competencias durante el desarrollo del evento, contribuyendo con distinto pero significativo grado en la formación de cada uno como futuros profesionales, más aún, cuando en el transcurso de la carrera no existen y/o abundan instancias prácticas integradoras con estas características.

Modificaciones propuestas para la edición 2025

En virtud de las experiencias de las ediciones 2023 y 2024, y con intenciones de mejorar continuamente la actividad integradora, para el año 2025 se propusieron las siguientes modificaciones:

1. A diferencia de ediciones anteriores, en las que cada equipo interdisciplinario trabajaba sobre una situación distinta vinculada con problemas de índole hidráulico-vial, en esta ocasión todos los equipos interdisciplinarios abordarán un mismo caso de estudio (problema a resolver): La reconversión o puesta en valor de un edificio histórico de la ciudad de Santa Fe, emplazado en un sector de gran relevancia como lo es la *Vieja Usina del puerto* (ver Figura 4). Esta modificación posibilitará el desarrollo de distintos análisis y propuestas de solución sobre un mismo objeto (el caso propuesto).

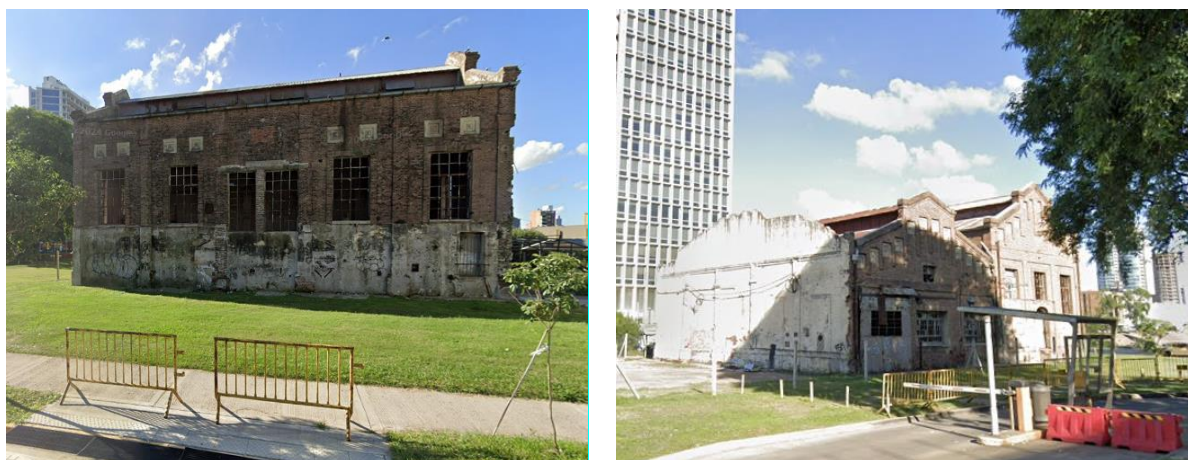


Figura 4: Estado actual del edificio de la Vieja Usina del Puerto de Santa Fe.

2. La presente actividad integradora se presentará a los alumnos como una instancia inicial, que tendrá su continuidad y cierre a fin de año, con la realización de un simulacro de Audiencia Pública Ambiental (APA); la cual constituye una herramienta de gestión ambiental que cada vez tiene mayor implementación práctica, especialmente en los procesos de evaluación ambiental de proyectos que conllevan un impacto socioambiental significativo. En esta última actividad integradora, serán discutidas las dos propuestas de intervención que resulten ganadoras de la primera actividad, y se premiará a la mejor de ellas que obtenga la licencia ambiental y social, que le otorguen vialidad y posibilidades reales de financiamiento. De esta manera, se busca alcanzar una mayor integración entre los contenidos desarrollados a lo largo del año académico por ambas cátedras y la actividad, así como sumar una segunda y última instancia integradora, que permita profundizar y potenciar aún más el ejercicio de las competencias mencionadas antes.

3. Ante la dificultad manifestada por los evaluadores convocados en la edición 2024, sobre el llenado en tiempo real de la rúbrica confeccionada para evaluar los trabajos presentados, en la nueva edición a realizarse se decidió adoptar una rúbrica de evaluación de proyectos más simplificada.

Conclusiones

La dinámica planteada —que implicó asumir roles profesionales, cumplir con objetivos en un tiempo dado, simular una situación de evaluación externa, trabajo colaborativo y complementario entre estudiantes de diferentes niveles que no se conocían y la aplicación práctica de conocimientos en problemas reales urbanos — resultó valiosa para promover el pensamiento crítico, la participación en equipos interdisciplinarios, aprender a gestionar los tiempos y la inclusión de criterios de sustentabilidad en el abordaje de problemas de ingeniería concretos y reales, enmarcada en una única actividad de innovación curricular.

No obstante, como toda nueva iniciativa pedagógica, de su implementación y luego de cada versión, surgen algunos aspectos que luego necesitan ser revisados y mejorados en futuras ediciones. En cuanto al cuerpo docente de ambas cátedras, se destaca la importancia de contar con disponibilidad de integración y predisposición para habilitar la concreción de este tipo de trabajos intercátedras, así como la capacidad de autocrítica y de evaluación post realización de cada evento. De esta manera, se alcanza una mejora y optimización de estas instancias pedagógicas en cada nueva versión, se consolida la relación entre los miembros de cada cátedra, así como se materializa la posibilidad de ofrecer al estudiantado oportunidades de formación que potencien tanto su presente como alumno, como su futuro como profesional de la ingeniería civil.

Referencias

1. Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional. Ordenanza 1853, 2022.
2. Programa y Planificación de la asignatura Ing. Civil II
3. Programa y Planificación de la asignatura Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable
4. Zambrano Verdesoto, G. J. Metodologías activas generadoras de un aprendizaje significativo en la educación superior. Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2021.
5. Servicio de Innovación educativa, Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Aprendizaje basado en problemas. Innovación Educativa, 2008.
6. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Competencias en Ingeniería. CONFEDI, 2014.
7. Página oficial del Banco de Desarrollo de América Latina

Aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza de ingeniería metalúrgica

Application of New Technologies in the Teaching of Metallurgical Engineering

Presentación: 04/09/2025

Guillermo Díaz

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Departamento Metalurgia, Argentina.
gdiaz@frsn.utn.edu.ar

Javier Sola

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Departamento Metalurgia, Argentina.
jsola@frsn.utn.edu.ar

Rocío Avetta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Departamento Metalurgia, Argentina.
roavetta@frsn.utn.edu.ar

Elena Brandaleze

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Departamento Metalurgia, Argentina.
ebrandaleze@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Este artículo describe una experiencia que integra realidad aumentada (RA), realidad virtual (RV) y modelado computacional en la formación de Ingeniería Metalúrgica para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos metalúrgicos. El objetivo es desarrollar contenidos metalúrgicos específicos y competencias de los estudiantes en las tecnologías emergentes, dado que son cada vez más utilizadas en la industria para la resolución de problemas, la formación en seguridad y salud ocupacional y la concienciación ambiental. La investigación se basa en la perspectiva epistemológica asociada al paradigma del constructivismo sociocultural. Se aplica un modelo metodológico vinculado a los principios de la Investigación-Acción. Los estudiantes participan activamente en las actividades que se desarrollan en el aula-laboratorio, observando procesos y resolviendo problemas de ingeniería. Analizan contenidos e información y brindan la retroalimentación mediante presentaciones, informes o entrevistas. Se ha demostrado que tanto las prácticas incluyendo estas tecnologías como las herramientas computacionales, mejoran el desarrollo de habilidades técnicas y sociales en la formación avanzada en ingeniería metalúrgica. Además, facilitan el aprendizaje, aumentan la motivación, estimulan la creatividad y promueven habilidades digitales como la gestión de la información, el trabajo colaborativo y el aprendizaje autónomo, al tiempo que facilitan la comunicación.

Palabras clave: Enseñanza, Ingeniería metalúrgica, Realidad aumentada, Realidad virtual, Modelización

Abstract

This article details an experience integrating augmented reality (AR), virtual reality (VR), and computational tools for modeling into Metallurgical Engineering education to enhance students' understanding of metallurgical processes. The aim is to develop students' specialty knowledge and proficiency in these emerging technologies, which are increasingly used in industry for problem-solving, occupational health and safety training, and environmental awareness. The research is based on the epistemological perspective associated with the paradigm of sociocultural constructivism. A methodological model linked to the principles of Action-Research is applied. Students actively participate in activities carried out in the classroom-laboratory, observing phenomena or processes and solving the proposed engineering problems. They analyze content and information and provide feedback through presentations, reports, or interviews. Practices that include these technologies and computational tools have been shown to improve the development of technical and social skills in advanced metallurgical engineering training. Furthermore, they facilitate learning, increase motivation, stimulate creativity, and promote digital skills such as information management, collaborative work, and independent learning, while also facilitating communication.

Keywords: Teaching, Metallurgical Engineer, Augmented Reality, Virtual Reality, Modelling

Introducción

En el sector industrial vinculado a la metalurgia, los modelos actuales asociados a la Industria 4.0 y 5.0 han impulsado la digitalización de los procesos y la incorporación de nuevas tecnologías. Estas incluyen la Realidad Aumentada (RA), la Realidad Virtual (RV), y herramientas computacionales de modelado que permiten resolver problemas de ingeniería de forma más eficiente y en menor tiempo [1]. En los entornos industriales, los operadores e ingenieros generan grandes cantidades de datos y a través de dichas tecnologías se pueden aprovechar para la mejora continua y la reingeniería de plantas o procesos, minimizando a menudo la necesidad de pruebas o ensayos experimentales costosos y laboriosos, ofreciendo soluciones alternativas más eficientes [2]. Esto impulsa a introducir estas tecnologías y el modelado en la enseñanza de ingeniería para fomentar el desarrollo de nuevas habilidades en los futuros profesionales de la especialidad. La representación de plantas metalúrgicas mediante (RV) y (RA), tanto como la modelación de procesos, ensayos o fenómenos, tiene un valor educativo relevante para los estudiantes que influye en la forma en que los futuros ingenieros metalúrgicos realizan sus actividades o proyectos de fin de carrera. Por ello, se han incorporado progresivamente prácticas pedagógicas que aplican Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV), entre otras herramientas de modelado utilizando herramientas computacionales con diferentes propósitos: la visualización de procesos y entornos industriales, la realización de prácticas donde se puedan manipular objetos (incluso en 3D) o tomar decisiones asociadas a variables de procesos y secuencias operativas, verificar condiciones de fenómenos vinculados a la fabricación de productos metálicos semiacabados o finales, entre otros. Estas tecnologías representan una gran oportunidad para promover el aprendizaje ubicuo y significativo [3]. El objetivo principal de este trabajo es analizar el impacto de la aplicación de las nuevas tecnologías mencionadas, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la carrera Ingeniería Metalúrgica. Se considera el enfoque pedagógico STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, por sus siglas en inglés) en la asignatura “Proyecto Final”. Dentro de los contenidos de la asignatura se brindan los saberes necesarios para formar a los estudiantes en el saber *saber*, saber *hacer* y saber *ser*, vinculado a la elaboración de proyectos de ingeniería metalúrgica integrando contenidos de toda la carrera, que es el requerimiento final para acreditar el título de grado. Además, contribuir con el desarrollo de capacidades y habilidades más cercanas al medio laboral. En este sentido, se contemplan los principios del Constructivismo Sociocultural, que considera el estudio de las prácticas educativas que emplean instrumentos culturales, que en este caso se asocian al entorno industrial vinculado a la metalurgia y al ámbito universitario. El aspecto constructivista social del trabajo se contempla también en la realización de la actividad propuesta en forma grupal, que permite el aprendizaje colaborativo. En la resolución de la actividad se

correlacionan conocimientos de la carrera y se promueve la motivación en los estudiantes. Se pretende además que puedan adoptar durante la realización de la actividad, una actitud favorable que estimule la creatividad para alcanzar soluciones alternativas de los problemas propuestos [4]. La estrategia de enseñanza, aprendizaje y

. En este marco las actividades en el aula-laboratorio se enfocan en el desarrollo de una propuesta de trabajo que involucra metas que promueven la aproximación a las industriales. Se prevé que permitan al grupo de estudiantes desenvolverse y demostrar las competencias y habilidades desarrolladas a lo largo de la asignatura y de la carrera. En esta experiencia la metodología de recolección de información utilizada se vincula a la Investigación-Acción. Para evaluar el impacto del uso de (RA), (RV) y el modelado en el aprendizaje, se entrevista a los profesores de la asignatura y los estudiantes. Posteriormente, se utiliza la retroalimentación del alumnado para evaluar la motivación, la creatividad en las soluciones a los problemas de ingeniería propuestos, el aprendizaje colaborativo e independiente y las habilidades comunicativas.

Desarrollo

○ Descripción general de la actividad

En este trabajo, se presenta la descripción de una práctica realizada en el aula-laboratorio de Modelización de Procesos del Departamento de Metalurgia aplicando (RA), (RV) y modelado, con los estudiantes de la asignatura “Proyecto final”, correspondiente al último nivel de la carrera Ingeniería Metalúrgica. Se pretende que los mismos a través del uso de estas nuevas tecnologías puedan resolver las consignas propuestas integrando y aplicando conocimientos correspondientes a otras asignaturas de la carrera, principalmente en este caso de Metalurgia Extractiva de no ferrosos (asignatura del 4° nivel) y Procesos de Reducción y Aceración (asignatura del 5° nivel). Además, desarrollar habilidades en cuanto al uso de las nuevas tecnologías seleccionadas para esta práctica. A tal fin, se proponen 2 procesos metalúrgicos como ejes temáticos del trabajo (obtención de cobre y de arrabio). En la sección “Plan de Trabajo” de este artículo se detalla la propuesta realizada con los estudiantes durante la actividad.

- Eje temático 1: Proceso de obtención de cobre mediante un horno FLASH.
- Eje temático 2: Proceso de obtención de arrabio mediante proceso de reducción por Alto Horno.

Para el primer eje de trabajo, la actividad propone la aplicación de (RA). A tal fin, se requiere que el docente cuente con la aplicación disponible en el Laboratorio de Modelización de Procesos del Departamento de Metalurgia. La misma se instala en el teléfono móvil y se activa en la pantalla del celular del estudiante al enfocar una imagen de base (Figura 1). Los estudiantes descubren la aparición de un convertidor FLASH (ver Figura 2) que les permite manipular las etapas de la operación del equipo, seleccionar el orden de estas y considerar los tiempos adecuados para cada etapa: carga del horno, afino del cobre, formación de escoria y finalmente las descargas de escoria y/o cobre.



Figura 1. Imagen base sobre la cual se activa la aplicación de RA.

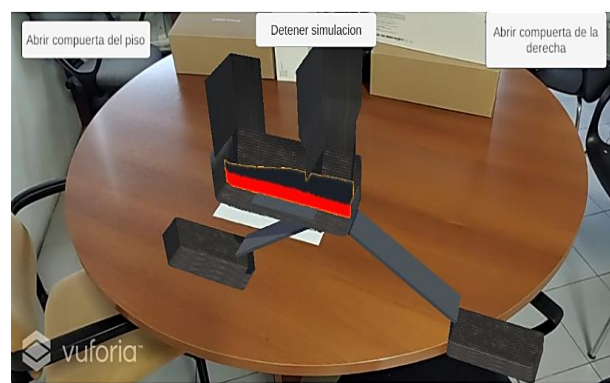


Figura 2. Imagen (RA) del horno FLASH que operan los estudiantes en la pantalla del celular.

Durante la actividad los estudiantes trabajan contenidos de Proyecto Final e integran otros asociados a la asignatura “Metalurgia Extractiva de los no ferrosos”, considerando las etapas de obtención del cobre mediante el Horno FLASH, Figura 3. Donde es relevante contemplar las prácticas operativas de carga en el convertidor, los tiempos de procesamiento

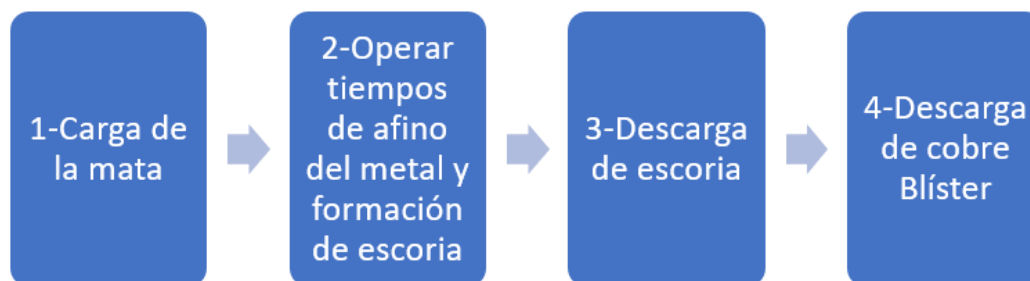


Figura 3. Etapas del proceso de obtención de cobre mediante el Horno FLASH.

Esta tecnología permite la fusión y conversión de concentrados del metal sulfurado, empleando energía que se libera a partir de las reacciones autógenas que transcurren (oxidación del Fe y el S presente en el mineral), cuyos productos se mezclan con el aire precalentado y enriquecido en oxígeno formando una llama y evitando el uso de otro tipo de combustible durante el proceso. Los productos generados corresponden a Metal y Escoria, el equilibrio del sistema se alcanza próximo a la temperatura de llama en el rango entre (1200°C-1400°C). Las fases líquidas se separan por densidad y el tiempo de inicio de la descarga depende del paso de impurezas del metal a la escoria hasta lograr la condición de equilibrio. La descarga de escoria (descarga lateral) ocurre cada 15 a 30 minutos y la del metal (descarga inferior) es posterior y cada 30 min. En este caso el estudiante deberá responder a la consigna 1, seleccionando los materiales a introducir en el horno y el orden en que los carga, tanto como seleccionar la opción de descarga con los tiempos adecuados. En la devolución final del informe completará las preguntas formuladas.

Para el segundo eje de trabajo, la actividad contempla aplicar en la consigna 2 que aplica (RV) y la consigna 3 que utiliza modelización (ver Plan de trabajo). A tal fin, como primer paso los estudiantes observan un video 360 en modo VR donde se muestran las instalaciones de un Alto Horno correspondiente a una planta industrial y cuyo producto es el arrabio. Este se trata de un proceso de reducción de materias primas minerales a través del cual se obtiene el hierro de primera fusión, con un alto contenido de carbono. Por tal razón, luego del proceso de reducción el arrabio se procesa en la acería para obtener acero crudo. Para realizar la observación del video, los estudiantes reciben dispositivos de visualización del tipo Meta Quest 2 que les permiten ver dicho videos en forma inmersiva como si estuvieran en la planta. En base a la observación responden a la consigna 2 (Tabla 1). Una imagen del proceso de Alto horno extraída del video inicial de la actividad y del estudiante usando el dispositivo de observación se presenta en la Figura 4 (a) y (b).

Los estudiantes emplean los datos extraídos del video (RV) para resolver la consigna 2 y además registran la información que les permite activar una modelización del crisol del alto horno realizada con ANSYS FLUENT, Figura 4 (c). El modelado del crisol permite a los estudiantes trabajar sobre el perfil térmico adecuado para la dinámica de fluidos requerida. A partir de la modelización pueden resolver la consigna 3. Cabe mencionar que el modelo del crisol se encuentra en la pc del aula-laboratorio y ha sido previamente desarrollado por los docentes- investigadores de la línea de Modelización de Procesos.



(a) Imagen extraída del video 360° del Alto Horno observado por (RV) (b) Estudiante utilizando un visor Meta Quest 2. (c) Modelización del crisol del Alto Horno-perfil térmico.

Figura 4. Imagen del proceso de Alto horno extraída del video inicial de la actividad, del estudiante realizando la experiencia con el dispositivo de observación y la modelización del perfil térmico del crisol del Alto horno.

○ Plan de trabajo

El Plan de trabajo se entrega a los estudiantes y detalla las consignas del trabajo práctico, Tabla 1. Los participantes reciben en el aula-laboratorio los materiales y dispositivos necesarios para la actividad. El documento se utiliza como guía del trabajo y permite realizar el registro de la información.

Actividad N°1: Laboratorio Modelización de Procesos – Departamento Metalurgia		
Apellido y nombre:Fecha:Asignatura:		
Eje Temático 1	Eje Temático 2	
Consigna 1: "Bienvenido a la simulación del proceso de conversión de cobre con un convertidor FLASH. Aprende cómo se transforma el cobre fundido en cobre de mayor pureza mediante este proceso industrial"	Consigna 2: "Bienvenido a fomentar mediante realidad virtual la comprensión visual y práctica del proceso de producción de arrabio con alto horno a través de una experiencia inmersiva usando un video en 360°."	Consigna 3: "Aplicando modelado con Ansys Fluent estudiar la distribución de temperatura y el comportamiento de fluidos en un modelo del crisol del alto horno".
Carga de materiales Selecciona el material a cargar en el convertidor FLASH con un tilde y el orden en la práctica de carga colocando el N°: • Mata N° • Escoria..... N° • Gases..... N° • Fundentes..... N°	Materiales • Video en 360° del proceso de un alto horno • Dispositivos de visualización y manipulación (Meta Quest 2) • Controladores (Meta Quest 2 Touch controllers)	Materiales • Modelo disponible del crisol de Alto Horno • Se corre la simulación con una clave (dato inicial la Temperatura de colada del arrabio. • Se evalúa la variable T y la distribución • Se predice la dinámica de fluidos
Componentes interactivos • Abrir la compuerta de carga y realizar la carga de material. • Esperar el tiempo de permanencia para la conversión. • Decidir cuándo se abre la compuerta derecha para descarga de la escoria • Decidir cuándo se abre la compuerta de piso para descargar el cobre afinado.	Control de variables Responder: ¿Cómo crees que se controla la temperatura en el horno? ¿Qué beneficios consideras que tiene una vista en 360° para entender mejor el proceso? ¿Qué riesgos se presentan en este proceso? ¿Qué innovaciones tecnológicas podrían mejorar el proceso?	Control de variables • Genera una grilla con la variable temperatura proporcionada por la simulación. Correlaciona con las temperaturas del arrabio y la escoria. • ¿Considera que el perfil de temperatura permite predecir el perfil de desgaste del crisol?
Control de variables: Escribir las reacciones químicas que transcurren durante el proceso: Responder: ¿Qué pasaría si aumentamos la temperatura? ¿O si inyectamos más oxígeno? Se pueden mostrar cambios en la reacción y en la calidad del cobre dependiendo de estos cambios.	Debate final Realizar un debate sobre sostenibilidad y medio ambiente en la siderurgia relacionada a los procesos de reducción de minerales por alto horno. (t=15 min)	Debate final Realizar un debate sobre la aplicación de la herramienta computacional aplicada a la visualización de fenómenos no visibles a simple vista en procesos metalúrgicos, la factibilidad de análisis de condiciones extremas o peligrosas y el ahorro de tiempos y recursos. (t=15 min)

Tabla 1. Plan de trabajo con las consignas de la práctica.

○ Opiniones de estudiantes luego de realizar la actividad

Posterior al trabajo práctico fue por decisión de los docentes de Proyecto final realizar el debate final de las consignas 2 y 3 como cierre técnico de la actividad y además relevar las opiniones de los estudiantes sobre la realización de este Trabajo Práctico en correlación con los contenidos dados en la Unidad 1 de la asignatura Proyecto final. En la Tabla 2, se resumen las opiniones relevadas en la entrevista a los estudiantes.

Opiniones de los estudiantes sobre el Trabajo Práctico
<i>La industria 4.0 y 5.0 afecta significativamente la forma en que las industrias operan y en cómo se integran las tecnologías avanzadas en los procesos de producción. Estas revoluciones industriales no sólo transforman los procesos industriales, sino que también tienen un profundo impacto en los requerimientos hacia la educación y formación de futuros ingenieros.</i>
<i>El Trabajo práctico ofreció un primer acercamiento claro y motivador al uso de visores de realidad virtual con videos 360°, a aplicar realidad aumentada, evidenciando el potencial de las tecnologías inmersivas tanto en la formación como en su aplicación profesional.</i>
<i>En el ámbito laboral, estas herramientas ya son utilizadas para entrenamientos en seguridad, simulaciones de mantenimiento, recorridos virtuales por instalaciones industriales y planificación de procesos</i>
<i>Las nuevas tecnologías permiten optimizar recursos, reducir riesgos operativos y facilitar la transferencia de conocimiento técnico, especialmente en entornos de difícil acceso.</i>
<i>Los estudiantes enfatizan el rol del ser humano como un colaborador creativo en los procesos productivos y consideran que los estudiantes deben aprender a diseñar sistemas donde la interacción humano-máquina sea armoniosa y eficaz</i>
<i>El acceso a laboratorios o trabajos prácticos como el realizado permite experimentar con tecnologías de vanguardia sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura física.</i>
<i>La sostenibilidad es clave en la Industria 5.0, por lo que la formación debe incluir el diseño de tecnologías que minimicen el impacto ambiental</i>
<i>Los estudiantes consideran que las simulaciones y el modelado 3D permite entender mejor los procesos de fabricación y diseño de productos</i>
<i>Es necesario que las instituciones educativas incorporen estas tecnologías en sus asignaturas para preparar a los estudiantes no sólo para adaptarse a un entorno cambiante, sino para liderar innovaciones que mejoren tanto la eficiencia como el bienestar social y ambiental.</i>

Tabla 2. Opiniones de estudiantes relevadas posterior al Trabajo Práctico.

Tanto los docentes de la asignatura Proyecto final como los investigadores del Laboratorio de Modelización de Procesos, que formaron parte de la actividad realizada, consideran haber concretado a través del Trabajo Práctico, la aplicación de contenidos metalúrgicos específicos correspondientes a distintas asignaturas de la carrera y además que se ha avanzado en el desarrollo de competencias y habilidades de los estudiantes en las tecnologías emergentes seleccionadas (RA, RV y modelización). Se puede confirmar que la aplicación de la estrategia RAIS en la enseñanza, facilita la reproducción de procesos industriales en el aula y facilita al estudiante el desarrollo de aprendizajes por construcción y descubrimiento propio. Suma además la posibilidad de desarrollar aprendizajes en forma cooperativa y colaborativa [4]. Cabe comentar que ninguno de los dos procesos mencionados resultan accesibles a los estudiantes de la carrera por limitaciones industriales.

No es menos importante el hecho de que las nuevas tecnologías abren otras posibilidades de manipular procesos a través de aplicaciones de RA o de experimentar recorridos por ambientes laborales con RV acercando a los estudiantes situaciones para actuar, tomar decisiones, etc., replicando el entorno industrial en el aula-laboratorio [5]. Esto constituye un gran aporte a la formación de los futuros ingenieros metalúrgicos, dado que orientan en torno al uso y aplicación de dichas herramientas que son cada vez más utilizadas en la industria para la resolución de problemas de ingeniería, la formación en seguridad y salud ocupacional tanto como la concienciación ambiental.

El aprendizaje de los estudiantes se realiza a través de la construcción propia y permite que desarrollen actitudes creativas, que se apropien de la realización y sientan satisfacción por los logros alcanzados. La Realidad aumentada, ha impulsado a la toma decisiones manipulando el convertidor FLASH experimentando y aplicando conocimientos propios profundizando el saber *saber* y el saber *hacer*. Este tipo de práctica también facilita el desarrollo del saber *ser* a través del trabajo participativo en equipo para resolver todas las etapas requeridas. Se

evidencia que a través de la actividad los estudiantes muestran disposición para crear, hacer, innovar y producir [4].

El sistema educativo ha transitado cambios progresivos desde los modelos tradicionales del pasado hasta la actualidad. Los programas educativos, los recursos y herramientas didácticas también se van actualizando. En consecuencia, los docentes van modificando sus prácticas y los estudiantes sus formas de aprender. A esto se suma, la modificación de los roles y las responsabilidades de todos los actores. Es necesario adaptar los métodos hacia enfoques constructivistas, en los cuales se trabajó enfocado en brindar sólo conocimiento específico. Es evidente que, en el constructivismo, las características y elecciones del estudiante influyen en el aprendizaje. La realidad en la que vivimos, incluyendo las características de los nuevos grupos generacionales, requiere la generación de soluciones formativas que satisfagan además de la apropiación de conocimiento las necesidades de las personas en el desarrollo de distintas competencias y habilidades.

Estas estrategias permiten descubrir, estimular y ampliar el potencial creativo de los estudiantes, así como tomar iniciativas, que son fundamentales para este desarrollo personal y social, que representan objetivos educativos actuales más amplios [5]. La participación en actividades que potencien la capacidad innovadora, como la aplicación de nuevas tecnologías promueven también el trabajo colaborativo y la conexión de ideas.

○ Evaluación

Los elementos que se contemplan como parte integral de la evaluación del rendimiento académico se describen en la Tabla 3.

Elementos de evaluación
<i>Conocimiento de los contenidos de la asignatura Proyecto final sobre Industria 4.0 y 5.0, acerca de las nuevas tecnologías utilizadas, sus aplicaciones, ventajas y desventajas.</i>
<i>Conocimiento de las asignaturas Metalurgia Extractiva de no ferrosos y Procesos de Reducción y Aceración integrados y aplicados en la práctica.</i>
<i>Capacidad para establecer objetivos y planificar actividades en cada una de las consignas a resolver dentro del aula-laboratorio</i>
<i>Proactividad de cada estudiante</i>
<i>Redacción y presentación escrita de conceptos y contenidos de la asignatura</i>
<i>Habilidades creativas y del trabajo en el laboratorio (con RA, RV y modelización)</i>
<i>Trabajo en equipo</i>
<i>Resiliencia</i>
<i>Expresión, comprensión y conexión de ideas/conceptos para el desarrollo de productos</i>
<i>Desempeño en debates propuesto en la actividad. Habilidad de expresión oral</i>
<i>Presentación del informe de la actividad en plataforma Moodle y nivel de justificación de las respuestas en las consignas</i>

Tabla 3. Elementos contemplados en la evaluación del Trabajo Práctico.

La evaluación incluye distintas competencias y habilidades clave para el desarrollo profesional del Ingeniero Metalúrgico. En la consigna 1 (aplicando RA), ver como realizan el análisis de reacciones químicas de conversión, el impacto de las variables y la operación del horno FLASH, como consideran los conceptos de equilibrio termodinámico y propiedades fisicoquímicas, entre otras. En la consigna 2 (aplicando RV), los mismos puntos de evaluación sólo que asociados a la obtención de arrabio mediante Alto Horno. En la consigna 3 (modelado del crisol del Alto Horno) el registro de datos para elaborar el perfil térmico, el impacto de la Temperatura en el desgaste del revestimiento del crisol y en el proceso en estudio.

Conclusiones

El Trabajo Práctico realizado dentro del aula-laboratorio, ha concretado la aplicación de contenidos metalúrgicos específicos de la asignatura Proyecto final tanto como de asignaturas tales como Metalurgia Extractiva de los no ferrosos y Procesos de Reducción y Aceración, evidenciando el grado de integración de contenidos de la carrera para resolver problemas de ingeniería metalúrgica. Además, se ha avanzado en el

desarrollo de competencias y habilidades de los estudiantes en las tecnologías emergentes seleccionadas (RA, RV y modelización).

La aplicación de la estrategia RAIS empleando las tecnologías seleccionadas (RA, RV y modelización) ha permitido operar y observar entornos laborales que no resultan accesibles a los estudiantes, y enfrentarse a la necesidad de aplicar conocimientos para tomar decisiones o comprender fenómenos vinculados a procesos industriales, en un entorno de innovación más aproximado al real.

El plan de trabajo propuesto ha sido claro y ha descripto las etapas de las actividades. Ha incluido tareas de trabajo en las que tuvieron que desenvolverse en equipo. Además, se les requiere reflexionar puntos no sólo técnicos sino también vinculados a fomentar la conciencia del cuidado del medio ambiente.

Referencias

- [1] Nesterov A., Kholodilin I., Shishkov A., Vanin P., (2017). Augmented Reality in Engineering Education: Opportunities and Advantages, (117-120) Communications, 4, <https://10.26552/com.C.2017.4.117-120>
- [2] Vasilyeva A., Kuznetsova M., Zinovyeva E., Kuznetsova N., Ageeva I. (2024). Estimation of the Cost of Developing a Digital Twin Using Virtual Reality Technologies in the Metallurgical Industry (66-77) DITEM 2023. LNNS 942, https://doi.org/10.1007/978-3-031-55349-3_6
- [3] Astudillo Torres M.P., (2019). Application of Augmented Reality in University Educational Practices, (203-218) Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC, 18, 2, <https://dx.medra.org/10.17398/1695-288X-18.2.203>
- [4] Sandia Saldivia B.E., Gutierrez Pinzone G. D., Páez Monzón G. A., (2011). Teaching Engineering Issues by Reproducing the Industrial Environment: A Whole Knowledge Approach, (379-388) Revista EDUCERE, 15, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6357666>
- [5] Marquez R., Tolosa L., Gómez R., Izaguirre C., Rennola L., Bullón J., Sandia B., (2023). Reproducing an Environment of Innovation in the Classroom - A strategy to promote creativity in Chemical Engineering education, (1-13) Chemical Education, <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2023-lbqv5>

Experiencia de clase integradora de competencias comunicativas y técnicas en la enseñanza de Ingeniería Civil

Integrative classroom experience of communicative and technical skills in the teaching of Civil Engineering

Presentación: 20/05/2025

Héctor Mónaco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Grupo GIANNCI, Argentina.
hector.monaco@frra.utn.edu.ar

Virginia Stucky

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Argentina.
stuckyvirginia@gmail.com

Lautaro Falchini

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Grupo GIANNCI, Argentina.
lautaro.falchini@frra.utn.edu.ar

Resumen

Este informe de experiencia de clase explora la integración de asignaturas que desarrollan competencias comunicativas por un lado y técnicas por el otro, en la enseñanza de Ingeniería Civil; a partir de la experiencia conjunta en las materias de Comunicación Lingüística y Análisis Estructural 2.

El objetivo es evaluar el impacto de esta metodología en el desarrollo de habilidades transversales esenciales para el ejercicio profesional del ingeniero civil.

Para ello, se realizan encuestas a estudiantes, se analizan: informes técnicos y presentaciones orales.

El análisis incluye métodos cuantitativos y cualitativos, permitiendo identificar mejoras en el rendimiento académico y en la capacidad de comunicación técnica. Los resultados servirán como base para propuestas pedagógicas replicables en otras asignaturas.

Palabras clave: competencias comunicativas, habilidades técnicas, enseñanza integrada, Ingeniería Civil, metodología conjunta

Abstract

This class experience report explores the integration of subjects that develop communicative skills on the one hand and technical skills on the other in the teaching of Civil Engineering, based on the combined experience in the subjects of Linguistic Communication and Structural Analysis 2.

The objective is to evaluate the impact of this methodology on the development of transversal skills essential for the professional practice of civil engineering.

To this end, student surveys are conducted, and technical reports and oral presentations are analyzed.

The analysis includes quantitative and qualitative methods, allowing for the identification of improvements in academic performance and technical communication skills. The results will serve as a basis for replicable pedagogical proposals in other subjects.

Keywords: communicative skills, technical skills, integrated teaching, Civil Engineering, joint methodology

Introducción

En el contexto actual de la enseñanza de la Ingeniería Civil, se reconoce la necesidad de que los profesionales no solo posean habilidades técnicas sólidas, sino también competencias comunicativas que les permitan transmitir conceptos complejos de manera clara y efectiva. La integración de estas competencias es esencial para el desempeño eficiente en entornos laborales multidisciplinarios y dinámicos.

Sin embargo, la formación académica tradicional en Ingeniería Civil a menudo aborda las habilidades técnicas y comunicativas de forma separada, lo que puede limitar la capacidad de los estudiantes para aplicar conocimientos de manera integrada en situaciones reales. Esta separación puede resultar en profesionales que, aunque técnicamente competentes, enfrentan desafíos al comunicar sus ideas, colaborar en equipos o adaptarse a contextos diversos.

La presente iniciativa surge como respuesta a esta problemática, proponiendo una experiencia educativa conjunta en las asignaturas de Comunicación Lingüística y Análisis Estructural 2. Esta metodología busca fomentar el desarrollo simultáneo de competencias técnicas y comunicativas, promoviendo una formación más holística¹ y adaptada a las demandas del entorno profesional contemporáneo.

El enfoque se sustenta en una enseñanza que desarrolle de manera gradual la generación de habilidades para potenciar competencias que sirvan al futuro profesional de cada estudiante. La asignatura Comunicación Lingüística busca contribuir al progreso de las competencias que le permita desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, comunicarse con efectividad, aprender de manera continua y autónoma.

El Libro Rojo de CONFEDI reconoce la comunicación efectiva como una de las competencias sociales, políticas y actitudinales necesarias para los ingenieros. Dentro de las competencias genéricas que deben desarrollar los graduados, se destaca la capacidad de comunicarse con efectividad, lo cual incluye tanto la comunicación oral como escrita en contextos profesionales, técnicos y académicos.

Esta competencia no solo se enfoca en transmitir información técnica de manera clara y precisa, sino también en la capacidad de interactuar con otros profesionales, integrarse en equipos de trabajo y expresar ideas de manera comprensible en situaciones laborales complejas.

El objetivo general de este estudio es evaluar el impacto de la integración de competencias comunicativas y técnicas en la enseñanza de Ingeniería Civil, mediante la implementación de una clase conjunta que combine contenidos de ambas asignaturas. Se pretende analizar cómo esta metodología influye en el rendimiento académico de los estudiantes y en su capacidad para aplicar conocimientos de manera integrada, con el fin de proponer estrategias pedagógicas replicables en otras áreas de la formación en ingeniería.

¹ Formación holística: se enfoca en el desarrollo integral de la persona, considerando su cuerpo, mente, emociones y espíritu, en lugar de enfocarse solo en el conocimiento intelectual.

Desarrollo

El proyecto de integración de competencias comunicativas y técnicas en Ingeniería Civil se centra en el capítulo técnico denominado "Puentes: Diseño, cálculo y ejecución". Esta temática permite abordar desde múltiples perspectivas el diseño estructural de puentes, favoreciendo el análisis crítico y la expresión técnica clara por parte de los estudiantes.

El proyecto de integración de competencias comunicativas y técnicas en Ingeniería Civil se centra en el capítulo técnico denominado "Puentes: Diseño, cálculo y ejecución". Esta temática permite abordar desde múltiples perspectivas el diseño estructural de puentes, favoreciendo el análisis crítico y la expresión técnica clara por parte de los estudiantes.

En el desarrollo de la clase conjunta, los docentes de Análisis Estructural 2 se encargan de explicar los conceptos técnicos fundamentales relacionados con el cálculo estructural y el diseño de puentes. Esto incluye el análisis de cargas, resistencia de materiales y métodos de construcción aplicables en obras civiles de gran envergadura. Por su parte, la profesora de Comunicación Lingüística aborda aspectos relacionados con la redacción técnica, el uso del lenguaje especializado, la criticidad en el diálogo entre la teoría y la práctica, y la presentación oral clara de conceptos estructurales.

Posteriormente, los estudiantes se organizan en equipos de un máximo de tres integrantes, para investigar sobre un puente relevante que los inspire a profundizar en su análisis. La consigna es seleccionar un puente que represente un reto técnico, un hito de diseño o que tenga un contexto significativo. Los equipos desarrollan un informe técnico en el que abordan tanto los aspectos estructurales como comunicativos del puente seleccionado. Cada grupo elige el enfoque que considere más relevante.

Finalmente, cada equipo realiza una defensa oral de su trabajo ante el resto de la clase y los docentes. Esta instancia permite evaluar no solo el rigor técnico del informe, sino también la capacidad de comunicar con precisión y seguridad los resultados obtenidos. Las presentaciones son evaluadas teniendo en cuenta el uso adecuado del vocabulario técnico, la claridad expositiva, la rigurosidad técnica, los métodos de búsqueda de información, solidez en argumentos propios que den cuenta la fidelidad del trabajo, es decir la integración de conocimientos de ambas asignaturas.

La metodología conjunta fomenta el desarrollo de competencias transversales, como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la comunicación efectiva, en consonancia con los lineamientos del Libro Rojo de CONFEDI sobre competencias comunicativas en la formación de ingenieros.

Conclusiones

A lo largo de la implementación de la metodología conjunta en la clase integrada de Análisis Estructural 2 y Comunicación Lingüística, hemos observado una mejora sustancial en el desempeño de los estudiantes en comparación con los informes previos realizados antes de dicha experiencia educativa.

El impacto pedagógico se evaluó mediante el análisis comparativo de informes previos y posteriores a la clase integradora, mostrando mejoras significativas en las capacidades de comunicación técnica de los estudiantes. Esta evolución se refleja principalmente en los siguientes aspectos:

1. Claridad en la presentación de conceptos técnicos: Los informes posteriores muestran un uso más preciso del vocabulario especializado y una mayor coherencia argumentativa.
2. Estructura y organización: Los estudiantes lograron estructurar mejor sus documentos, presentando los resultados técnicos de manera clara y ordenada.

3. Habilidades de redacción técnica: Se observa un avance en la redacción de informes, con menor cantidad de errores gramaticales y mayor precisión en la expresión de ideas técnicas.

4. Seguridad en la defensa oral: Durante las presentaciones, los estudiantes demostraron mayor confianza al explicar conceptos estructurales complejos.

Si bien los resultados son alentadores, se han identificado áreas de mejora en la metodología conjunta:

-

desde el inicio de la experiencia.

- Mejorar el acompañamiento en la fase de redacción técnica, proporcionando ejemplos más concretos de informes anteriores.

- Fomentar el análisis crítico durante las exposiciones, motivando a los estudiantes a plantear preguntas y debatir resultados.

- Incorporar herramientas digitales para la elaboración de documentos técnicos, facilitando la presentación de cálculos y gráficos.

Para el próximo año, se propone continuar con la metodología conjunta, incorporando nuevos estudios de caso sobre puentes icónicos, además de implementar talleres específicos sobre redacción técnica y presentaciones efectivas. Asimismo, se sugiere realizar una evaluación continua, monitoreando el progreso de los estudiantes a lo largo del curso para ajustar el enfoque pedagógico de manera dinámica.

Referencias

Díaz Barriga, F. (2014). *Estrategias de aprendizaje significativo*. México: Editorial Trillas.

CONFEDI (2018). Libro Rojo: *Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería*. Argentina: CONFEDI.

Enfoque Agile Driven Education (ADE) como estrategia pedagógica innovadora para la enseñanza basada en competencias: un caso de estudio

Agile Driven Education (ADE) approach as an innovative pedagogical strategy for competency-based teaching

Presentación: 27/06/2025

Valeria C. Sandobal Verón

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Grupo de Investigación Educativa sobre Ingeniería, Argentina.
valesandobal@gfe.frre.utn.edu.ar

Verónica A. Bollati

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Centro de Investigación Aplicada en Tecnología de la Información y la Comunicación, Argentina.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
vbollati@ca.frre.utn.edu.ar

María del Carmen Maurel

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Grupo de Investigación Educativa sobre Ingeniería, Argentina.
mmaurel@gfe.frre.utn.edu.ar

Liliana R. Cuenca Pletsch

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Centro de Investigación Aplicada en Tecnología de la Información y la Comunicación, Argentina.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.
Cplt@ca.frre.utn.edu.ar

Marcela Arias

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Grupo de Investigación Educativa sobre Ingeniería, Argentina.
marcela.arias@gfe.frre.utn.edu.ar

Resumen

Este artículo presenta la experiencia de implementación del enfoque *Agile Driven Education* (ADE) como estrategia pedagógica orientada al desarrollo de competencias en la educación superior. ADE es un framework que adapta prácticas ágiles al proceso de enseñanza y aprendizaje, promoviendo la corresponsabilidad entre docentes y estudiantes. El estudio se desarrolló en la asignatura *Sintaxis y Semántica del Lenguaje* de una carrera de Ingeniería, aplicando una metodología mixta para evaluar el impacto de ADE sobre la motivación, el trabajo colaborativo y el rendimiento académico. Los datos fueron recolectados mediante encuestas a estudiantes y

entrevistas al equipo docente. Los resultados muestran una mejora significativa en la predisposición al trabajo en equipo, una valoración positiva de las instancias de retroalimentación y un mayor compromiso con las tareas académicas. Asimismo, se observaron indicadores de mejora en el rendimiento global del curso y en la cohesión de los equipos. Los hallazgos sugieren que ADE contribuye a generar entornos de aprendizaje más participativos y efectivos, constituyéndose en una herramienta válida para el fortalecimiento de competencias en el ámbito universitario.

Palabras clave: Agilidad, Estrategias, Enseñanza, Aprendizaje

Abstract

This article presents the implementation experience of the Agile Driven Education (ADE) approach as a pedagogical strategy aimed at developing competencies in higher education. ADE is a framework that adapts agile practices to the teaching and learning process, promoting shared responsibility between instructors and students. The study was carried out in the course Syntax and Semantics of Language within an Engineering program, using a mixed-methods approach to evaluate the impact of ADE on motivation, collaborative work, and academic performance. Data were collected through student surveys and interviews with the teaching staff.

The results show a significant improvement in students' willingness to engage in teamwork, a positive perception of feedback instances, and greater commitment to academic tasks. Additionally, indicators of improvement were observed in overall course performance and team cohesion. The findings suggest that ADE contributes to the creation of more participatory and effective learning environments, establishing itself as a valuable tool for strengthening competencies in the university context.

Keywords: Agility, Strategies, Teaching, Learning

Introducción

En las últimas décadas se ha renovado el interés en la educación basada en competencias, centrando la formación universitaria no solo en contenidos técnicos, sino también en habilidades sociales y emocionales (Goleman, 1996; Lucas-Mangas et al., 2022). Se reconoce que, al igual que los idiomas o el deporte, el desarrollo de competencias como por ejemplo la inteligencia emocional, el trabajo en equipo, la adaptabilidad, entre otros requiere de metodologías adecuadas y oportunas para facilitar su adquisición temprana (Petrides et al., 2006). Tradicionalmente, el modelo de enseñanza ha sido centrado en el profesor, donde el estudiante asume un rol pasivo de receptor de información. Sin embargo, en el modelo actual centrado en el estudiante, éste deja de ser un mero espectador para convertirse en un agente activo y emprendedor de su propio aprendizaje (King, 1993). En este contexto se han explorado metodologías participativas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) o la gamificación.

En sintonía con esta tendencia, el presente artículo presenta la experiencia realizada en una cátedra de Ingeniería en Sistemas con la implementación de Agile Driven Education (ADE) como estrategia de enseñanza. ADE es un framework que propone el uso de prácticas ágiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje, colocando el aprendizaje en el centro y considerando al estudiantado como el principal recurso del proceso educativo. El objetivo de ADE es mejorar la calidad del proceso formativo promoviendo un enfoque colaborativo entre docentes y estudiantes, reduciendo los retrasos en la retroalimentación y aumentando la confianza mutua (seguridad psicológica en el aula).

La estructura del artículo es la siguiente: la sección 2 presenta trabajos relacionados, en la sección 3 se presenta el framework ADE. La sección 4 describe la metodología utilizada para la implementación de ADE en la asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje; luego en la sección 5 se mencionan los resultados obtenidos. Finalmente, la sección 6 expone las conclusiones.

Desarrollo

Trabajos Relacionados

Las prácticas ágiles en educación han sido objeto de creciente interés en los últimos años. Un caso emblemático es eduScrum (Telesko, R., et al., 2023; Neumann, M., & Baumann, L., 2021) que adapta Scrum para el contexto educativo. EduScrum ha sido utilizado con éxito en varios niveles (desde primaria hasta posgrado).

Además de eduScrum, se han implementado directamente métodos ágiles como Scrum y Kanban en la universidad. Por ejemplo, Martín Gómez (2020) describe la aplicación de Scrum en una asignatura de Gestión de Empresas, formando equipos ágiles que resuelven un caso de producción en cinco iteraciones o sprints. Los resultados de dicha iniciativa indican que los estudiantes desarrollaron sus proyectos de manera óptima y mejoraron su capacidad de trabajo en equipo. Otros estudios sugieren que los enfoques ágiles facilitan la resolución colaborativa de problemas en entornos reales (ABP), dado su carácter iterativo y la constante retroalimentación entre alumnos y docentes.

Aparte de Scrum, se han explorado marcos ágiles alternativos. Por ejemplo, el enfoque Management 3.0 (Appelo, 2011) y la gamificación han sido propuestos para el ámbito educativo, destacando la importancia de equipos multifuncionales, la autoorganización y técnicas lúdicas para motivar al alumnado (Appelo, 2017; Fernández-Mesa et al., 2016). En general, la literatura coincide en que la extensión de la mentalidad ágil al aula responde a la necesidad de formar graduados con habilidades blandas (comunicación, liderazgo, adaptabilidad) además de conocimientos técnicos, fomentando entornos más ágiles, iterativos y colaborativos en la enseñanza superior.

Agile Driven Education (ADE)

Agile Driven Education (ADE) es un framework diseñado para optimizar el proceso de enseñanza y de aprendizaje mediante la incorporación de prácticas ágiles. ADE considera que tanto docentes como estudiantes comparten la responsabilidad del aprendizaje. El framework consta de 4 valores y 7 principios, basados en el Manifiesto Ágil (2001), que guían la filosofía ADE (Figura 1).

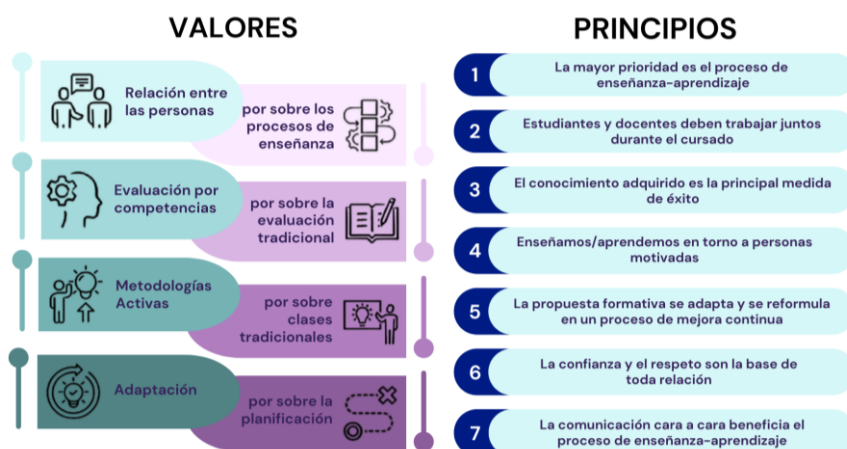


Figura 1: Valores y Principios ADE

ADE estructura su propuesta en tres dimensiones clave: (A) Organización del equipo, (B) Gestión del tiempo y (C) Organización del trabajo. Cada dimensión agrupa prácticas y técnicas ágiles específicas, de modo que al integrarlas se potencia la eficiencia del aprendizaje y la confianza entre los participantes.

A. Organización del equipo: en esta dimensión la propuesta de ADE es que se conformen equipos con características ágiles; es decir: pequeños (5–7 integrantes), autónomos y multifuncionales que trabajan hacia objetivos comunes. Siguiendo a Appelo (2011), los equipos deben ser multifuncionales (cada miembro aporta competencias distintas) y alineados con los objetivos del curso. Para lograr estas características en los equipos se sugiere a los docentes que indiquen un conjunto de habilidades/conocimientos que consideran necesarios para lograr los objetivos de asignatura/práctico; las cuales son plasmadas en una *matriz de habilidades*, donde cada estudiante debe marcar con qué habilidad/conocimiento cuenta. Por último, se asigna a los estudiantes a los equipos garantizando complementariedad de perfiles. Para fomentar la identidad y el compromiso del equipo se emplean técnicas como el *T-shirt test* (nivel de compromiso de cada miembro) y la definición de una alianza de equipo: un acuerdo con normas, roles, y estrategias de comunicación/conflicto elaborado por los propios estudiantes. Estas prácticas buscan desarrollar la autoorganización, una capacidad clave de la agilidad y generar un clima de confianza desde el inicio. Adicionalmente, ADE sugiere técnicas como los *personal maps* para compartir valores y metas personales. Para monitorear periódicamente el bienestar del equipo: *Happiness Door* o el calendario *Niko-Niko*. Finalmente, se realizan retrospectivas en el momento que cada docente considere necesario. Inicialmente esta actividad es facilitada por el docente y luego autogestionadas, usando técnicas como *I Like, I Wish* y la *Estrella de mar*, donde los estudiantes reflexionan sobre qué se debe continuar, mejorar, iniciar o detenerse.

B. Gestión del tiempo: uno de los inconvenientes que se pueden distinguir en el desarrollo de los temas de la asignatura es el tiempo entre que se da el tema y el momento en que se verifica lo que los estudiantes entendieron; ante esta dificultad se propone realizar una revisión de los conceptos desarrollados una vez finalizados y no esperar a instancias de evaluación. Esto permite detectar a tiempo brechas en el aprendizaje y decidir si es necesario repasar contenidos o avanzar con nuevos temas. Algunas de las actividades sugeridas para realizar esta retroalimentación son: preguntas cortas, mapas mentales, frases incompletas, preguntas de autoevaluación, entre otros.

C. Organización del trabajo: Se enfatiza la autogestión de las tareas a nivel de equipo, con alineación a los objetivos de la asignatura. Cada equipo decide cómo ejecutar las tareas asignadas dentro de las pautas generales. Se recomienda la herramienta del *Delegation Board* (Appelo, 2017) para asignar responsables, promoviendo rendición de cuentas y equilibrio en la carga de trabajo. Al inicio de cada proyecto o unidad, se realiza una reunión de planificación ágil (Sprint Planning de Scrum) donde los estudiantes comparten sus expectativas de aprendizaje; estas opiniones se pueden incorporar al plan de estudios como contenidos o actividades adicionales. Durante el sprint, los estudiantes llevan a cabo reuniones diarias breves (daylies) (Schwaber y Sutherland, 2020), donde explican en pocos minutos a sus compañeros lo visto en la clase anterior o los avances de su trabajo. Este enfoque —contrario al repaso tradicional a cargo del docente— fomenta la participación y da retroalimentación inmediata sobre la comprensión de los contenidos. Finalmente, al concluir cada sprint temático se realiza una retrospectiva con todo el equipo (incluidos los docentes), basada en la técnica de *Estrella de mar*. Aquí se reflexiona sobre qué acciones continuar, mejorar, iniciar o detener en el curso. Para hacer visible el progreso y las tareas, se utilizan *radiadores de información* (por ejemplo tableros Kanban o herramientas digitales colaborativas) que muestran continuamente el estado de actividades, de modo que todos puedan seguir el avance del grupo. Adicionalmente, se incorporan elementos de *gamificación* (p. ej.

insignias, rankings o dinámicas lúdicas) para fomentar la motivación intrínseca, la autonomía y el compromiso con el aprendizaje.

En conjunto, estas dimensiones y prácticas hacen de ADE un marco educativo basado en los valores ágiles diseñado para fortalecer tanto las competencias técnicas como las blandas del estudiantado.

Metodología

Diseño del estudio

Para validar ADE se aplicó un estudio de caso en la asignatura Sintaxis y Semántica del Lenguaje (2° nivel de Ingeniería en Sistemas de Información), dictada en el primer cuatrimestre de 2024. Esta materia cuenta con dos comisiones, cada una de aproximadamente 60 alumnos, lo que permitió probar ADE en grupos masivos (en estudios previos los cursos eran de 30-40 estudiantes). El objetivo fue evaluar empíricamente si la aplicación de ADE mejora la motivación, la percepción de utilidad del aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes.

La hipótesis principal del estudio fue que la implementación de ADE como estrategia pedagógica aumentaría la motivación del aula y tendría un impacto positivo en los resultados del aprendizaje de los estudiantes. A partir de ello se plantearon dos interrogantes:

P1: ¿Ha aumentado la motivación del grupo al aplicar ADE en comparación con el método tradicional?

P2: ¿Ha mejorado el rendimiento académico respecto a cursos anteriores no ágiles?

Para responder estas preguntas se utilizó una metodología mixta de recolección de datos. Se aplicaron encuestas cuantitativas a los estudiantes al inicio y al final del cuatrimestre, enfocadas en percepciones de trabajo en equipo, conocimiento previo de técnicas ágiles, utilidad del feedback, etc. Además, se realizó una entrevista semiestructurada con el profesor a cargo de la asignatura para conocer sus percepciones cualitativas sobre el proceso (formación de equipos, dificultades, resultados académicos, etc.). Con estos datos se buscó evaluar los cambios en motivación y rendimiento percibido.

Implementación de ADE: caso de estudio

Antes del inicio de clases, los docentes recibieron una formación en ADE mediante un programa de ocho sesiones que presentaron los valores, principios y prácticas de este marco. Luego, cada equipo docente seleccionó las dimensiones y prácticas de ADE que se aplicarían en Sintaxis y Semántica del Lenguaje.

Durante la primera semana, se constituyeron los equipos ágiles de la asignatura. Los estudiantes completaron un cuestionario de capacidades (habilidades técnicas y blandas, experiencia previa, disponibilidad, preferencias, etc.), cuyo resultado fue puesto a disposición de todos. Basándose en esa información, cada equipo se formó procurando la diversidad de perfiles (cada equipo debía contar con al menos una persona con habilidades en programación, otra en documentación, etc.). Una vez formados, los equipos eligieron un nombre, crearon un logo y definieron su alianza: establecieron reglas de convivencia y estrategias de comunicación interna. También aplicaron el T-shirt test para medir el compromiso individual.

Durante el cuatrimestre, las tareas principales de un trabajo integrador, se organizaron en entregas parciales. Los estudiantes realizaron tres entregas parciales (cada una equivalente a un sprint de aproximadamente 3 semanas), culminando en una entrega final con exposición grupal del proyecto. Esta estructura correspondió a la dimensión de “Organización del tiempo”: cada entrega parcial (sprint) estaba alineada a objetivos concretos y se realizó una breve retrospectiva interna del equipo al concluir cada sprint. Por último, al finalizar el cuatrimestre se llevó a cabo una sesión de retrospectiva general con la técnica de estrella de mar, en la que los estudiantes comentaron qué les había gustado, qué deseaban y qué debiera cambiar en la asignatura (por ejemplo, pidieron más ejercicios prácticos en áreas que les resultaron difíciles).

En resumen, las técnicas de ADE aplicadas en este caso fueron: conformación de equipos ágiles guiados por una encuesta de habilidades, formación de alianzas de equipo, uso del T-shirt test, planificación por sprints del proyecto integrador, y realización de retrospectivas tipo estrella de mar al final. Adicionalmente, se emplearon herramientas colaborativas (foros del campus, Trello) para mantener visible la información del progreso del trabajo.

Recolección de datos

Para evaluar los resultados, se diseñaron dos encuestas online dirigidas a los estudiantes: una al inicio del cuatrimestre (antes de iniciar las prácticas ágiles) y otra al final. La encuesta inicial recogió datos de experiencia previa con trabajo en equipo y técnicas ágiles, nivel de comodidad con equipos heterogéneos, y percepciones sobre el trabajo en equipo y la retroalimentación en cursos anteriores. La encuesta final incluyó preguntas sobre la experiencia vivida: si habían trabajado en equipo en la asignatura, qué técnicas se utilizaron, nivel de comodidad, utilidad percibida de dichas técnicas, uso de feedback con los docentes, etc.

Adicionalmente, se realizó una entrevista con el docente, que coordina la parte práctica de la asignatura. La entrevista abordó temas como la conformación de los equipos, el desarrollo de las alianzas, los resultados observados en el desempeño y la dinámica de los estudiantes, así como sugerencias para futuras mejoras. Esta información cualitativa complementa los datos de las encuestas.

Resultados

A continuación, se presentan los principales hallazgos cuantitativos y cualitativos de las encuestas y la entrevista, agrupados en indicadores de motivación, percepción de utilidad, trabajo en equipo y rendimiento académico.

- **Motivación y comodidad del trabajo en equipo:** En la encuesta inicial, el 18,18% de los estudiantes manifestaron sentirse cómodos trabajando en equipo. El 41% dijo no sentirse cómodo y un 41,41% se mostró indiferente. En cambio, al final del cursado el 85% de los encuestados se sintió cómodo trabajando en equipo y sólo 15% dijo que no (Figura 2). Este aumento sugiere que la experiencia ADE mejoró la actitud hacia el trabajo colaborativo. En la entrevista, el docente confirmó que los equipos trabajaron más cohesionados que en años anteriores: no se registraron casos de integrantes que abandonaran los grupos a mitad de cuatrimestre, y las presentaciones finales mostraron una evidente unión y compromiso; antes era habitual que las exposiciones se notaran fragmentadas.

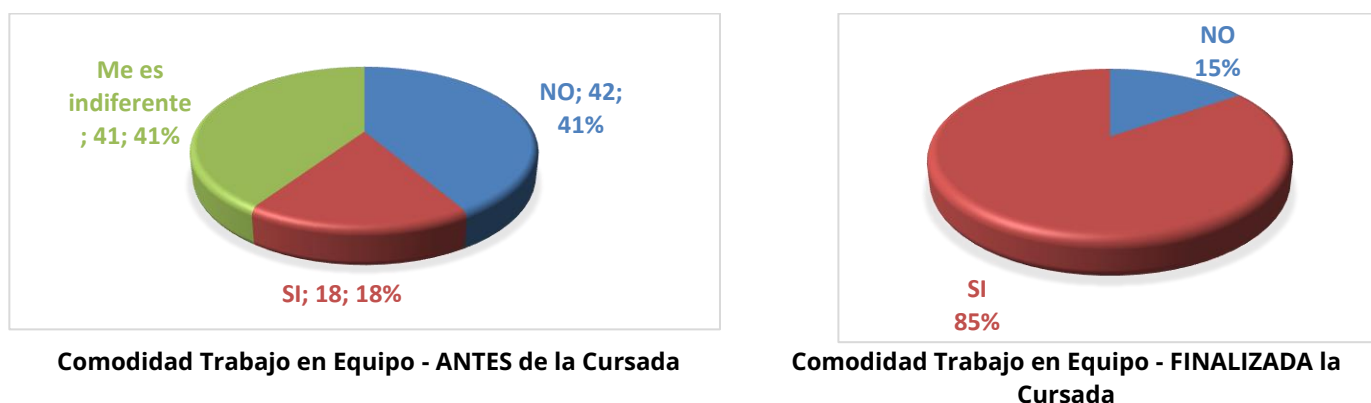


Figura 2: Respuestas obtenidas para la pregunta ¿se sienten cómodos trabajando en Equipo?

- **Percepción del trabajo en equipo:** En la encuesta inicial el 68.3% de los estudiantes consideraba que el trabajo en equipo mejora su aprendizaje, mientras que sólo el 2% opinó lo contrario. Esto evidencia una valoración positiva inicial de la colaboración. Esta tendencia del trabajo en equipo aumentó como se mencionó en el punto anterior, sin embargo se mencionaron algunos inconvenientes como ser: dificultades para tomar decisiones, falta de compromiso en algunos compañeros, falta de tiempo para fortalecer el equipo, entre otros (Figura 3)

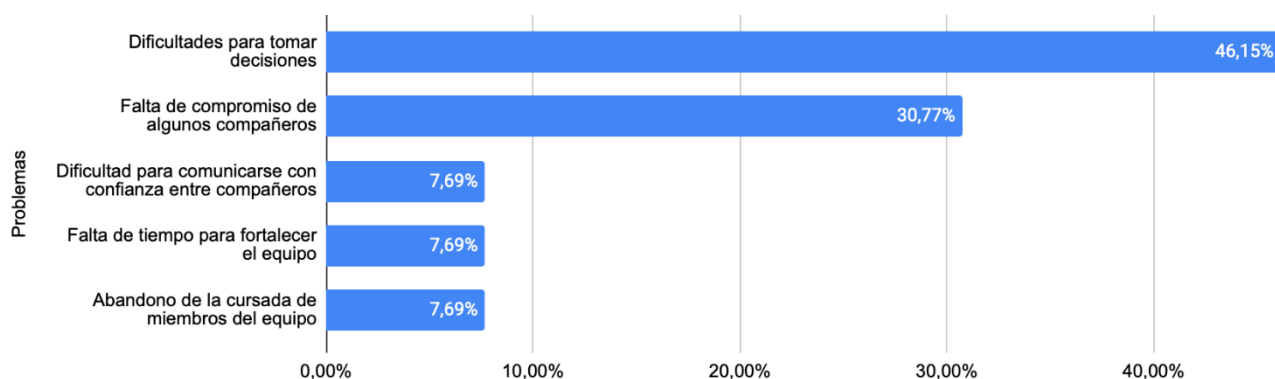


Figura 3: Respuestas obtenidas para la pregunta ¿Qué problemas enfrentaste al trabajar en equipo?

- *Utilidad percibida de las técnicas ágiles:* Al inicio del cuatrimestre, sólo el 26.7% de los alumnos había oído hablar de “técnicas ágiles” en alguna otra asignatura. Por lo tanto, para la gran mayoría de los estudiantes la aplicación de prácticas a través de ADE, lo realizaron por primera vez. En la encuesta final se les pidió evaluar las técnicas aplicadas, de las respuestas obtenidas, la mayoría (76.9%) valoró la experiencia con las nuevas prácticas de enseñanza como positivas. Las prácticas más utilizadas fueron: identificación de equipo, presentaciones periódicas (sprint) y retrospectiva.
- *Retroalimentación (Retrospectiva):* el 69.2% de los estudiantes confirmó haber tenido sesiones de retroalimentación con el docente durante el cursado, y el mismo 69.2% declaró que consideraba útil poder dar retroalimentación. Esto apunta a que los estudiantes vieron valor en el proceso participativo de ADE. Los niveles de honestidad al dar retroalimentación también fueron altos: el 88.9% se dio una calificación de 4 o 5 sobre 5 en sinceridad, lo que refuerza que la retroalimentación fue considerada relevante y fiable por los estudiantes (Figura 4).

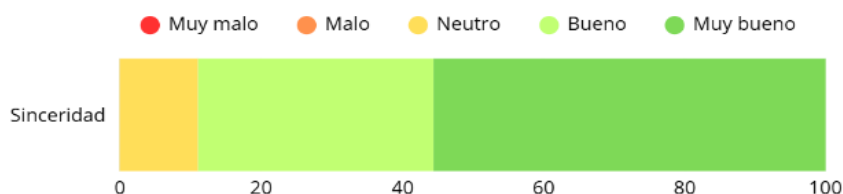


Figura 4: Respuestas obtenidas para la pregunta ¿Qué tan sincero sos a la hora de dar retroalimentación?

También, manifestaron en su gran mayoría que mensualmente es un tiempo adecuado para realizar la actividad de retroalimentación. En la cual aplicaron la técnica de Estrella de mar.

- *Herramientas de comunicación:* Al finalizar la cursada, el 100% de los grupos informó haber utilizado alguna herramienta digital para organizarse (principalmente el aula virtual, WhatsApp o Trello). Esto refleja un uso espontáneo de recursos en línea, a pesar de no haberse impuesto formalmente ninguna herramienta específica. El docente observó que las entregas parciales obligatorias (los sprints) fueron clave para mantener a los estudiantes trabajando de forma constante: al realizar la conformación de equipo y definición de alianza para la primera entrega, se evitó que el alumnado postergara el trabajo hasta junio, como solía ocurrir en versiones anteriores de la asignatura.
- *Rendimiento académico:* Si tomamos datos comparativos de 3 años hacia atrás podemos verificar que el porcentaje de alumnos que regularizaron o aprobaron directamente la materia ha aumentado significativamente (Figura 5). Cabe aclarar, que en el año 2023 fue la primera vez que se implementó alguna práctica de ADE, y en 2024 se implementó durante todo el cuatrimestre. En relación al rendimiento de los estudiantes el docente ofreció su percepción cualitativa: destacó que los alumnos mostraron mayor compromiso con el proyecto integrador. De hecho, en años previos, era común que muchos equipos realizaran el trabajo a último momento, pero con ADE los equipos avanzaron de manera más homogénea, evitando grandes atrasos. En palabras del docente: “Antes teníamos muchos grupos desmembrados; el año

pasado eso no pasó... trabajaron bien en equipo. Las presentaciones mostraban cohesión, cosa que antes no pasaba". Esta observación sugiere una mejora en el rendimiento global del curso. Los comentarios de los estudiantes en la retrospectiva (estrella de mar) final también reflejaron que identificaron las secciones más difíciles y las que resultaron más fáciles, lo que permitió ajustar la planificación sin cambios drásticos.

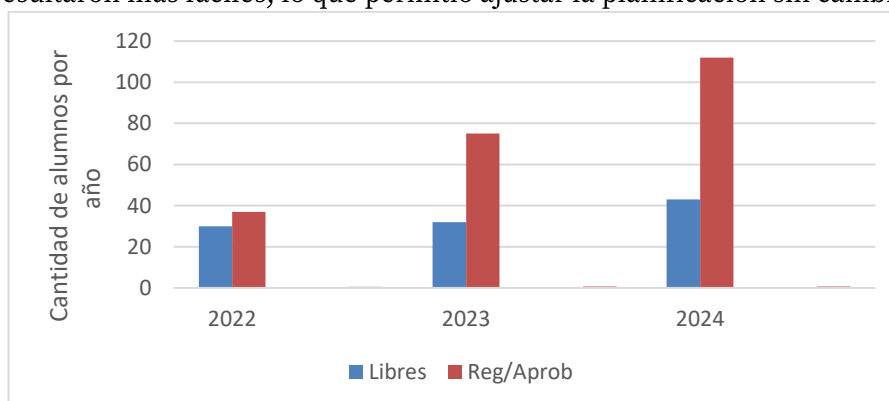


Figura 5: Comparativa de alumnos Libre y Regulares/Aprobación Directa de 2022 a 2024

En conjunto, los resultados indican que la implementación de ADE fue bien recibida y tuvo efectos positivos: aumentó la predisposición y motivación para trabajar en equipo, se percibió la utilidad de la retroalimentación continua, se observó una mejor dinámica grupal; como así también un mejor rendimiento académico.

Conclusiones

La experiencia de implementación del enfoque *Agile Driven Education (ADE)* en la asignatura *Sintaxis y Semántica del Lenguaje* permitió validar su potencial como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias en estudiantes de nivel universitario. La aplicación de prácticas ágiles adaptadas al contexto educativo no solo promovió una mayor motivación y compromiso estudiantil, sino que también favoreció el trabajo colaborativo, la retroalimentación oportuna y la mejora en el rendimiento académico.

Los resultados obtenidos —tanto cuantitativos como cualitativos— indican un cambio positivo en la dinámica del aula: los estudiantes mostraron una mayor predisposición al trabajo en equipo, utilizaron herramientas digitales de forma autónoma y valoraron las instancias de retroalimentación como espacios significativos para su aprendizaje. Asimismo, se evidenció una mejora en la cohesión de los equipos y en la organización del trabajo, lo que contribuyó a una ejecución más homogénea y sostenida de los proyectos.

En conjunto, los hallazgos respaldan a ADE como un marco flexible y efectivo para generar entornos de aprendizaje más activos, participativos y orientados a la formación integral. Se sugiere su aplicación progresiva en otras asignaturas, así como futuras investigaciones que permitan profundizar en su impacto a largo plazo y adaptar sus componentes a distintas disciplinas y niveles educativos.

Referencias

- Agile Manifesto. (2001). Manifiesto for Agile Software Development. <http://agilemanifesto.org/>
- Appelo, J. (2011). *Management 3.0: Leading agile developers, developing agile leaders*. Addison-Wesley Signature Series (Cohn).
- Appelo, J. (2017). *Managing for happiness: Games, tools and practices to motivate any team*. John Wiley & Sons.
- Fernández-Mesa, A., Olmos-Peñuela, J., & Alegre, J. (2016). Pedagogical value of a common knowledge repository for Business Management courses. *@tic revista d'innovació educativa*, (16), 39-47. <https://doi.org/10.7203/attic.16.8044>

Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Kairós.

King, A. (1993). From sage on the stage to guide on the side. *College Teaching*, 41(1), 30–35.

Lucas-Mangas, S., Valdivieso-León, L., Espinoza-Díaz, I. M., & Tous-Pallarés, J. (2022). Emotional Intelligence, Psychological Well-Being and Burnout of Active and In-Training Teachers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3514. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063514>

Neumann, M., & Baumann, L. (2021). Agile methods in higher education: Adapting and using eduScrum with real world projects. En *Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE.

Petrides, K. V., Sangareau, Y., Furnham, A., & Frederickson, N. (2006). Trait emotional intelligence and children's peer relations at school. *Social Development*, 15(3), 537–547.

Telesko, R., Spahic-Bogdanovic, M., Hinkelmann, K., & Pande, C. (2023). A new approach for teaching programming: Model-based Agile Programming (MBAD). En *Proceedings of the 2023 8th International Conference on Information and Education Innovations (ICIEI '23)* (pp. 13–18). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3594441.3594445>

Didácticas específicas en acción: avances preliminares en la carrera de Ingeniería Textil UTN-FRBA

Specific Didactics in Action: Preliminary Advances in Textile Engineering at Technological National University - Buenos Aires City (UTN-FRBA)

Presentación: 13/06/2025

Marcelo Oscar Gottardo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
mgottardo@frba.utn.edu.ar

Claudio Víctor Dominighini

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
cdominighini@frba.utn.edu.ar

Zulma Cataldi

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
zcataldi@frba.utn.edu.ar

Verónica Analía Beatriz Cara

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
vcara@frba.utn.edu.ar

Marcelo Roberto Olivero

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
molivero@frba.utn.edu.ar

Carlos Alberto Scurati

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina
cscurati@frba.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta los avances preliminares del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) TETCBA0010101, titulado *La integración de las didácticas específicas en la formación de ingenieros tecnológicos: un enfoque interdisciplinario*, acreditado por la Universidad Tecnológica Nacional y radicado en la Facultad Regional Buenos Aires. El objetivo general del proyecto es analizar la efectividad de la integración de didácticas específicas en la formación de ingenieros, promoviendo un abordaje interdisciplinario que articule estrategias didácticas significativas, contextualizadas y pertinentes a cada disciplina.

La investigación se focaliza en la carrera de Ingeniería Textil, única en su tipo dentro de la UTN, caracterizada por un bajo número de ingresantes y una tasa de egreso reducida. Se realizó un relevamiento piloto con estudiantes y docentes, que permitió identificar prácticas valoradas por su capacidad de vincular teoría y práctica: visitas a fábricas, uso de muestras reales, trabajos integradores y experiencias colaborativas en el aula. Asimismo, se relevaron demandas en torno a la necesidad de mayor coherencia curricular, articulación entre asignaturas y espacios de formación docente.

Los resultados iniciales evidencian que, si bien existen experiencias valiosas de enseñanza, estas se desarrollan de manera aislada y carecen de sistematización institucional. Se concluye que la consolidación de una propuesta interdisciplinaria requiere fortalecer los procesos de reflexión didáctica, generar espacios de coplanificación y promover la difusión de buenas prácticas como parte de una estrategia integral de innovación pedagógica.

Palabras clave: didácticas específicas, interdisciplinariedad, formación en ingeniería textil, innovación pedagógica.

Abstract

This paper presents the preliminary findings of the Research and Development Project (PID) TETCBA0010101, entitled *The integration of specific didactics in the training of technological engineers: an interdisciplinary approach*, accredited by the National Technological University and based at the Buenos Aires Regional Faculty. The general objective of the project is to analyze the effectiveness of integrating specific didactics in engineering education, promoting an interdisciplinary approach that articulates meaningful, contextualized, and discipline-relevant teaching strategies.

The research focuses on the Textile Engineering degree program, unique within the UTN, characterized by a low number of entrants and a reduced graduation rate. A pilot survey with students and teachers was conducted, identifying practices valued for their ability to link theory and practice: factory visits, use of real samples, integrative projects, and collaborative classroom experiences. In addition, demands emerged regarding the need for greater curricular coherence, stronger articulation between courses, and more opportunities for teacher training.

The initial results show that, although valuable teaching experiences exist, they are developed in isolation and lack institutional systematization. It is concluded that consolidating an interdisciplinary proposal requires strengthening processes of didactic reflection, generating co-planning spaces, and promoting the dissemination of good practices as part of a comprehensive pedagogical innovation strategy.

Keywords: specific didactics, interdisciplinarity, textile engineering education, pedagogical innovation.

Introducción

El trabajo forma parte del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) código TETCBA0010101, titulado “La integración de las didácticas específicas en la formación de ingenieros tecnológicos: un enfoque interdisciplinario”, acreditado por la Universidad Tecnológica Nacional y radicado en la Facultad Regional Buenos Aires. Su objetivo general es analizar la efectividad de la integración de las didácticas específicas en la

formación de ingenieros, proponiendo un abordaje interdisciplinario que permita articular estrategias didácticas significativas, contextualizadas y pertinentes a cada disciplina.

En este marco, el equipo de investigadores del PID lleva adelante un relevamiento de percepciones y experiencias de docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Textil. Esta carrera, únicamente dictada en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, cuenta con una cantidad de ingresantes aproximada de quince estudiantes y una tasa de egreso reducida (tres a cuatro ingenieros por año), con trayectorias que se extienden frecuentemente más allá de los cinco años teóricos de cursada. Estas condiciones hacen especialmente relevante revisar, fortalecer y articular las estrategias didácticas implementadas, a efectos de elevar la tasa de egresados/ingresantes.

La necesidad de desarrollar didácticas específicas en cada disciplina de la ingeniería ha sido señalada en diversos espacios académicos. En este sentido, trabajos previos han documentado experiencias que muestran cómo la innovación de estrategias de enseñanza puede contribuir al desarrollo de competencias en ingeniería (Scagnetti, Casco & Ramírez, 2021) y al fomento del aprendizaje autónomo (Ramírez & Scagnetti, 2021). Estos antecedentes constituyen un marco de referencia para el presente estudio, que busca aportar a la consolidación de didácticas específicas en la Ingeniería Textil.

Desarrollo

El presente informe constituye un primer avance sobre los resultados obtenidos a partir de encuestas piloto estructuradas, con preguntas cerradas y abiertas, aplicadas a estudiantes y entrevistas semiestructuradas realizadas a docentes de Ingeniería Textil de la UTN-FRBA entre los años 2024 e inicios de 2025.

El proyecto prevé, en su desarrollo completo, trabajar con el universo total de la carrera, conformado por 28 asignaturas y 78 estudiantes distribuidos en cinco años. Estas cifras acotadas permiten la factibilidad de un relevamiento exhaustivo de la población docente y estudiantil.

No obstante, en esta primera etapa se trabajó con una muestra piloto: 25 estudiantes seleccionados por muestreo intencional —representando los distintos años de la carrera— y 8 docentes elegidos según criterios de experiencia y reconocimiento institucional. Este abordaje inicial permitió poner a prueba los instrumentos, identificar prácticas y ajustar la metodología de cara al relevamiento del universo completo en la siguiente fase del PID.

Las encuestas piloto, compuestas por tres dimensiones principales (estrategias didácticas utilizadas, percepción de su efectividad y propuestas de mejora), se aplicaron a un total de 25 estudiantes seleccionados por muestreo intencional, representando los distintos años de la carrera (Welkowitz, Ewen et al. 1981). Las entrevistas a 8 docentes, seleccionados por experiencia y reconocimiento institucional, indagaron en profundidad sobre criterios de planificación, articulación y evaluación de las estrategias didácticas (Welkowitz, Ewen et al. 1981). Las encuestas y entrevistas permitieron identificar prácticas valoradas, demandas recurrentes y oportunidades para una integración didáctica más efectiva en el recorrido formativo. A su vez, habilitan un análisis crítico sobre los dispositivos didácticos para redefinir los futuros pasos del proyecto.

Breve Marco teórico

La noción de *didácticas específicas* alude a estrategias de enseñanza ajustadas a las particularidades disciplinares y profesionales de cada campo de conocimiento, integrando saberes teóricos, prácticos y contextuales (Camilloni, Cols, Basabe, & Feeney, 2007). En el ámbito universitario, este enfoque trasciende la mera transmisión de contenidos al situar el aprendizaje en contextos auténticos, directamente vinculados al ejercicio profesional (Perrenoud, 2004; Moreno Olivos, 2011).

En las carreras de ingeniería, las didácticas específicas adquieren especial relevancia cuando se articulan con un enfoque interdisciplinario, que posibilita la integración de saberes y la resolución de problemas complejos propios del entorno laboral (De Miguel, 2014; Salinas, 2012). Esta articulación demanda planificación colaborativa, selección de situaciones problemáticas pertinentes y el uso de recursos variados —laboratorios, estudios de caso, proyectos integradores— capaces de promover aprendizajes significativos (Ausubel, 2018; Vygotski, 2001). Experiencias recientes muestran, por ejemplo, la utilidad de enfoques colaborativos como *eduScrum* en la enseñanza de la ingeniería química (Cappello, 2021), o de estrategias de Aprendizaje Basado en Proyectos en ingeniería electrónica (Duarte, Romero, Krenz, & Vincitorio, 2024).

Desde esta perspectiva, el presente proyecto sostiene que la combinación entre didácticas específicas e interdisciplinariedad resulta fundamental para robustecer la formación de ingenieros textiles, favoreciendo la coherencia curricular y el nexo entre teoría, práctica e investigación (López, Pérez-García, & Rodríguez, 2015). En efecto, la formación de ingenieros requiere no solo el dominio de contenidos técnicos, sino también el desarrollo de competencias que les permitan afrontar escenarios complejos. Así, en el caso de la Ingeniería Textil, se vuelve imprescindible la implementación de estrategias didácticas propias que articulen conocimientos, prácticas y procesos productivos.

Estudiantes: resultados de las encuestas

A continuación, se presenta un resumen de las respuestas obtenidas en las encuestas, destacando la cantidad de asignaturas cursadas y las estrategias didácticas señaladas como más relevantes por las y los estudiantes.

Participante	Asignaturas cursadas	Estrategias destacadas
Alumno 1	24	Proyecto integrador en Gestión de Calidad; exámenes prácticos y análisis de costos en Tejeduría de Punto; trabajo integrador final con videos y materiales actualizados en Hilandería de Lana; parcialitos de seguimiento en Física, Inglés y Economía; clases dictadas por estudiantes en Legislación.
Alumno 2	40	Cálculo de consumo de hilados con muestras reales (Fabricación de Tejidos de Calada); visitas a plantas textiles (varias materias); prácticas de laboratorio aplicadas a la industria (Química y Tintorería).
Alumno 3	30	Trabajos prácticos con casos reales de planta; visitas a fábricas para observar maquinaria.
Alumno 4	25	Repaso de química general vinculada a fibras textiles; trabajos prácticos con situaciones reales (Confección Industrial); lectura y devolución de papers (Inglés Técnico 2); laboratorios, visitas guiadas y trabajos prácticos integradores.

Alumno 5	5	Clases teóricas-prácticas con fotos y videos (Hilandería de Algodón y de Lana); visitas a fábricas para observar procesos de tintura (Química Textil).
Alumno 6	Todas	Muestras variadas de tejidos en Fabricación de Tejidos de Punto para mejorar comprensión teórica.
Alumno 7	30	Ejemplos prácticos aplicando normas ISO (Calidad); casos reales de cuellos de botella (Organización Industrial); laboratorios aplicados a la teoría (Química Textil).
Alumno 8	48	Análisis y reconstrucción de muestras reales (Diseño de Calada); trabajos prácticos en laboratorio (Física 1); visitas a fábricas (Telas no Tejidas).

Nota: algunos estudiantes cursan dos carreras simultáneamente por eso el número elevado de asignaturas cursadas

Estudiantes: experiencias significativas y demandas formativas

A partir de estos resultados, puede observarse que los estudiantes reconocen y valoran especialmente aquellas estrategias que logran conectar la teoría con la práctica en contextos reales de la industria textil. Estas prácticas de enseñanza no solo son bien recibidas, sino que también parecen tener un impacto directo en la comprensión y apropiación de los contenidos de la formación profesional (Salinas, 2012).

Entre las estrategias más frecuentemente destacadas se encuentran las visitas a fábricas textiles (Tejeduría de Calada, Tejeduría de Punto y Telas no Tejidas), el análisis de casos reales (Gestión de Calidad, Organización Industrial), el uso de muestras físicas en el aula (Fabricación de Tejidos de Calada), las clases participativas conducidas por los propios estudiantes (Legislación), los trabajos prácticos integradores (Hilandería de Lana), la utilización de laboratorios con actividades de aplicación inmediata (Química Textil) y las evaluaciones breves de seguimiento en Física, Inglés y Economía (Cabero-Almenara & Marín, 2014; Camilloni et al., 2007).

Un ejemplo particularmente ilustrativo es la experiencia desarrollada en Gestión de Calidad, donde se elaboró progresivamente un manual integral aplicado a una empresa textil ficticia. Esta práctica permitió articular conocimientos teóricos con saberes previos, promoviendo un aprendizaje acumulativo, situado y significativo (Ausubel, 2018; Vygotski, 2001). En la asignatura Hilandería de Lana, en tanto, los estudiantes valoraron la claridad expositiva, el uso de videos de procesos industriales y la coherencia del trabajo final integrador, que sintetizó lo aprendido en la cursada.

Además de estas prácticas, se destacan como innovadoras la inclusión de lecturas de papers con devolución individualizada en Inglés Técnico II, así como la participación activa de los estudiantes como expositores en Legislación, en un formato que promueve compromiso, apropiación de contenidos y desarrollo de habilidades comunicacionales (Moreno Olivos, 2011).

No obstante, junto con estas valoraciones, emergen también demandas y sugerencias que el proyecto debe considerar. Entre ellas, la necesidad de que las estrategias no queden aisladas o restringidas a ciertas asignaturas, sino que se sistematicen y se extiendan a lo largo de la carrera, especialmente en los primeros años

del trayecto formativo. Asimismo, se plantea la importancia de una mayor coherencia entre materias, de una articulación más visible entre teoría, práctica e investigación y de una planificación didáctica que reconozca la experiencia estudiantil como eje estructurante (Grojethovic, 2022).

En síntesis, desde la mirada estudiantil se visualiza con claridad qué prácticas son significativas y cómo impactan en su motivación y aprendizaje. Estas percepciones, lejos de ser anecdóticas, constituyen insumos clave para el diseño de estrategias didácticas específicas, con capacidad real de transformar los procesos de enseñanza en la carrera y de aportar a los objetivos del PID desde la propia experiencia de quienes transitan la formación.

Docentes: resultados de las entrevistas

Las respuestas obtenidas en las entrevistas a docentes muestran un conjunto de estrategias didácticas que, si bien no siempre se formulan desde un marco teórico explícito de didáctica específica, evidencian una búsqueda de mayor conexión con los saberes prácticos del campo profesional textil. Entre las prácticas mencionadas, se destacan el uso de situaciones problemáticas reales, la incorporación de muestras textiles para el análisis en clase, la vinculación con laboratorios y visitas a plantas, así como el trabajo por proyectos o en grupos colaborativos (De Miguel, 2014; Barrios, 2013).

Un ejemplo particularmente relevante se observa en la asignatura *Fabricación de Tejidos de Calada*, donde se utilizan muestras reales de tejidos con fallas para el análisis técnico de los estudiantes. Esta práctica permite un acercamiento directo a problemas concretos de la industria y refuerza la pertinencia de las didácticas específicas.

De manera transversal, se observa que muchas de estas estrategias fueron desarrolladas de forma intuitiva o personal, a partir de la experiencia y del vínculo con la industria, sin mediar una planificación didáctica sistemática ni espacios formales de reflexión compartida. Esta situación constituye, al mismo tiempo, una debilidad y una oportunidad: si bien existe un acervo práctico valioso, su capitalización en clave interdisciplinaria y curricular es aún incipiente (Camilloni et al., 2007; Davini, 2008).

Asimismo, los docentes expresaron la necesidad de generar más espacios institucionales para compartir experiencias, articular asignaturas, revisar correlatividades y diseñar trayectorias integradas. Este planteo se alinea con los objetivos del PID y refuerza la importancia de impulsar estrategias de integración que contemplen instancias de formación docente, espacios de coplanificación y criterios comunes de capacitación específica (Perrenoud, 2004; López, Pérez-García, & Rodríguez, 2015).

Conclusiones preliminares

Los hallazgos presentados en este primer avance del Proyecto TETCBA0010101 permiten afirmar, a partir de la muestra piloto, que en la carrera de Ingeniería Textil existen diversas experiencias valiosas de enseñanza que pueden ser consideradas ejemplos de didácticas específicas efectivas. Estas estrategias, en su mayoría, surgen de la práctica cotidiana y de la experiencia profesional de los docentes, aunque carecen todavía de una sistematización formal y de una articulación transversal entre asignaturas (Davini, 2008; Camilloni et al., 2007).

Las percepciones de los estudiantes refuerzan la necesidad de sostener e institucionalizar aquellas prácticas que promueven la comprensión profunda, la participación activa y la conexión con el entorno productivo. Al mismo tiempo, evidencian una demanda clara de mejorar la integración entre materias, asegurar mayor coherencia en los recorridos formativos e incluir actividades significativas desde los primeros años de la carrera (López, Pérez-García, & Rodríguez, 2015; Moreno Olivos, 2011).

En consecuencia, para avanzar hacia una formación más interdisciplinaria, contextualizada y eficaz, se vuelve imprescindible acompañar a los docentes en procesos de reflexión didáctica, promover espacios de coplanificación y consolidar estrategias institucionales de evaluación e innovación pedagógica (Perrenoud, 2004; De Miguel, 2014).

Propuestas de mejoras y plan de acción

A partir del análisis preliminar realizado, se propone para la segunda etapa del PID un conjunto de acciones orientadas a fortalecer la integración de didácticas específicas en la formación de ingenieros tecnológicos textiles, profundizando el enfoque interdisciplinario del proyecto:

- Revisar y mejorar los instrumentos de relevamiento, incorporando preguntas cerradas, escalas de valoración y criterios comparativos que permitan una lectura más sistemática de las percepciones docentes y estudiantiles. Esta mejora facilitará análisis estadísticos más rigurosos y permitirá el seguimiento de cambios y tendencias a lo largo del tiempo.
- Realizar entrevistas semiestructuradas a docentes, priorizando aquellos mencionados por estudiantes o colegas por sus experiencias innovadoras o relevantes. Estas entrevistas permitirán recuperar saberes pedagógicos tácitos, profundizar en la intencionalidad didáctica de ciertas prácticas y comprender los condicionantes institucionales y personales que influyen en su implementación (Davini, 2008; Camilloni et al., 2007).
- Crear espacios de coplanificación entre cátedras, especialmente en áreas donde existan oportunidades de articulación horizontal o vertical. Estos espacios posibilitarán acuerdos mínimos sobre objetivos, criterios de evaluación, secuencias de contenidos y estrategias comunes que favorezcan la continuidad pedagógica en el trayecto formativo (Crojethovic, 2022).
- Diseñar dispositivos de capacitación docente específicos, orientados a acompañar la reflexión y profesionalización del rol docente desde una perspectiva situada. Estos dispositivos podrán adoptar el formato de talleres, círculos pedagógicos o seminarios breves, centrados en la identificación y desarrollo de didácticas específicas, considerando los contextos disciplinares y tecnológicos propios de la carrera (Perrenoud, 2004; Salinas, 2012).
- Sistematizar y difundir buenas prácticas didácticas relevadas durante el proyecto, mediante boletines electrónicos, jornadas internas, cápsulas pedagógicas o documentos breves de circulación interna. La visibilización de estas experiencias permitirá inspirar a otros equipos docentes, generar comunidad académica en torno a la innovación y facilitar su adaptación a distintos espacios curriculares (Moreno Olivos, 2011; Barrios, 2013).
- Explorar estrategias de integración temprana en el ciclo inicial, tales como talleres interdisciplinarios, visitas a fábricas, proyectos con docentes de distintas asignaturas o actividades que permitan visualizar la aplicabilidad de los saberes desde el primer año. Estas propuestas pueden aumentar la motivación, clarificar expectativas y fortalecer el sentido de pertenencia de los estudiantes a la carrera.
- Consolidar un repositorio digital compartido, que funcione como banco de recursos didácticos abiertos entre docentes del Departamento de Ingeniería Textil. Este repositorio incluirá materiales de clase, instrumentos de evaluación, guías de trabajos prácticos, informes de experiencias, rúbricas, ejemplos de proyectos integradores y cualquier otro material que favorezca el trabajo colaborativo y el desarrollo profesional (Cabero-Almenara & Marín, 2014).

Referencias

- Ausubel, D. (2018). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Barrios, A. M. (2013). *Estrategias de enseñanza universitaria: Aprendizaje basado en problemas*. Narcea Ediciones.
- Cabero-Almenara, J., & Marín, V. (2014). Miradas sobre la formación del profesorado en TIC. *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 11(2), 11–24.
- Camilloni, A. R. W. de, Cols, E., Basabe, L., & Feeney, S. (2007). *El saber didáctico*. Paidós.
- Cappello, V. (2021). Metodología *eduScrum*, estrategias de trabajo en equipo en Ingeniería Química. En *VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN)*. Universidad Tecnológica Nacional. <https://doi.org/10.33414/ajea.893.2021>
- Crojethovic, M. (2022). Propuesta innovadora de creación de un espacio de intercambio y reflexión docente en la Licenciatura en Política Social, Universidad Nacional de General Sarmiento: el Taller de Articulación Transversal (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154513>
- Davini, M. C. (2008). *La formación en la práctica docente*. Paidós.
- De Miguel, M. (2014). *Metodologías de enseñanzas y aprendizaje para el desarrollo de competencias* [Informe técnico]. Universidad de Oviedo. <https://doi.org/10.29197/cpu.v8i15.147>
- Duarte, H., Romero, G., Krenz, M., & Vincitorio, F. (2024, marzo). Estrategia innovadora de Aprendizaje Basado en Proyectos con estudiantes de Ingeniería Electrónica [Ponencia]. En *IX Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN)*, Paraná, Argentina. AJEA. <https://doi.org/10.33414/ajea.1365.2024>
- López, M. C., Pérez-García, P., & Rodríguez, M. J. (2015). Concepciones del profesorado universitario sobre la formación en el marco del espacio europeo de educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 33(1), 179–194. <https://doi.org/10.6018/rie.33.1.189811>
- Moreno Olivos, T. (2011). Didáctica de la Educación Superior: nuevos desafíos en el siglo XXI. *Revista Perspectiva Educativa: formación de profesores*, 50(2), 26–54. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.50-Iss.2-Art.45>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar: Invitación al viaje*. Graó.
- Ramírez, S., & Scagnetti, O. (2021). Estrategias de enseñanza para fomentar el aprendizaje autónomo en ingeniería. En *VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN)*. Universidad Tecnológica Nacional. <https://doi.org/10.33414/ajea.893.2021>
- Salinas, J. (2012). Innovación educativa y uso de las TIC: Nuevas formas de enseñanza-aprendizaje. Universidad de Islas Baleares. <https://www.uib.es>
- Scagnetti, O., Casco, E., & Ramírez, S. (2021). Una experiencia para desarrollar las competencias en la formación de ingenieros. En *VIII Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN)*. Universidad Tecnológica Nacional. <https://doi.org/10.33414/ajea.893.2021>
- Vygotski, L. S. (2001). *Obras escogidas II*. A. Machado Libros.
- Welkowitz, J., Ewen, R. B., & Cohen, J. (1981). *Estadística aplicada a las ciencias de la educación*. Santillana.

Del enfoque tradicional al aprendizaje ágil: estrategias activas para transformar la enseñanza en ingeniería

From Traditional Teaching to Agile Learning: Active Strategies to Transform Engineering Education

Presentación: 27/06/2025

Liliana Cuenca Pletsch*, Jorge Roa*, Sergio Gramajo*, Rodrigo Vigil*

* Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia. Argentina

cplr@ca.frre.utn.edu.ar – jorge@internea.com.ar – sergiogramajo@gmail.com - rodrigovigil@gmail.com

Resumen

Este artículo describe la experiencia en una asignatura de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia (UTN-FRRe) mediante la implementación de Agile Driven Education (ADE), ludificación y trabajo colaborativo, con énfasis en el desarrollo de competencias. Se presentan el marco conceptual, las estrategias didácticas aplicadas, los resultados obtenidos (mejoras en la tasa de aprobación y percepción estudiantil), y reflexiones desde la práctica docente. Se concluye que estas estrategias son efectivas para mejorar el aprendizaje, formar profesionales más competentes y transformar la enseñanza tradicional en carreras de ingeniería. El enfoque propuesto por ADE promovió un entorno de aprendizaje más colaborativo, lo que resultó en una mayor motivación, participación activa y mejora en el rendimiento académico.

Palabras clave: Agile Driven Education, ADE, aula invertida, ludificación, trabajo colaborativo, competencias, ingeniería

Abstract

This article describes the experience in a course of the Information Systems Engineering program at the Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia (UTN-FRRe) through the implementation of Agile Driven Education (ADE), gamification, and collaborative work, with an emphasis on competency development. The conceptual framework, applied teaching strategies, obtained results (improvements in the pass rate and student perception), and reflections from teaching practice are presented. It is concluded that these strategies are effective in enhancing learning, training more competent professionals, and transforming traditional teaching in engineering programs. The ADE approach fostered a more collaborative learning environment, resulting in greater motivation, active participation, and improved academic performance.

Keywords: Agile Driven Education, ADE, aula invertida, gamification, collaborative work, competencies, engineering,

Introducción

El campo educativo está en constante búsqueda de estrategias que no solo mejoren los resultados académicos, sino que también potencien las competencias necesarias para el ejercicio profesional. Específicamente, las

carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional han adoptado en sus Planes de Estudio el modelo de enseñanza centrada en el estudiante y de formación en competencias¹. En este contexto, Agile Driven Education (ADE)² emerge como un marco innovador que promueve la enseñanza centrada en el estudiante, la colaboración, la mejora continua y el desarrollo de competencias. La experiencia que se presenta se desarrolla en la asignatura Sistemas Operativos, de 2do año de Ingeniería en Sistemas de Información, y complementa ADE con el uso de la ludificación y el trabajo colaborativo como estrategias que incrementan la motivación, el compromiso y la participación activa del estudiantado.

ADE se basa en principios y valores de la agilidad adaptados al entorno educativo. Propone ciclos iterativos de aprendizaje, retroalimentación constante y la reorganización del rol docente, que pasa de ser un transmisor de conocimiento a un facilitador del proceso. Este enfoque reconoce a los estudiantes como protagonistas activos de su formación, capaces de autogestionarse y colaborar en entornos dinámicos y diversos. Además, ADE promueve un entorno emocionalmente seguro, donde la confianza, la comunicación abierta y la participación auténtica son elementos fundamentales para el aprendizaje.

La ludificación, entendida como la incorporación de mecánicas de juego en contextos educativos, resulta un complemento efectivo que promueve el entusiasmo, la autonomía y el aprendizaje significativo. Combinada con metodologías colaborativas, favorece la construcción de conocimiento compartido, el desarrollo de habilidades comunicacionales y la cohesión grupal.

Estas prácticas, agrupadas en tres dimensiones clave (tiempo, trabajo y equipo), permiten abordar los desafíos propios de la enseñanza de asignaturas técnicas facilitando el aprendizaje de contenidos complejos a través de la experimentación, la reflexión y la evaluación continua.

Desde 2009, la cátedra de Sistemas Operativos de la UTN-FRRe ha transitado un camino de transformación progresiva en sus enfoques pedagógicos. Previo a ello la estrategia docente estaba centrada en la transmisión de contenidos y en clases expositivas tradicionales. A partir de 2009 la propuesta fue evolucionando hacia modelos más participativos, con foco en el estudiante como protagonista de su aprendizaje. La cátedra ha experimentado tres etapas en su evolución pedagógica: una primera fase (2009-2016) de incorporación de TIC y actividades colaborativas básicas a través de moodle, una segunda fase (2017-2019) de transformación hacia la enseñanza por competencias con metodologías activas en el aula, y una tercera (2020-2023) de adaptación y mejora continua, que incluyó la virtualización durante la pandemia y la consolidación de las técnicas ágiles y de ludificación en la nueva normalidad. Cabe destacar que en 2023 entraron en vigencia nuevos estándares de acreditación de carreras de ingeniería a nivel nacional, los cuales exigen la implementación de enfoques centrados en el estudiante y formación basada en competencias en todas las asignaturas. Esto implica que muchas de las prácticas que la cátedra de Sistemas Operativos venía desarrollando de manera voluntaria ahora se volvieron mandatorias institucionalmente en toda la carrera.

Esta transformación se consolidó con la incorporación del enfoque Agile Driven Education - ADE, que permitió estructurar la cursada en ciclos iterativos de trabajo, donde el aprendizaje ocurre en espiral, mediante revisiones frecuentes, prácticas colaborativas y mecanismos de retroalimentación continua. Esta estructura permitió a los estudiantes experimentar una forma diferente de aprender, más cercana a los entornos reales de trabajo, donde se valoran la adaptabilidad, la autogestión, la comunicación y la reflexión.

En este marco, se introdujeron herramientas de gestión como Trello, padlets, y la técnica de retrospectiva, proveniente del mundo ágil y adaptada al contexto educativo. Estos recursos no solo ayudaron a planificar y monitorear las actividades del curso, sino que promovieron el desarrollo de habilidades blandas fundamentales para la vida profesional.

El enfoque también supuso una transformación en la cultura docente. El equipo de cátedra asumió un rol facilitador y reflexivo, acompañando los procesos de aprendizaje con intervenciones puntuales y observaciones formativas. Esta nueva disposición generó un ambiente de trabajo seguro y respetuoso, facilitando el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración entre los estudiantes.

La experiencia acumulada permitió ajustar gradualmente las técnicas, adaptándolas a las características de cada cohorte. Así, el trabajo basado en proyectos, la ludificación, el uso de rúbricas colaborativas y los espacios

de mejora continua se convirtieron en elementos distintivos de la cátedra, en base al framework ADE, que se consolida como un modelo de formación referente dentro de la Facultad Regional.

Desarrollo

La implementación del marco ADE en la cátedra de Sistemas Operativos se tradujo en una variedad de estrategias didácticas organizadas en torno a tres dimensiones clave: equipo, tiempo y trabajo. Estas estrategias fueron diseñadas para promover la autogestión, la colaboración, la evaluación continua, el aprendizaje significativo y el desarrollo de una cultura de confianza.

En la dimensión "equipo", se promueve la conformación de equipos de trabajo multifuncionales para abordar el desarrollo del Trabajo Práctico Integrador (TPI), que consiste en la creación de un simulador que representa la interacción entre el procesador y la memoria, así como en la realización de laboratorios sobre gestión de archivos, virtualización y seguridad. Para la conformación de los equipos se aplica la técnica de la Matriz de Habilidades, la cual permite asegurar que cada grupo cuente con al menos un integrante que posea alguna de las competencias necesarias para llevar adelante el proyecto. Estas habilidades pueden incluir, entre otras: experiencia previa en programación, manejo adecuado del idioma inglés, y conocimientos en instalación y configuración de sistemas operativos o aplicaciones.

En cuanto a la dimensión "tiempo", se aplican ciclos cortos de trabajo (sprints), que permiten una evaluación frecuente del avance del aprendizaje. Para ello se realiza un Sprint Planning inicial donde se fijan las fechas de las reuniones de Sprint Review, instancias en las cuales cada equipo se reúne con los docentes para mostrar el avance, evaluar desvíos y planificar ajustes necesarios. Típicamente se llevan a cabo dos o tres *reviews* durante el cuatrimestre, lo que permite monitorear el progreso de forma iterativa y brindar retroalimentación frecuente.

Para organizar y seguir el trabajo diario de cada proyecto, se utilizan herramientas ágiles de gestión visual de tareas. En particular, se ha optado por la plataforma Trello, dada su simplicidad e interfaz intuitiva. Cada equipo crea en Trello un tablero donde reflejan su lista de tareas, dividiéndolas en columnas típicas ("Por hacer", "En curso", "Hecho"). Cada equipo asigna responsables y fechas límite a cada actividad, lo cual permite distribuir el trabajo equitativamente. A medida que avanzan, van moviendo las tarjetas de tareas de una columna a otra, haciendo visible el estado de cada elemento. De este modo, no solo el equipo gestiona mejor su tiempo, sino que la cátedra puede monitorear en tiempo real el progreso de cada equipo e incluso de cada integrante, identificando quién hizo qué y detectando posibles retrasos o desequilibrios en la participación. El uso de Trello (u otra herramienta similar) aporta transparencia al proceso y fomenta la autoorganización del equipo, uno de los valores promovidos por ADE.

Asimismo, en aras de la mejora continua desde el lado docente, se implementa también una retrospectiva del alumnado hacia la cátedra, para lo cual se utiliza Padlet. Es decir, se recoge feedback sobre cómo perciben las clases y qué sugerencias tienen para la materia. Para ello se utiliza la técnica de retrospectiva "Estrella de Mar", que clasifica las opiniones en cinco categorías: *Comenzar a hacer* (nuevas prácticas que proponen incorporar), *Hacer más* (aspectos existentes que consideran valiosos y deberían intensificarse), Continuar haciendo (lo que funciona bien y debe mantenerse igual), *Hacer menos* (prácticas actuales que no aportan tanto como se esperaba) y *Dejar de hacer* (aquello que no agrega valor y debería eliminarse). Esta técnica obliga a obtener un espectro equilibrado de retroalimentación, evitando enfocarse solo en quejas. Se aplica periódicamente (idealmente al finalizar cada unidad importante, en lugar de esperar al final del curso) de modo que el equipo docente pueda realizar ajustes inmediatos en beneficio de la cohorte en curso. Las sugerencias estudiantiles recopiladas con la Estrella de Mar son evaluadas por la cátedra para decidir cuáles implementar y comunicar las decisiones a la clase, explicando las razones pedagógicas o institucionales en caso de no adoptar alguna propuesta. Esta práctica evidencia a los alumnos que sus opiniones son escuchadas y consideradas, fomentando un ambiente de confianza y corresponsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, como estrategia de retroalimentación formativa al finalizar cada clase, se utilizan "tickets de salida", en los cuales los estudiantes registran qué aprendieron, qué aspectos no lograron comprender y cómo explicarían a un compañero un concepto central abordado durante la jornada. Esta actividad no solo permite a la cátedra identificar conceptos que requieren mayor aclaración, sino que también favorece el aprendizaje entre pares, ya

que, a través de la lectura de las respuestas, los propios estudiantes pueden comprender mejor ciertos contenidos gracias a las explicaciones de sus compañeros.

La ludificación ha sido incorporada en la asignatura como una estrategia para motivar a los estudiantes en el repaso y la preparación previa de los temas teóricos. Específicamente, se emplean aplicaciones como *Kahoot!* Y *Quizizz* para realizar cuestionarios interactivos al inicio de algunas clases, especialmente aquellas bajo la modalidad de *aula invertida*. Antes de abordar una nueva unidad o de profundizar en ejercicios, se lanza un juego de preguntas de opción múltiple a través la plataforma, a las que los estudiantes responden desde su teléfono celular o laptop en tiempo real. Las preguntas abarcan conceptos clave del material al cual debieron acceder previamente, sirviendo como evaluación diagnóstica lúdica. La plataforma asigna puntajes en función de la exactitud de la respuesta y la rapidez, generando un ranking de las personas mejor puntuadas tras cada pregunta. Al finalizar, se muestra en pantalla a los tres primeros puestos (lo cual introduce un elemento de *competencia sana*) junto con la distribución de respuestas de toda la clase para cada ítem.

Esta retroalimentación inmediata resulta altamente valiosa desde el punto de vista didáctico: el docente analiza cada pregunta, explicando por qué una opción es la correcta y esclareciendo los motivos por los cuales las respuestas incorrectas pueden haber sido seleccionadas. De este modo, el juego se transforma en una instancia efectiva de refuerzo y clarificación conceptual, permitiendo focalizar la atención en aquellos aspectos donde se evidencian errores o dudas recurrentes. Por su parte, los estudiantes se sienten más comprometidos con el estudio previo y la atención durante el desarrollo de la clase, al saber que se realizará esta actividad. De hecho, en las encuestas, aproximadamente el 95% del alumnado manifiesta que este tipo de actividades lúdicas los motiva a repasar los temas abordados y a realizar la lectura previa del material. La naturaleza interactiva y competitiva del juego añade dinamismo a la clase y contribuye a romper con la monotonía de la rutina académica.

Para estimular la participación, la cátedra suele premiar con pequeños incentivos simbólicos típicamente entregando pines, calcomanías o algún reconocimiento a quienes obtienen los tres mejores puntajes acumulados. Esto, aunque sencillo, ha probado ser eficaz para mantener el interés y la reiteración en la actividad a lo largo del curso. Además de juegos iniciales, en ocasiones se realizan otros de repaso al finalizar una unidad, ya sea de manera individual o en grupos, empleando la misma plataforma. La ludificación también se extendió a reconocer la participación voluntaria en clase: cuando estudiantes se ofrecen a pasar al frente a resolver un ejercicio o explican un concepto a sus compañeros, reciben puntos extra o reconocimientos, incentivando una actitud proactiva. Estas dinámicas lúdicas han contribuido a crear un ambiente en el aula donde el error se percibe como parte natural del aprendizaje (al ser tratado en forma de juego) y donde los estudiantes se sienten más seguros de *arriesgarse* a responder, participar y aprender de sus equivocaciones.

Como resultado de la evolución de las estrategias de enseñanza en la asignatura, podemos afirmar que los indicadores cuantitativos reflejan una mejora sustancial en el desempeño académico desde la implementación de las nuevas estrategias. Antes de 2017, la aprobación directa en la asignatura rondaba apenas el 24% en promedio. A partir de la adopción de la formación por competencias y metodologías activas, este porcentaje creció notablemente. En 2018 más de la mitad de la clase logró la promoción (57%), y en 2019 se alcanzó un pico de 76% de estudiantes aprobando en forma directa. La interrupción de la presencialidad en 2020 impactó en los resultados –la aprobación directa cayó a 44% ese año–, pero aún así se mantuvo por encima de los niveles previos al 2018. Con el retorno progresivo a la normalidad, las cifras repuntaron: 46% en 2021, 51% en 2022, 64% en 2023 y finalmente se logró un 84% de aprobación directa en 2024. La Figura 1 ilustra esta tendencia ascendente pese a las oscilaciones, evidenciando un cambio de paradigma en el rendimiento estudiantil.

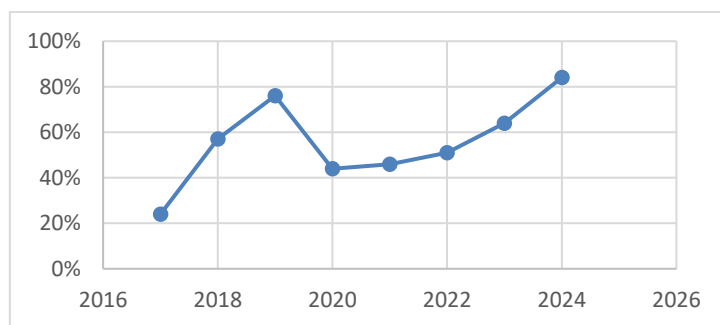


Figura 1. Evolución de la tasa de Aprobación Directa (2017-2024).

Todas estas estrategias se articularon con un enfoque pedagógico que reconoce al estudiante como protagonista de su proceso formativo y promueve una cultura de mejora continua, comunicación abierta, confianza mutua y seguridad psicológica, condiciones necesarias para el desarrollo de competencias en contextos reales de ingeniería.

Por otro lado, la proporción de alumnos que no logran cumplir los requisitos mínimos durante la cursada (quedando “libres” o abandonando) se redujo sensiblemente en los últimos años. En 2017 el 46% resultó libre, pero en 2019 ese valor bajó a 20%. Durante la pandemia, en 2020 y 2021 aumentó nuevamente (cerca del 50%), posiblemente debido a dificultades propias de la virtualidad, a partir del 2022 descendió a valores muy bajos en, cerca del 1% en 2022 y 2023 y 4% en 2024. Cabe aclarar que a partir de 2018 se distingue formalmente entre alumnos libres (aquellos que rindieron evaluaciones pero no alcanzaron nota suficiente) y alumnos que abandonaron (quienes directamente no se presentaron a ninguna evaluación). Sumando ambas categorías, aún es relevante el porcentaje de estudiantes que no logran terminar con éxito la cursada en el año correspondiente, lo cual plantea interrogantes y desafíos que deben analizarse.

En síntesis, los resultados académicos cuantitativos sugieren que la implementación de Agile Driven Education, la ludificación y el trabajo colaborativo ha tenido un impacto positivo en el rendimiento, duplicando la tasa de promoción directa y mejorando los resultados globales a pesar de las dificultades sobrevenidas (como la pandemia). Esto indica que las estrategias centradas en la participación activa y el desarrollo de competencias no solo enriquecen el aprendizaje, sino que también se traducen en mejores índices de aprobación cuando son sostenidas en el tiempo.

Además de las métricas duras, se recopilaron datos cualitativos y de percepción mediante encuestas anónimas al finalizar cada ciclo lectivo y a través de las retrospectivas, con el fin de evaluar la aceptación y efectividad percibida de las nuevas metodologías desde la óptica estudiantil.

Los resultados de estas acciones han sido sumamente reveladores y en general muy favorables. Mayoritariamente, los estudiantes consideran “sumamente valiosa” la estrategia de aula invertida, ya que les ayuda a comprender mejor los contenidos y opinan que debería mantenerse. Un porcentaje similar evalúa el Trabajo Práctico Integrador como *muy útil* para su aprendizaje, afirmando que les facilita entender los conceptos teóricos, mejorar sus competencias de programación y aprender a trabajar en equipo en un entorno simulado de proyecto real. Asimismo, las prácticas de laboratorio fueron bien recibidas: la gran mayoría de estudiantes las valoró positivamente, apreciando la oportunidad de “poner manos a la obra” con ejercicios prácticos relevantes y confirmando que estas instancias les resultaron enriquecedoras para fijar conocimientos.

En cuanto a la ludificación, mayoritariamente manifiestan que los juegos implementados en la cursada les motivan a repasar temas vistos en clases anteriores o a realizar la lectura previa del material de estudio antes de las clases de teoría. Muchos destacaron que les permiten autoevaluar su nivel de comprensión de manera entretenida y les gusta la dinámica competitiva amistosa que se genera. Incluso estudiantes que típicamente no participan en clases tradicionales indicaron que con el formato de juego se sentían más inclinados a involucrarse.

Por otro lado, se preguntó sobre las preferencias entre diferentes métodos de enseñanza. Si bien una proporción importante mencionó apreciar las explicaciones expositivas del profesor (*clase magistral*) combinadas con la resolución cooperativa de problemas en aula, no ven conflicto en ello: la mayor parte reconoce el valor de

combinar estrategias. Es decir, disfrutaban de una buena explicación docente pero también de las actividades prácticas y lúdicas que le siguen o del aprendizaje autónomo en algunos temas. En general, el consenso estudiantil fue que la variedad metodológica enriqueció la cursada: pocos manifestaron resistencia a las nuevas dinámicas, y aquellos que lo hicieron señalaron principalmente temas de carga de trabajo o coordinación, más que un rechazo a la metodología en sí.

En resumen, las percepciones del alumnado avalan la efectividad de las estrategias implementadas. Los estudiantes se sienten más motivados, consideran que aprenden mejor y desarrollan habilidades adicionales (como trabajo en equipo, uso de herramientas, etc.) gracias a estas innovaciones. Desde el punto de vista de la satisfacción estudiantil, la experiencia es altamente positiva, lo cual es un indicador fundamental en la evaluación integral de cualquier reforma educativa.

Conclusiones

La implementación de Agile Driven Education (ADE), acompañada de estrategias de ludificación y trabajo colaborativo, ha demostrado ser una propuesta eficaz para transformar la enseñanza de la asignatura en el contexto universitario. Este enfoque permitió mejorar no solo los indicadores académicos, como el incremento sostenido en la tasa de aprobación directa y la disminución de estudiantes en condición de “libres”, sino también la experiencia educativa integral del estudiantado, promoviendo mayor motivación, compromiso y participación activa.

Los resultados obtenidos evidencian que el trabajo con prácticas ágiles favorece el desarrollo de competencias técnicas y blandas, fundamentales para la formación de profesionales de la ingeniería en el siglo XXI. La combinación de técnicas lúdicas, espacios de mejora continua y una planificación centrada en proyectos contribuyó a crear un ambiente propicio para el aprendizaje significativo.

Asimismo, el proceso supuso una transformación sustancial en el rol docente. Se pasó de un modelo expositivo tradicional a una práctica basada en la facilitación, la escucha activa, el acompañamiento reflexivo y el diseño de experiencias centradas en el estudiante.

Finalmente, la experiencia de la cátedra muestra que es posible construir propuestas innovadoras, sostenibles y transferibles a otras asignaturas técnicas, siempre que exista voluntad institucional, trabajo en equipo y espacios para la reflexión crítica compartida. La transformación educativa requiere tiempo, formación, convicción y una comunidad dispuesta a aprender en conjunto.

Referencias

1. Ordenanza 1753 del Consejo Superior de la Universidad tecnológica Nacional, disponible en <https://www.utn.edu.ar/images/Secretarias/SPAP-PLANEAMIENTO/Posgrado/Normativa/Grado/1753.pdf>
2. Bollati, V. A., Arias, M., Sandobal Verón, V., & Cuenca Pletsch, L. (2022). *Una estrategia ágil de enseñanza-aprendizaje*. En Actas del 10º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información. Universidad Tecnológica Nacional.

Implementación de la Propuesta de Formación por Competencias en la Asignatura Fundamentos de Informática

Implementation of the Competency-Based Training Proposal in the subject Fundamentos de Informática

Presentación: 04/09/2025

Verónica L. Vanoli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.
vvanoli@frbb.utn.edu.ar

Resumen

Dado el contexto del nuevo diseño curricular de las Ingenierías en la Universidad Tecnológica Nacional para los nuevos estándares de acreditación que incluyen la formación por competencias junto con el enfoque sobre las actividades reservadas y los alcances de título reformulados, varias asignaturas han tenido que rediseñar sus planificaciones especificando el nivel de tributación de competencias específicas y genéricas, presentando los objetos de conocimiento y los resultados de aprendizaje esperados, y adecuando tanto la metodología de enseñanza como las estrategias de evaluación para conducir hacia un proceso de enseñanza y aprendizaje acorde con lo planteado, factible de ser llevado a cabo y favorable a la preparación del estudiantado para el mundo actual. Es por ello que en este trabajo se presenta el caso de la asignatura Fundamentos de Informática, en tres comisiones desarrolladas durante ambos cuatrimestres del año 2024, en los que se detallan los componentes mencionados anteriormente sobre la reformulación de las planificaciones y los resultados satisfactorios obtenidos.

Palabras clave: Planificación, Competencias, Informática.

Abstract

Given the context of the new curricular design of Engineering degrees at the Universidad Tecnológica Nacional for the new accreditation standards that include training by competences together with the focus on reserved activities and degree scopes reformulated, several subjects have had to redesign their planning, specifying the level of taxation of specific and generic competences, presenting the objects of knowledge and the expected learning outcomes, and adapting both the teaching methodology and the assessment strategies to lead to a teaching and learning process in line with what has been proposed, feasible to be carried out and favourable to the preparation of students for today's world. That is why this paper presents the case of the subject Fundamentos de Informática, in three commissions developed during both semesters of the year 2024, in which the components mentioned above on the reformulation of planning and the satisfactory results obtained are detailed.

Keywords: Planning, Competences, Computing.

Introducción

Este trabajo se encuentra en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) Interfacultad (TEIFNBB10109) “Análisis del seguimiento e implementación de la propuesta de formación por competencias en el contexto de las adecuaciones curriculares en la Universidad Tecnológica Nacional (2024-2026)” cuyo objetivo es analizar la correspondencia pedagógica entre los resultados de aprendizaje (RA), la organización de la mediación pedagógica y el sistema de evaluación por período académico de las asignaturas, analizando la coherencia de los componentes de las secuencias didácticas para el desarrollo y evaluación de las competencias, evidenciar el nivel de logros y de dificultades del estudiantado e incorporar cambios para que se alcancen los RA propuestos. El PID se basa en el enfoque metodológico de investigación-acción educativa, donde se mejoran las prácticas educativas a través de ciclos de acción y reflexión (Latorre, 2005). La metodología de investigación empleada para este trabajo corresponde a un diseño exploratorio y descriptivo, y las técnicas que se utilizaron son la de observación de tipo participante y la de encuesta de tipo estructurada, con el instrumento de cuestionario semi-estructurado (métodos cuantitativo y cualitativo).

La asignatura de estudio se denomina Fundamentos de Informática que pertenece a las carreras Ingeniería en Energía Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil, del primer año en sus respectivos planes de estudios. El régimen de cursado es cuatrimestral, para las dos primeras carreras durante el primer cuatrimestre y en la última, durante el segundo cuatrimestre. En este trabajo se presentará la planificación de la asignatura del año 2024 correspondiente a tres comisiones, dos del primer cuatrimestre y una del segundo cuatrimestre, donde se describirán varias partes de la misma considerando los objetos de conocimiento (OC), los RA y las propuestas de actividades didácticas como estrategia de enseñanza y aprendizaje que aporten a la formación por competencias (CONFEDI, 2018). También se presentarán los resultados obtenidos luego de llevar a cabo esta nueva adecuación, y cerrando el trabajo con conclusiones sobre esta experiencia.

Desarrollo

Las competencias que tributa la asignatura Fundamentos de Informática y su correspondiente nivel son las que se detallan en la Tabla 1. Las competencias genéricas (CG) son: CG1 (para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería); CG4 (para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería); CG7 (para comunicarse con efectividad); y CG9 (para aprender en forma continua y autónoma).

Tabla 1. Tributación de las Competencias en la asignatura.

Competencias específicas de la carrera	Competencias genéricas tecnológicas	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales
Ingeniería Civil (en acuerdo con la Ordenanza 1853 de 2022):		
CE01: Nivel 1	CG1: Nivel 1	CG7: Nivel 1
CE03: Nivel 1	CG4: Nivel 1	CG9: Nivel 1
CE04: Nivel 1	—	—
CE17: Nivel 1	—	—
Ingeniería en Energía Eléctrica (en acuerdo con la Ordenanza 1873 de 2022):		
CE1.1: Nivel 1	CG1: Nivel 1	CG7: Nivel 1
CE9.1: Nivel 1	CG4: Nivel 1	CG9: Nivel 1
Ingeniería Mecánica (en acuerdo con la Ordenanza 1901 de 2022):		
CE1.1: Nivel 1	CG1: Nivel 1	CG7: Nivel 1
CE1.2: Nivel 1	CG4: Nivel 1	CG9: Nivel 1
CE6.1: Nivel 1	—	—

Para Ingeniería Civil la actividad reservada AR1 (diseñar, calcular y proyectar, estructuras, edificios, obras) tributa con la capacidad de diseñar y calcular que se menciona también en el alcance de título AL3 (medir, calcular y representar planialtimétricamente el terreno y las obras construidas y a construirse, con sus implicancias legales) y en las competencias específicas CE01 (planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras civiles y de arquitectura, obras complementarias, de infraestructura, transporte y urbanismo, con aplicación de la legislación vigente); CE03 (planificar, diseñar, calcular, proyectar y construir obras e instalaciones para el almacenamiento, captación, tratamiento, conducción y distribución de

sólidos, líquidos y gases, incluidos sus residuos); y CE17 (diseñar, desarrollar, modelar y predecir, las obras, sistemas y procesos de la Ingeniería Civil, aplicando TIC's herramientas informáticas sencillas e integradas). Y AR2 (proyectar, dirigir y controlar la construcción, rehabilitación, demolición y mantenimiento de las obras indicadas en AR1) tributa con la capacidad de controlar y proyectar, que se menciona también en AL4 (proyectar y dirigir lo referido a control de impacto ambiental y eficiencia energética, en lo concerniente a su actividad profesional, obras mencionadas en AR1), en AL5 (proyectar, dirigir y evaluar lo referido a la gestión ambiental, en lo concerniente a su actividad profesional, obras mencionadas en AR1), y en las CE01, CE03 y CE04 (dirigir y controlar la construcción, rehabilitación, demolición y mantenimiento de las obras arriba indicadas). Estas capacidades están relacionadas indirectamente con los RA que se desarrollarán a través del uso de las plataformas de Hardware y Software enseñadas en la asignatura, dónde el diseño, cálculo, control y proyección se trabajarán mediante la computadora.

Para Ingeniería en Energía Eléctrica, AR1 (diseñar, calcular y proyectar sistemas de generación, transmisión, conversión, distribución y utilización de energía eléctrica; sistemas de control y automatización y sistemas de protección eléctrica) tributa con la capacidad de calcular que se menciona también en AL1 (diseñar, calcular y proyectar laboratorios de todo tipo, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a la generación, transmisión, conversión, distribución y utilización de la energía eléctrica), en CE1.1 (desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de sistemas, e instalaciones de generación, conversión, transmisión, distribución, supervisión, automatización, control, medición y utilización de energía eléctrica, respetando criterios técnico-económicos, de eficiencia energética y de sustentabilidad); y en CE9.1 (diseñar programas que permitan calcular y simular equipos, sistemas, e instalaciones de generación, conversión, transmisión, distribución, supervisión, automatización, control, medición y utilización de energía eléctrica, empleando algoritmos numéricos, equipos de computación, tecnología de la información y comunicación). Y AR2 (proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado) tributa con la capacidad de controlar y proyectar, que se menciona en AL1 y AL2 (dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado). Estas capacidades están relacionadas indirectamente con los RA que se desarrollarán a través del uso de las plataformas de Hardware y Software enseñadas en la asignatura, dónde el cálculo, control y proyección se trabajarán mediante una computadora.

Y para Ingeniería Mecánica, AR1 (diseñar, proyectar y calcular máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control) tributa con la capacidad de diseñar y calcular que se menciona también en AL1 (diseñar, calcular y proyectar laboratorios de todo tipo, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas), AL6 (calcular, proyectar, desarrollar y evaluar la temática ambiental en el área de la ingeniería mecánica), CE1.1 (diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social); y CE1.2 (calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución a lo antes mencionado, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social). Y AR2 (proyectar, dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de lo anteriormente mencionado) tributa con la capacidad de controlar, proyectar y comprender, que se menciona también en AL1, AL6 y CE6.1 (comprender sobre sistemas robóticos, de automatización y control, incluyendo la programación - software y los dispositivos físicos - hardware, aplicados a la Ingeniería Mecánica, empleando algoritmos numéricos, equipos de computación, tecnología de la información y comunicación). Estas capacidades están relacionadas indirectamente con los RA que se desarrollarán a través

del uso de las plataformas de Hardware y Software enseñadas en la asignatura, dónde el diseño, cálculo, control, proyección y comprensión se trabajarán mediante una computadora.

La asignatura Fundamentos de Informática presenta los siguientes RA y su correspondencia con los OC:

- Reconoce la estructura de una computadora para comprender su funcionamiento, tanto a nivel físico como su operatividad analizando sus componentes internos, periféricos y el sistema operativo (RA1). Estructura de una Computadora (OC1).
- Utiliza un procesador de texto con controles visuales para confeccionar documentos teniendo en cuenta las normas de formato de documentos usadas en Ingeniería (RA2). Procesador de Texto (OC2).
- Crea hojas de cálculo para automatizar cálculos ingenieriles mediante el uso de fórmulas, funciones y gráficos parametrizados (RA3). Planilla de Cálculos (OC3).
- Diseña bases de datos relacionales para la gestión de información de obras y proyectos de Ingeniería a través de un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RA4). Bases de Datos (OC4).
- Implementa algoritmos y programación de computadoras para construir programas ejecutables básicos que permitan resolver problemas de gestión de datos y cálculos numéricos usando un ambiente de programación visual (RA5). Diseño de Algoritmos y Programación (OC5).

Para lograr los RA y contribuir a la formación por competencias, se propusieron una serie de diversas actividades didácticas que se especifican en la Tabla 2, donde se pueden apreciar los OC, los RA esperados, el nombre de cada actividad con su correspondiente tipo, modalidad educativa, calificación y una breve descripción de la implicación de cada una de ellas junto con las competencias genéricas aportadas.

Tabla 2. Detalle de los OC, RA y sus actividades.

OC	RA	Actividades	Tipo	Modalidad	Calificación	Implicancia
1	1	A1. Trabajos prácticos	Resolución de problemas	Asincrónico	No calificables	Entrenamiento para el resto de los RA – CG4 y CG9
		A2. Preguntas de Autoevaluación	Cuestionario	Asincrónico-Virtual	Automática con nota	Fijar conceptos
2	2	A3. Trabajos prácticos	Resolución de problemas	Asincrónico	No calificables	Entrenamiento para la siguiente actividad – CG4
		A4. Informe Técnico	Escrito digital e Intercátedra	Asincrónico-Virtual	Rúbrica con nota	Elaboración de un informe técnico aplicando formatos – CG9
3	3	A5. Trabajos prácticos	Resolución de problemas	Asincrónico	No calificables	Entrenamiento para el resto de las actividades – CG1 y CG4
		A6. Preguntas de Autoevaluación	Cuestionario	Asincrónico-Virtual	Automática con nota	Fijar conceptos
		A7. Glosario	Investigación de pares	Asincrónico-Virtual	Manual aprobado/desaprobado	Investigación y desarrollo de una función no vista en clase – CG4, CG7 y CG9
		A8. Examen Parcial	Práctica individual en la computadora	Sincrónico-Presencial	Manual con nota	Demostración final de la práctica adquirida – CG1, CG4 y CG9
4	4	A9. Trabajos práctico	Resolución de problemas	Asincrónico	No calificables	Entrenamiento para el resto de las actividades – CG1 y CG4
		A10. Preguntas de Autoevaluación	Cuestionario	Asincrónico-Virtual	Automática con nota	Fijar conceptos
		A11. Wiki	Colaborativa grupal e individual	Sincrónico-Presencial/Asincrónico-Virtual	Manual aprobado/desaprobado	Formulación de consignas, entrenamiento y trabajo colaborativo – CG1, CG4, CG7 y CG9
		A12. Examen Parcial	Práctica individual en la computadora	Sincrónico-Presencial	Manual con nota	Demostración final de la práctica adquirida – CG1, CG4 y CG9
5	5	A13. Trabajos práctico	Resolución de problemas	Asincrónico	No calificables	Entrenamiento para el resto de las actividades – CG1 y CG4
		A14. Preguntas de Autoevaluación	Cuestionario	Asincrónico-Virtual	Automática con nota	Fijar conceptos
		A15. Gamificación	Juego de Roles	Asincrónico-Virtual/Sincrónico-Presencial	Por pares	Aprendizaje basado en juegos, formulación de consignas, entrenamiento y coevaluación – CG1, CG4, CG7 y CG9
		A16. Examen Parcial	Práctica individual en la computadora	Sincrónico-Presencial	Manual con nota	Demostración final de la práctica adquirida – CG1, CG4 y CG9

La relación que poseen las actividades con los RA se presenta en tres niveles (0, 1 o 2): el nivel 0 representa a una relación nula, el nivel 1 a una relación parcial y el nivel 2 a una relación total. Las relaciones parciales tienen que ver con el orden en que se dan los OC en el transcurso de la asignatura, dado que hay temas que necesitan de otros para poder comprenderse mejor y también influye la equivalencia entre tipos de actividad. En la Figura 1 se muestra una representación gráfica de estas relaciones, en la que el nivel 0 se representa en blanco, el nivel 1 en amarillo y el nivel 2 en verde.

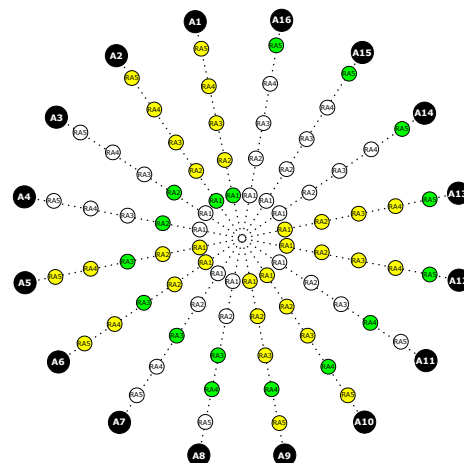


Figura 1. Niveles de relación entre actividades y RA.

Todas las actividades poseen una calificación acompañada de una retroalimentación como sugerencia de mejora y el estudiantado cuenta con la posibilidad de recuperación, ya sea corregir y volver a entregar o directamente con una nueva instancia de realización. Por lo tanto, los resultados obtenidos de las actividades en cada comisión son los que se presentan en la Tabla 3. Se excluyeron los trabajos prácticos (A1, A3, A5, A9, A13) porque sólo cuentan con retroalimentación a través de consultas en foros (asincrónico y colaborativo), personalmente en clase, o directamente por correo electrónico.

Tabla 3. Resultados de las actividades por Comisión.

Actividades	Comisión 4 (1° Cuatrimestre)	Comisión 6 (1° Cuatrimestre)	Comisión 2 (2° Cuatrimestre)
A2. Preguntas de Autoevaluación	Aprobados: 80,00% Promedio: 7,82 puntos Nunca enviados: 6,67% Varios intentos: 26,67%; (1): 20,00%; (2): 6,67%	Aprobados: 90,00% Promedio: 8,12 puntos Nunca enviados: 10,00% Varios intentos: 10,00%; (1): 10,00%	Aprobados: 91,67% Promedio: 8,13 puntos Nunca enviados: 4,17% Varios intentos: 4,17%; (1): 4,17%
A4. Informe Técnico	Material Didáctico Digital (intentos): 46,67% Promedio: 7,06 puntos Entregados: 73,33% Aprobados: 46,67% Desaprobados: 26,67% Desaprobados-Aprobados: 26,67%	Material Didáctico Digital (intentos): 30,00% Promedio: 7,73 puntos Entregados: 70,00% Aprobados: 10,00% Desaprobados: 60,00% Desaprobados-Aprobados: 20,00%	Material Didáctico Digital (intentos): 41,67% Promedio: 6,75 puntos Entregados: 62,50% Aprobados: 41,67% Desaprobados: 20,83% Desaprobados-Aprobados: 16,67%
A6. Preguntas de Autoevaluación	Aprobados: 80,00% Promedio: 7,72 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 6,67%; (1): 6,67%	Aprobados: 60,00% Promedio: 7,74 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 0,00%	Aprobados: 91,67% Promedio: 7,62 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 16,67%; (1): 8,33%; (2): 8,33%
A7. Glosario	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 0,00% No entregados: 33,33%	Aprobados: 70,00% Desaprobados: 0,00% No entregados: 30,00%	Aprobados: 79,17% Desaprobados: 16,67% No entregados: 4,17%
A8. Examen Parcial	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 13,33% No entregados/Falla/Ausentes: 20,00%	Aprobados: 50,00% Desaprobados: 20,00% No entregados/Falla/Ausentes: 30,00%	Aprobados: 54,17% Desaprobados: 16,67% No entregados/Falla/Ausentes: 29,17%
A10. Preguntas de Autoevaluación	Aprobados: 80,00% Promedio: 6,90 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 46,67%; (1): 33,33%; (2): 6,67%; (3): 0,00%; (4): 6,67%	Aprobados: 70,00% Promedio: 7,08 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 30,00%; (1): 30,00%	Aprobados: 87,50% Promedio: 7,44 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 29,17%; (1): 16,67%; (2): 4,17%; (3): 4,17%; (4): 4,17%

A11. Wiki	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 0,00% No entregados: 33,33%	Aprobados: 80,00% Desaprobados: 0,00% No entregados: 20,00%	Aprobados: 70,83% Desaprobados: 8,33% No entregados: 20,83%
A12. Examen Parcial	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 13,33% No entregados/Falla/Ausentes: 20,00%	Aprobados: 50,00% Desaprobados: 20,00% No entregados/Falla/Ausentes: 30,00%	Aprobados: 58,33% Desaprobados: 20,83% No entregados/Falla/Ausentes: 20,83%
A14. Preguntas de Autoevaluación	Aprobados: 66,67% Promedio: 7,33 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 13,33%; (1): 0,00%; (2): 13,33%	Aprobados: 50,00% Promedio: 6,95 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 20,00%; (1): 20,00%	Aprobados: 66,67% Promedio: 7,02 puntos Nunca enviados: 0,00% Varios intentos: 8,33%; (1): 4,17%; (2): 4,17%
A15. Gamificación	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 0,00% No entregado/Incompleto: 33,33%	Aprobados: 50,00% Desaprobados: 0,00% No entregado/Incompleto: 50,00%	Aprobados: 54,17% Desaprobados: 4,17% No entregado/Incompleto: 41,67%
A16. Examen Parcial	Aprobados: 66,67% Desaprobados: 0,00% No entregados/Falla/Ausentes: 33,33%	Aprobados: 40,00% Desaprobados: 20,00% No entregados/Falla/Ausentes: 40,00%	Aprobados: 41,67% Desaprobados: 16,67% No entregados/Falla/Ausentes: 41,67%

Las actividades didácticas principales de cada OC han tenido buena aceptación por parte del estudiantado, ya que en una encuesta realizada al finalizar el cuatrimestre se obtuvieron las siguientes respuestas de todas las comisiones:

- A7. Glosario: al 37,04% le gustó mucho la actividad, al 51,85% le gustó medianamente y no hubo respuestas en el caso de que les gustara poco o no les gustara. Y si la actividad les sirvió para aprender, un 66,67% respondió que sí, un 33,33% que algo y un 0% que no.
- A11. Wiki (Vanoli, 2024): al 48,15% le gustó mucho la actividad, al 40,74% le gustó medianamente, al 11,11% le gustó poco y no hubo respuestas que indicaran que no les gustó. Y si la actividad les sirvió para aprender, un 74,07% respondió que sí, un 25,93% que algo y un 0% que no.
- A15. Gamificación (Vanoli, 2022): al 85,19% le gustó mucho la actividad, al 11,11% le gustó medianamente, no hubo respuestas en el caso de que les gustara poco y al 3,70% no le gustó la actividad. Y si la actividad les sirvió para aprender, un 92,59% respondió que sí, un 7,41% que algo y un 0% que no.

La resolución de las actividades anteriores repercute directamente en el examen parcial (actividades A8, A12 y A16, mencionadas en la Tabla 3), que a su vez se proyectan hacia los buenos resultados del cursado apreciables en la Tabla 4. Como la mayoría son estudiantes del primer nivel en sus respectivas carreras y la oficina de Alumnos realiza las inscripciones, de forma automática, en todas las asignaturas de ese nivel tras la superación del seminario de ingreso, esto genera un alto porcentaje de abandono en alguna de ellas, ya que no pueden cumplir el ritmo universitario con tantas asignaturas a la vez y terminan dejando las que más les cuesta, las que les generan desinterés o las que tienen una lejana correlatividad en el plan de la carrera, entre ellas Fundamentos de Informática.

Tabla 4. Resultados del cursado.

Comisión 4 (1° Cuatrimestre)	Aprobación directa: 66,67% Regular: 0,00% Libre: 13,33% (pero no siguieron hasta el final del cursado) Abandonó: 20,00%
Comisión 6 (1° Cuatrimestre)	Aprobación directa: 30,00% Regular: 10,00% Libre: 30,00% (sólo un 10% siguió hasta el final del cursado) Abandonó: 30,00%
Comisión 2 (2° Cuatrimestre)	Aprobación directa: 37,50% Regular: 16,67% Libre: 25,00% (pero no siguieron hasta el final del cursado) Abandonó: 20,83%

Es importante aclarar que para poder dar inicio a todas las actividades, cada OC cuenta con clases de tipo taller donde se trabaja con interactividad y la teoría se pone en práctica inmediatamente con la resolución en computadora. El único OC que no sigue este procedimiento es Procesador de Texto (OC2), ya que se desarrolla de manera asincrónica y cuenta con un material didáctico digital para adquirir los conocimientos necesarios en la elaboración del informe técnico (A4).

Conclusiones

Tras analizar los resultados de las actividades, del cursado y las opiniones del estudiantado, se concluye que la reformulación de la asignatura Fundamentos de Informática es apropiada y satisfactoria. Esto se debe a que se han creado diversas actividades didácticas a lo largo del cursado que contribuyen a la formación por competencias, tales como: tareas de investigación, trabajo en grupo y colaboración, trabajo intercátedra, juego para despertar la creatividad y lograr autonomía con coevaluación para el pensamiento crítico, y autoevaluación; permitiendo llevar una evaluación continua que genera lo que Wiske et al. (2006) expresa: “ayudar a que los estudiantes adquieran una perspectiva más progresiva contribuye a que consideren el aprendizaje como un proceso y se vean a sí mismos como personas capaces de mejorar su aprendizaje mediante el esfuerzo, la práctica y la revisión” y “los estudiantes que entienden el aprendizaje como un proceso progresivo de desarrollo de la comprensión tienden a aprender mejor que aquellos que lo consideran como algo que se consigue o no se consigue” (p. 160). Y toda esa variedad de actividades induce a que el estudiantado sea protagonista de su propio proceso de aprendizaje, eso es lo que plantea el aprendizaje centrado en el estudiante (ACE). Cukierman (2018) señala algunos de los elementos que caracterizan al ACE: “sujeción a un aprendizaje más activo que pasivo; énfasis en el aprendizaje profundo y la comprensión; incremento en la responsabilidad del estudiante; refuerzo en el sentido de autonomía del estudiante; interdependencia del profesor y el estudiante; respeto mutuo en el marco de la relación estudiante-profesor; y abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante” (p. 29) y al respecto, Dehaene (2019) dice: “aprender con eficacia requiere rechazar la pasividad, comprometerse, explorar, generar hipótesis activamente y ponerlas a prueba en comparación y contraste con el mundo con el cual interactuamos” (p. 237).

Al finalizar el cursado en ambos cuatrimestres del año 2024 se han escuchado expresiones de conformidad por parte de estudiantes como “¡profe, me gustó la materia!”, que validan la propuesta de planificación y también gratifican a la docente debido a que no se trata de una asignatura específica para su carrera. Y otros sucesos satisfactorios ocurren cuando comentan que están utilizando algunos de los temas en otras asignaturas, para uso personal o para el trabajo. Esto último demuestra que el estudiantado logra conectar lo visto en clase con usos reales, es decir, con una aplicabilidad auténtica; y que los RA propuestos se alcanzan realmente.

Dado que las actividades de gamificación tienen mayor aceptación y favorecen el aprendizaje, en el primer cuatrimestre del año en curso (2025) se incorporó una actividad basada en una Sala de Escape. En la asignatura, el estudiantado debe deducir varias pistas sobre las instrucciones de Estructura de una Computadora (OC1) para poder escapar de la sala y, una vez logrado, realizar el cuestionario de autoevaluación (A2). Esta experiencia también aportará a alcanzar los resultados de aprendizaje esperados (RA1).

Referencias

- CONFEDI (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de las Carreras de Ingeniería de la República Argentina. “Libro Rojo de CONFEDI”. Buenos Aires, CONFEDI.
- Cukierman, U. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. Buenos Aires, Universidad Tecnología Nacional – Facultad Regional Buenos Aires.
- Latorre, A. (2005). La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa. 3° edición, Graó, España.
- Dehaene, S. (2019). ¿Cómo aprendemos?: Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro. Siglo XXI Editores.

Wiske, M. S., Franz, K. R., and Breit, L. (2006). Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías. Paidós.

Vanoli, V. L. (2022). Juego de roles: ACE, competencias y TIC en primer año. 9° Seminario Internacional de Educación a Distancia. Red Universitaria de Educación a Distancia de Argentina (RUEDA). Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires.

Vanoli, V. L. (2024). Base de Datos: una experiencia de aporte a la formación por competencias en ingeniería de primer año. 3er. Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza. 3er. Congreso de Innovación y Creatividad en la Enseñanza Tecnológica (CICE). Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Chubut, Puerto Madryn.

El estudio de las superficies cuádricas: Una propuesta didáctica con Mathematica y modelos impresos en 3D.

The study of quadric surfaces: A didactic proposal using Mathematica and 3D-printed models.

Presentación: 04/09/2025

Héctor Martín

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Argentina.
hmartin@comunidad.frrq.utn.edu.ar

Walter Soto

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Argentina.
waltersoto2007@gmail.com

Nicolás Ramírez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Argentina.
nramirez@comunidad.frrq.utn.edu.ar

Tiago Speranza

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Argentina.
donsperanza32@gmail.com

Resumen

En el presente artículo se muestra una actividad práctica basada en el tema cuádricas en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de primer año de la carrera ingeniería electromecánica. En el mismo, se interactúa con el grupo de diseño mecánico de la facultad, encargado de elaborar las cuádricas utilizando impresión 3D. A cada estudiante se le entrega un modelo impreso, con el cual debe identificar la ecuación correspondiente a la superficie, seleccionando el sistema de coordenadas y la escala apropiados. Posteriormente, la superficie es representada utilizando un software de matemática simbólica, lo que permite visualizarla y comparar la representación virtual con el modelo físico. Esta experiencia, implementada durante varios años, ha demostrado ser altamente satisfactoria. El trabajo práctico fomenta la manipulación directa del objeto, el análisis y la discusión en grupo sobre la elección del sistema de referencia, y el desarrollo de competencias en modelado y visualización matemática. Finalmente, los estudiantes elaboran un informe con el desarrollo y los resultados de la actividad, el cual es evaluado por el equipo docente.

Palabras clave: Superficies Cuádricas, Álgebra y Geometría Analítica, Visualización dinámica, Interactividad, impresión 3D.

Abstract

This paper presents a practical activity based on the topic of quadric surfaces, carried out in the **Algebra and Analytic Geometry** course during the first year of the Electromechanical Engineering program. The activity is conducted in collaboration with the Faculty's Mechanical Design Group, which is responsible for producing the quadric models using 3D printing technology. Each student receives a printed model and is tasked with identifying the corresponding equation for the surface, selecting an appropriate coordinate system and scale. The surface is then represented using symbolic mathematics software, allowing students to visualize it and compare the virtual representation with the physical model. This experience, implemented over several years, has proven to be highly effective. The practical work encourages direct manipulation of the object, promotes analysis and group discussion regarding the choice of reference system, and fosters the development of skills in mathematical modeling and visualization. Finally, students prepare a written report detailing the development and results of the activity, which is evaluated by the teaching staff.

Keywords: Quadric Surfaces, Algebra and Analytic Geometry, Dynamic Visualization, Interactivity, 3D Printing.

Introducción

La enseñanza de la geometría analítica en el primer año de las carreras de ingeniería presenta múltiples desafíos, en particular cuando se abordan contenidos abstractos como las superficies cuádricas [1-3]. Estas superficies, definidas por ecuaciones cuadráticas en tres variables (x , y , z), requieren para su comprensión tanto habilidades algebraicas como una fuerte intuición espacial, algo que no siempre es sencillo de lograr en el aula tradicional.

En respuesta a esta problemática, el presente artículo describe una experiencia didáctica innovadora implementada desde hace ya algunos años, en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de la carrera Ingeniería Electromecánica en la Facultad Regional Reconquista. La propuesta combina el uso del software Mathematica, especializado en cálculo simbólico y visualización matemática, con modelos físicos de superficies cuádricas producidos mediante impresión 3D. Esta articulación tecnológica busca fomentar el aprendizaje significativo a través de la experimentación, la manipulación directa de objetos y la reflexión colectiva.

La actividad se desarrolla en colaboración con el grupo de Diseño Mecánico de la facultad, que, entre muchas de sus variadas actividades, es el encargado de los trabajos con impresoras 3D, utilizadas para elaborar los modelos físicos de las cuádricas.

En la Facultad Regional Reconquista se realizan, desde hace varios años, talleres en los cuales los alumnos aprenden a utilizar el programa de lenguaje simbólico Mathematica. Estos talleres se desarrollan semanalmente durante los tres primeros años de la carrera. Los estudiantes deben realizar prácticos relacionados a materias del año en que están cursando. En primer año, una de las asignaturas vinculadas es Álgebra y Geometría Analítica. Este espacio curricular posee características didácticas innovadoras, ya que el mismo se desarrolla fuera del horario de cursado, no posee obligatoriedad de asistencia, la modalidad es del tipo taller: se plantean problemas de las asignaturas del mismo nivel, con el apoyo presencial y virtual del docente. Cabe destacar que los trabajos prácticos planteados se aprueban mediante un coloquio para poder rendir la asignatura vinculada.

En la actividad práctica propuesta en el presente artículo, cada grupo de estudiantes recibe un modelo impreso y, a partir de su observación y análisis, debe determinar la ecuación que representa dicha superficie, eligiendo el sistema de coordenadas y la escala adecuadas. Posteriormente, los estudiantes utilizan Mathematica para representar la superficie de forma digital, comparar sus resultados con el modelo físico, y elaborar un informe que documenta su trabajo.

La experiencia ha demostrado ser altamente positiva en los años en que se ha llevado a cabo, promoviendo la comprensión geométrica, el trabajo colaborativo y el uso activo de herramientas digitales. En este artículo se

comparte dicha experiencia, a fin de reflexionar sobre sus fundamentos didácticos, y ofrecerla como un modelo replicable en otros contextos educativos.

Desarrollo

El programa Mathematica de Wolfram Research [5] constituye una herramienta sumamente potente para el tratamiento simbólico y la visualización de objetos matemáticos complejos, como lo son las superficies cuádricas. Su entorno permite trabajar de manera interactiva con funciones multivariantes, manipular gráficamente superficies en tres dimensiones, y modificar parámetros en tiempo real.

La elección del programa **Mathematica** como herramienta de representación digital se fundamenta en su potencia para el manejo simbólico y gráfico de expresiones matemáticas, su capacidad de generar visualizaciones 3D interactivas de alta calidad y su amplia biblioteca de funciones específicas para el análisis de superficies. Si bien no es un software libre, su uso en la presente actividad se justifica por la disponibilidad de licencias académicas institucionales, que posee la Facultad Regional Reconquista, lo que permite a los estudiantes acceder sin costo adicional. Entre las alternativas disponibles se encuentran **MATLAB**, **GNU Octave**, **GeoGebra 3D**, así como entornos de programación de código abierto como **Python**, que cuenta con bibliotecas gráficas y simbólicas (por ejemplo, *Matplotlib*, *SymPy* y *Mayavi*). No obstante, para este trabajo se optó por Mathematica debido a su integración directa entre cálculo simbólico y visualización, lo que facilita el proceso de modelado y comparación entre representaciones físicas y digitales dentro del tiempo acotado de una clase práctica. Se propone para el futuro comenzar a estudiar Octave con los alumnos.

En el marco de la experiencia aquí presentada, los estudiantes utilizan el programa de matemática simbólica para representar gráficamente las superficies que se les asignan en formato físico. Una vez deducida la ecuación correspondiente a la cuádrica a partir del modelo impreso, los alumnos construyen su representación en el entorno digital mediante instrucciones sencillas del lenguaje Wolfram [5].

Algunos años atrás, uno de los alumnos realizó un aplicativo en el programa descrito anteriormente que permite el ingreso de una ecuación cartesiana de una superficie cuádrica, y luego obtener las trazas de los planos paralelos a los coordenados. Todo esto mediante el uso del comando *Manipulate* [5] para crear un entorno dinámico con una interfaz intuitiva y fácil de utilizar. Una vez encontradas todas las trazas principales se puede deducir el nombre de la cuádrica en base a las cónicas que resultan de las intersecciones con los planos paralelos a los coordenados.

El ingreso de datos se realiza mediante una interfaz (detalle en la parte izquierda de la Figura 1) donde se escribe la ecuación de la cuádrica, pero sin igualar a cero ya que esto se hace internamente. Debajo de esta casilla están las opciones para generar las trazas, que se visualizan tildando la casilla correspondiente y modificando el valor k perteneciente a cada plano para observar su efecto en la traza. Adicionalmente están disponible las opciones para cambiar la opacidad del gráfico 3D, la resolución de los ejes y el tamaño de la imagen resultante. También se incluye un botón “Reset” que reestablece la opacidad al 100% y hace que todas las constantes k se anulen (valor inicial).

Al ingresar la ecuación de la cuádrica, el aplicativo mostrará el gráfico 3D de la superficie. Por defecto los planos paralelos no están seleccionados y todas las constantes k valen cero (detalle en la parte derecha de la Figura 1). En este ejemplo se determina que la cuádrica corresponde a un paraboloide circular o paraboloide de revolución.

Al seleccionar un plano se genera un nuevo gráfico de la superficie de color naranja y el plano indicado de color azul, al lado de este gráfico se crea la traza correspondiente al plano y valor de k seleccionado. La ecuación de la cónica obtenida en esta traza está en la parte superior de este gráfico (detalle en Figura 2).

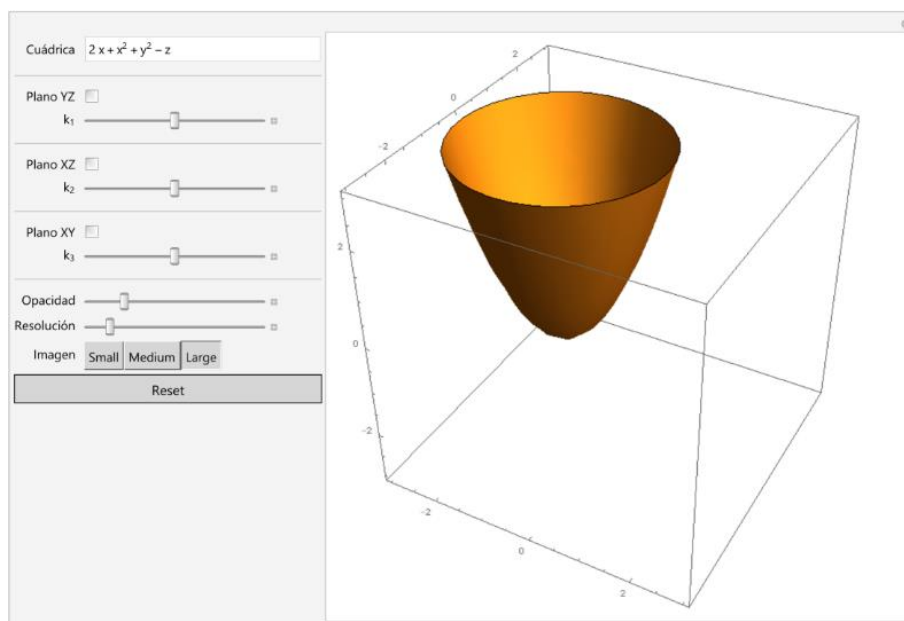


Figura. 1. Interfaz para el ingreso de datos.

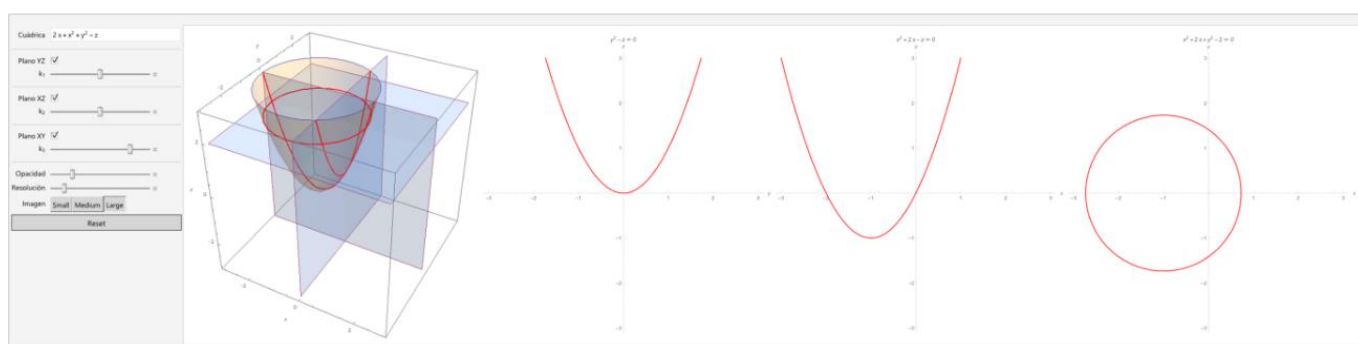


Figura 2. Superficie cuádrica intersecada simultáneamente por tres planos paralelos a los coordenados.

La posibilidad de rotar, acercar o seccionar las superficies dentro del entorno gráfico favorece enormemente la comprensión de las propiedades geométricas del objeto en estudio. Esta representación digital se compara luego con el modelo físico, lo que permite validar la expresión algebraica obtenida y reflexionar sobre las implicancias de los diferentes sistemas de coordenadas y escalas empleados.

Además, la tarea se complementa con una guía de actividades y una plantilla de informe, lo que permite organizar y evaluar la producción de cada grupo.

El eje central de esta propuesta es el trabajo práctico con modelos físicos de superficies cuádricas, elaborados con tecnología de impresión 3D. Esta parte de la experiencia se realiza en colaboración con el grupo de Diseño Mecánico de la facultad (GRUDIM), que se encarga del modelado digital y la producción de las superficies.

Los modelos incluyen diferentes tipos de cuádricas: elipsoides, hiperboloides (de una y dos hojas), paraboloides (elípticos e hiperbólicos), conos y cilindros. Cada uno se diseña cuidadosamente para mantener una escala razonable y permitir su manipulación por parte de los estudiantes.

Durante la actividad, cada grupo recibe uno de estos modelos sin conocer previamente su ecuación, como se muestra en la Figura 3. A partir del análisis visual y táctil, deben deducir la forma general de la cuádrica, elegir un sistema de coordenadas adecuado y proponer una expresión algebraica aproximada. Esta conjetura se valida

mediante su representación en Mathematica [5], lo que permite detectar posibles errores y afinar la interpretación.



Figura 3. Modelos impresos en 3D.

Este enfoque tiene múltiples beneficios: permite romper con la abstracción excesiva, promueve la discusión colectiva, y brinda un espacio concreto para vincular lo algebraico, lo gráfico y lo físico. Los estudiantes destacan especialmente el hecho de "tocar" y "ver" la superficie, algo poco frecuente en cursos introductorios de matemática universitaria.

Este trabajo práctico propone el análisis de superficies cuádricas combinando la manipulación directa de modelos físicos impresos en 3D con su representación digital mediante Mathematica u otro software gráfico. Los estudiantes, organizados en grupos, reciben un modelo físico y, a partir de la observación detallada de su forma, simetrías y secciones características, deben clasificarlo, proponer su ecuación algebraica con parámetros genéricos y seleccionar el sistema de coordenadas más adecuado. Posteriormente, ingresan la ecuación en el programa elegido para explorar la superficie de forma interactiva, comparar el modelo digital con el físico y ajustar la expresión si es necesario.

La actividad culmina con la elaboración de un informe grupal, en el que se documenta el proceso, la ecuación propuesta y final, imágenes de las representaciones, y una reflexión crítica sobre la experiencia. La evaluación se basa en la claridad de la descripción del modelo, la fundamentación de la ecuación, el manejo del software, la calidad de la comparación entre las representaciones y la presentación ordenada del informe. Esta metodología fomenta la comprensión visual y algebraica de las cuádricas, el trabajo colaborativo y el uso de herramientas tecnológicas para el modelado matemático.

Conclusiones

La experiencia presentada en este trabajo ha demostrado el valor de integrar tecnologías digitales y recursos físicos en la enseñanza universitaria de la matemática, particularmente en temas tradicionalmente complejos como las superficies cuádricas. La utilización de Mathematica ha permitido a los estudiantes visualizar y manipular objetos matemáticos con gran precisión, mientras que la incorporación de modelos impresos en 3D introduce una dimensión tangible que enriquece la comprensión espacial y algebraica.

La actividad fomenta el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la capacidad de traducir entre representaciones diversas: algebraicas, gráficas y físicas. Además, propicia el diálogo entre áreas como matemática, diseño y tecnología, favoreciendo una formación más interdisciplinaria.

Los resultados observados en el aula han sido altamente positivos, tanto en términos de motivación como de rendimiento académico. El contacto directo con las superficies cuádricas, su representación digital y la elaboración de un informe final permiten consolidar aprendizajes significativos y duraderos.

Se espera que esta propuesta pueda ser replicada o adaptada en otros contextos, y sirva como ejemplo del potencial pedagógico que tiene el cruce entre matemática, software simbólico y fabricación digital.

Referencias

1. Lehmann, C.H.: Superficies. Geometría Analítica. Limusa, pp. 389-433 (1989)
2. Grossman, S.I.: Álgebra Lineal. Grupo Editorial Iberoamericano, S.A de C.V. (1988)
3. Nasini, A.E.: López, R.: Lecciones de Álgebra y Geometría Analítica. EUCA. (1982)
4. Thomas, G.B.: Derivadas parciales. Cálculo Varias Variables. Addison-Wesley, pp. 747-833. (2010)
5. Wolfram Mathematica © 1988-2024, Wolfram Research inc. Version n° 12.

Cónicas en mi Ciudad

Conics in my city

Presentación: 10/06/2025

Rosana Gasperi

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, Argentina.
rgasperi@frvt.utn.edu.ar

Silvia Longoni

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, Argentina.
slongoni@frvt.utn.edu.ar

Mara Jaquelina Papa

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto, Argentina.
mpapa@frvt.utn.edu.ar

Resumen

La experiencia educativa que se presenta intenta hacer un aporte a los actuales desafíos en educación que requieren de la implementación de nuevas herramientas de enseñanzas basadas en experiencias cognitivas vivenciales que devengan aprendizajes significativos. Los cambios sociales y tecnológicos conllevan a la ruptura del modelo tradicional de educación, inflexible y memorístico, permitiendo la aparición de nuevos modelos centrados en el estudiante. Dentro de este contexto hemos propuesto a través del PID TEPPVT0010242 la implementación del Modelado Matemático en la enseñanza del tema cónicas en la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de primer año de la carrera de Ingeniería Electromecánica. Bajo una perspectiva más participativa, llevamos adelante una actividad donde los alumnos debían identificar y fotografiar curvas que se encuentran en el cotidiano de sus vidas y en las calles que recorren. Mediante la manipulación de la imagen, la representación del modelo y la investigación de dichas curvas, han de hallar sus ecuaciones. Nos proponemos mostrar el trabajo realizado y sus resultados, cuáles fueron los aciertos, desaciertos y desafíos que se han sorteado durante el desarrollo de la propuesta.

Palabras clave: Modelado Matemático. Cónicas. Aprendizaje colaborativo. GeoGebra. Ecuaciones.

Abstract

The educational experience presented aims to contribute to the current challenges in education that require the implementation of new teaching tools based on experiential cognitive experiences that lead to meaningful learning. Social and technological changes lead to the disruption of the traditional education model, which is inflexible and rote-based, allowing the emergence of new student-centered models. Within this context, we have proposed, through PID TEPPVT0010242, the implementation of Mathematical Modeling in the teaching of conics in the Algebra and Analytic Geometry course for first-year students of the Electromechanical Engineering program. From a more participatory perspective, we carried out an activity where students had to identify and photograph curves that are present in their daily lives and the streets they travel. Through image manipulation,

the representation of the model, and research In investigating these curves, they must find their equations. We intend to show the work done and its results, what the successes, failures, and challenges faced during the development of the proposal were.

Keywords: Mathematical Modeling. Conical. Collaborative learning. GeoGebra. Equations.

Introducción

En la formación de ingenieros, el estudio del álgebra y de la geometría han comenzado a ser uno de los retos más difíciles en educación superior, acompañados de otras materias de corte abstracto como el análisis matemático. La falta de motivación, el abandono a las cátedras, la baja aprobación y el aprendizaje superficial son algunos de signos que muestran que nuestras estrategias de enseñanza deben modificarse.

La Modelización matemática es un proceso o ciclo que, partiendo de una situación planteada en un contexto del mundo real, requiere que el estudiante interprete la situación transformándola en un problema, diseñe un modelo matemático que se ajuste a dicho problema, lo resuelve matemáticamente, valide la solución hallada contrastándola con la situación real originariamente planteada y comunique lo realizado.¹

Este trabajo incorpora el estudio de secciones cónicas bajo las nociones del Modelado Matemático durante el cursado de la materia Álgebra y Geometría Analítica de primer año de la carrera de Ingeniería Electromecánica, enmarcada en el proyecto “Cónicas en mi ciudad”, titulado “Las cónicas se encuentran en muchas partes, aunque a veces se esconden, por eso ayúdanos a revelarlas”, desarrollado en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto durante la tercer semana de septiembre y las dos primeras semanas de Octubre del año 2024. La misma, buscó introducir el estudio de las cónicas desde una perspectiva contextualizada, incorporando la observación y análisis de elementos del entorno urbano. La utilización de recursos digitales como GeoGebra, el trabajo en equipo y la creación de productos finales tanto en formato papel como digital, constituyeron pilares de una metodología que favoreció la participación activa, la autonomía y el aprendizaje significativo.

Participaron estudiantes de primer año de la carrera, nuevos inscriptos y recursantes, conformando grupos heterogéneos en cuanto a experiencia académica previa. Esta diversidad representó un desafío y una oportunidad para implementar estrategias didácticas activas y colaborativas. El desarrollo de la actividad se hizo durante cinco encuentros cada uno de ellos con una actividad específica.

La propuesta

En primer lugar, se mostraron los usos de diferentes tecnologías o sistemas que aprovechan las propiedades de las cónicas. Luego los estudiantes deberían buscar e investigar sobre las mismas. El objetivo general estuvo situado en el descubrimiento, la investigación y estudio de las curvas fotografiadas, el planteo de las ecuaciones que las describen y estudio de sus aplicaciones en Álgebra y Geometría Analítica, Física y Análisis Matemático. Las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales que se tuvieron en cuenta fueron: la aplicación del modelado matemático en el estudio de las cónicas, el estudio y profundización de la aplicación de herramientas tecnológicas, la comunicación efectiva oral, escrita y gráfica de los trabajos realizados, el

¹ Modelización Matemática. Propuesta para su enseñanza. Autores: Mario D i Blasi Regner , Celia Fasce, Silvia Santos -Editorial: Dunken

fortalecimiento de la autonomía de los alumnos, del trabajo en equipo, convivencia y liderazgo, y la resolución de problemas contextualizados y no contextualizados propuestos en las diferentes cátedras

Los alumnos trabajaron en forma grupal, siendo como mucho 5 integrantes. Los lineamientos a seguir para el desarrollo de la actividad fueron las siguientes:

- 1) ¿Qué curvas planas puedes evidenciar en las fotografías mostradas? ¿Puedes realizar algún bosquejo de ellas? ¿Puedes identificar sus formas?
- 2) Tomar una fotografía que muestre cada una de las curvas similares a las de los ejemplos. Pueden ser de lugares de la ciudad en la que vivas o que hayas visitado, de un camino de ruta o de campo. Indicar para cada una de las fotografías el lugar donde se ha tomado: país, provincia, localidad, dirección, ubicación geográfica, latitud y longitud. **Aplicar las indicaciones que se dieron para la toma de la foto.** (Localización de coordenadas geográficas, fotografiar de frente, tomar medidas y escalas reales).
- 3) Teniendo en cuenta las figuras mostradas, ¿qué similitud encuentras en cuanto a la forma de cada una?
- 4) Investiga sobre estas curvas, ecuación que la describe y propiedades.
- 5) Se presentarán fotos, una por cada clase de curva, estas fotografías no pueden tener origen de publicaciones en redes. Las fotografías pueden ser en blanco y negro o en color, no se puede hacer ningún tipo de retoque.
- 6) Expresar la fórmula que describe la cónica y mostrar dicha curva sobre la fotografía anexada, utilizando un programa informático, se sugiere Geogebra, detallando las unidades de los ejes (m, cm, pulgadas, etc), y el nombre de los ejes. En resumen, el gráfico deberá mostrar la foto, la curva de la fórmula y la explicación 1). Lineamientos para el proceso algebraico:
 - Anotar la justificación para la elección de la misma.
 - Hallar la ecuación de la curva que se muestra en la fotografía elegida. Anotar todos las mediciones, planteos y cálculos utilizados para obtener la fórmula.
 - Mostrar la ecuación que describe la curva sobre la fotografía.
 - Utilizar simuladores para comparar y elegir la fórmula que se adapte mejor a la curva
- 7) Realizar la rúbrica de autoevaluación grupal

Desarrollo

El grupo de alumnos de primer año de Ingeniería Electromecánica de la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, en el año 2024, exhibió un alto nivel de compromiso y proactividad en su proceso de aprendizaje. Se observó una asistencia constante y numerosa a las clases de consulta, lo que denota una clara intención de afianzar conocimientos y resolver dudas de manera oportuna.

Los estudiantes se mostraron altamente participativos en las propuestas didácticas implementadas hasta antes de llevar adelante el estudio y propuesta de modelado matemático para cónicas. Esta participación activa se tradujo en un ambiente de aula dinámica y colaborativa, donde los alumnos no solo reciben información, sino que también la procesan y construyen conocimiento de forma conjunta.

Las clases de práctica de Álgebra se plantean desde la mayéutica, donde el interrogante y la retrospectión a lo trabajado durante las clases teóricas es primordial para una red cognitiva estable. Las clases en su mayoría son de corte constructivista. La realización sistemática de las actividades propuestas es una característica distintiva del grupo. Esto sugiere una comprensión de la importancia de la práctica para el dominio de los contenidos. Es destacable la actitud de consulta que prevalece cuando enfrentan dificultades o no comprenden algún concepto. Dado este perfil, se propuso potenciar aún más las estrategias didácticas que fomentan la autonomía en la

resolución de problemas complejos, la discusión crítica de conceptos y la aplicación de los conocimientos de álgebra y geometría analítica a situaciones contextualizadas de la ingeniería electromecánica.

De acuerdo con el avance de la propuesta, se presentará a continuación lo desarrollado en cada encuentro y las apreciaciones y valoraciones de cada uno de ellos.

Durante el **Primer Encuentro** se introdujo la actividad mediante una presentación visual de curvas cónicas en estructuras reales, sin hacer referencia a sus nombres ni ecuaciones. Se incentivó la observación de formas y se brindaron criterios para fotografiar elementos del entorno.

Los alumnos visualizaron fotos de las curvas en estructuras reales. De acuerdo con esta acción los alumnos se mostraron activos en la propuesta, interesados en la propuesta que se estaba ofreciendo. Identificaron las curvas y lograron realizar el bosquejo en una hoja. Luego, en el pizarrón, pasaron a dibujar los cuatro modelos de curvas, graficando sobre las imágenes mostradas.

Imagen 1: Los alumnos trabajando con la actividad propuesta.



Luego, los estudiantes, completaron una evaluación diagnóstica (Google Forms). El objetivo de esta evaluación fue conocer qué conocimientos previos traen los alumnos respecto al nombre de las cónicas, la relación de estas curvas con su ecuación, y el reconocimiento de ecuación a diferencia de función. Además, se identificaron alumnos recursantes y carrera que están estudiando.

Posteriormente los estudiantes debían: Fotografiar curvas, subirlas a un muro colaborativo (Padlet), e investigar sobre sus elementos y definiciones como lugares geométricos. Se entregó una guía completa de actividades. El tiempo para esta actividad fue de 45 minutos.

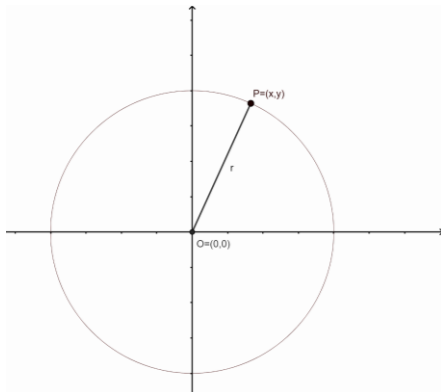
De acuerdo con los resultados de la evaluación diagnóstica, el 74% de los estudiantes cursaba por primera vez la materia, mientras que el 26% era estudiante recursante. En relación con la identificación de la curva, el 91% de los alumnos reconoció gráficamente una circunferencia, el 63% una elipse, el 13% una parábola y el 13% una hipérbola. El reconocimiento de las ecuaciones con cada una de las curvas arrojó que el 78% reconoció la ecuación de una circunferencia, el 17% la ecuación de una elipse, el 26% la de una parábola y el 13% la de una hipérbola. Se evaluó también la identificación de una función y de una ecuación, el 43% de los estudiantes reconoce una función, mientras que el 74% reconoce la expresión de una ecuación.

En el **segundo encuentro** los alumnos trabajaron con las imágenes obtenidas, reconociendo la circunferencia y la elipse. Si bien para este encuentro los alumnos debían traer la información sobre las curvas investigadas, este material fue escaso, de todos modos, realizaron la investigación durante el encuentro mediante dispositivos, computadoras, teléfonos celulares.

Comenzaron trabajando con la circunferencia, calcando la fotografía en un papel blanco o bien midiendo el radio y reproduciendo la curva en el papel. Algunas fotografías no tenían el centro de la circunferencia, por lo cual

debieron hallarlo, para ello: “marcaron tres puntos sobre la circunferencia y unieron de dos, obteniendo dos cuerdas, así trazan las mediatrices de dichas cuerdas y en la intersección encontraron el centro”.

Luego colocaron el sistema de referencia, el 100% de los alumnos, ubicó el origen de coordenadas en el centro de la circunferencia. Para encontrar la ecuación de la circunferencia usaron diferentes estrategias, algunos alumnos usaron la definición del lugar geométrico, eligiendo un punto genérico y considerando la distancia al centro como el módulo del vector,

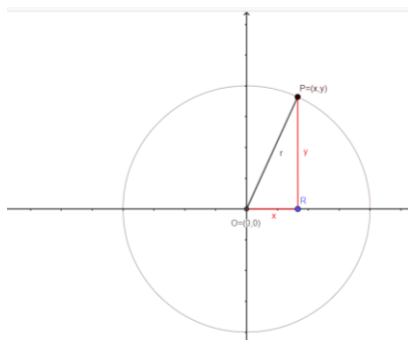


$$\begin{aligned} P &= (x, y) \quad O = (0, 0) \\ \overrightarrow{OP} &= (x - 0; y - 0) = (x, y) \\ |\overrightarrow{OP}| &= \sqrt{(x^2 + y^2)} = r \end{aligned}$$

Ecuación de la circunferencia:

$$x^2 + y^2 = r^2$$

Otros alumnos, usaron el Teorema de Pitágoras, considerando el triángulo con vértices en P, O y R:



$$x^2 + y^2 = r^2$$

Por otro lado, otros grupos de estudiantes, plantearon la ecuación canónica de la circunferencia y reemplazaron en ella los elementos de sus imágenes: $(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2$

Muchos de los grupos consideraron las coordenadas de un punto de la circunferencia y luego reemplazaron en la ecuación y verificaron el resultado obtenido.

Se les sugirió reproducir la curva, pero con centro en otro punto y que vieran el resultado de la ecuación, el 100% de los alumnos relacionó, esto, con la traslación de funciones vista en Análisis Matemático I, y dedujeron esa ecuación teniendo en cuenta este desplazamiento.

De esta forma quedó expresada la ecuación canónica de una circunferencia dadas las coordenadas de su centro y su radio.

Después se continuó trabajando con la elipse, con el mismo proceso del anterior, calcando la curva, en esta oportunidad no pudieron reproducir la curva sin calcar. De acuerdo con la investigación, se hizo una puesta

común identificando los ejes mayor y menor de la elipse para que pudieran determinar su centro. Así, se habló de los valores: a , b y c relacionando las distancias al centro de la cónica. Investigaron sobre la definición del lugar geométrico y la aparición de los focos. En esta oportunidad la ecuación que utilizaron fue la ecuación canónica de la elipse con centro en (h,k) , ya como “modelo” que encontraron al investigar, y reemplazaron los valores correspondientes midiendo las distancias a y b . Se consideraron los casos, según la posición de la curva:

$$(x - k)^2/a^2 + (y - k)^2/b^2 = 1$$

$$(x - k)^2/b^2 + (y - k)^2/a^2 = 1$$

Además, al igual que con circunferencia, los alumnos ubicaron el centro en el centro de coordenadas, así las ecuaciones que obtuvieron fueron del tipo:

$$x/a^2 + y^2/b^2 = 1$$

$$x^2/b^2 + y^2/a^2 = 1$$

Como en circunferencia, se les propuso correr el centro a otro punto, y con la misma estrategia que la utilizada en Circunferencia, los alumnos asociaron al corrimiento de funciones, y fácilmente obtuvieron la nueva expresión.

Se les pidió investigar sobre la relación entre las distancias: a , b y c , de una elipse, y con ellos se les pidió que ubicaran los focos de las elipses de las curvas fotografiadas en la representación del modelo.

Imagen 2: Los alumnos trabajando con la actividad propuesta.



Durante el **tercer encuentro** se repitió la dinámica trabajada en el segundo encuentro para la hipérbola y la parábola, definiendo sus lugares geométricos y deduciendo sus ecuaciones. Se realizó la evaluación, en la misma se calificaron los contenidos dados hasta el momento, el reconocimiento de las ecuaciones de circunferencia y elipse, el reconocimiento en la ecuación del desplazamiento del centro, ejercicios que involucran la integración, por ejemplo, hallar la ecuación de una circunferencia que tiene por diámetros dos puntos dados A y B. La modalidad fue múltiple choice, se dieron 30 minutos para resolver, y además los alumnos no sabían respecto a esta evaluación. La intención fue tener una medida para la actividad realizada en el segundo encuentro. De acuerdo con esto, sólo un cuarto de los alumnos logró una puntuación del 50% o más de la actividad. Por otro lado, la participación de los alumnos en el muro fotográfico de la actividad (Padlet) fue escasa. Los estudiantes demostraron una notable falta de compromiso durante este encuentro, evidenciada por una deficiencia en su capacidad para recopilar información sobre las curvas en estudio. El ambiente laboral se caracterizó por una mayor dispersión, y el impulso de desarrollo observado en sesiones anteriores estuvo ausente. Si bien se había planeado una evaluación similar a la anterior, no se realizó debido al menor interés en

el desarrollo de la sesión actual. Una observación particular fue el deseo expresado por los estudiantes de retomar la modalidad de clases anterior a esta propuesta.

Imagen 3: Los alumnos trabajando con la actividad propuesta.

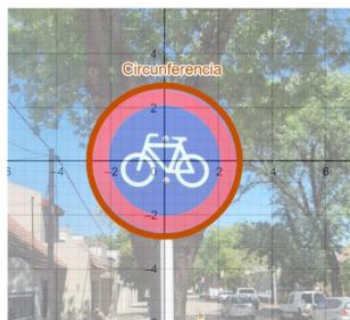


En el **cuarto encuentro** se abordó la formalización algebraica de las ecuaciones canónicas de las cónicas. Se trabajó la ecuación cuadrática general de segundo grado en dos variables, y se introdujo el método de completar cuadrados para su transformación a forma canónica. Esta clase tuvo lugar desde el espacio de la teoría de la cátedra, desarrollada con el profesor que dicta este espacio. Para este encuentro los alumnos ya tenían las ideas de las cónicas, de sus ecuaciones y características de sus curvas. Además, tenían a disposición el material preparado desde la cátedra. La clase tuvo una duración de 135 minutos.

Para el **quinto encuentro** se les solicitó a los estudiantes presentar la propuesta de trabajo dada inicialmente en formato papel, se solicitó un trabajo por equipo, y además se realizó la evaluación por rúbrica del mismo. Durante este encuentro se desarrollaron ejercicios de aplicación para afianzar los conocimientos trabajados durante la experiencia. El tiempo de este encuentro duró 90 minutos.

La **evaluación final de la propuesta** fue la entrega de un trabajo por equipo, donde se mostraron todas las actividades realizadas en cada encuentro, además debían tener justificaciones teóricas, debían presentar la cónica graficada junto a la fotografía, debían mostrar todos los cálculos de resolución, la escala utilizada, la ubicación geográfica de la fotografía, y las fuentes de información utilizadas. Se propuso una rúbrica de evaluación como la tabla 1.

Imagen 4: Imágenes presentadas en los trabajos finales entregados, imagen, con superposición del modelo previsto graficado en GeoGebra.



	0. No logrado	10. Medianamente Logrado	20. Logrado	25. Altamente Logrado
Contenido Teórico				
Aporta contenido teórico				
Demuestra una comprensión alta de aspectos teóricos				
Ha investigado en fuentes confiables.				
Creatividad				
Resolución Creativa e Innovadora				
Estilo propio aplicado al resolver				
Planeamiento y Explicación				
Describe en detalle cada uno de los procesos de su trabajo				
Orientado y enfocado a objetivo				
Tiempo/Esfuerzo				
Tiempo usado eficazmente				
Mucho tiempo y esfuerzo se fue en el planeamiento y diseño de la obra				
Entrega a término				

Tabla 1: Rúbrica de evaluación para la entrega final. Suma total máxima de la rúbrica: 250 puntos.

De acuerdo con los trabajos entregados, las puntuaciones fueron las que se muestran en la siguiente tabla. Es de destacar que, inicialmente, 23 estudiantes realizaron la evaluación diagnóstica, y 18 entregaron los trabajos solicitados de la actividad, conformando 6 grupos. La mayoría de los grupos lograron obtener un porcentaje superior al 80%, sólo un grupo no logró superar el 60%. Tabla 2.

Grupo 1	78%
Grupo 2	80%
Grupo 3	86%
Grupo 4	46%
Grupo 5	84%
Grupo 6	90%

Tabla 2: Resultado de la evaluación por rúbrica de los trabajos finales de la propuesta.

Respecto a la evaluación parcial planificada para el desarrollo de este contenido los resultados fueron: el 50% de los alumnos aprobaron dicho parcial con nota mayor a 6 (seis). Aquellos alumnos que no han aprobado, en la esta instancia, debieron realizar el recuperatorio correspondiente. Es de destacar que, el tema también fue desarrollado de manera tradicional posterior a la actividad y evaluación. Estuvo propuesta la puesta en escena de maquetas que reprodujeran la cónica en el objeto, también se había diagramado la exposición de los trabajos, por cuestiones de tiempo no pudo llevarse adelante esta actividad. Se prevé una réplica para los alumnos de 2026, y la comparación de resultados.

Conclusiones

La implementación del Modelado Matemático en la enseñanza de cónicas en Álgebra y Geometría Analítica se configuró como una propuesta innovadora orientada a la participación activa del estudiante. A través de las actividades como la identificación y fotografía de curvas en el entorno y la investigación de propiedades geométricas, se buscó promover un aprendizaje más dinámico y contextualizado sobre las cónicas. Si bien la motivación inicial de los estudiantes fue notable, evidenciando un fuerte compromiso con la propuesta, esta disminuyó con el tiempo. Este hallazgo resalta un desafío clave en la aplicación de metodologías centradas en el alumno: la necesidad de estrategias sostenibles que aseguren el mantenimiento del interés. A pesar de esta limitación, la experiencia subraya la viabilidad del Modelado Matemático para conectar la matemática abstracta con la realidad. En este punto es de destacar, que si bien la motivación fue disminuyendo, los trabajos finales presentados fueron de gran calidad, evidenciando un fuerte trabajo en equipo, logrando comprensión de los contenidos teóricos, aplicando un estilo propio al resolver cada punto y en cada desarrollo, orientados y enfocado a los objetivos del trabajo propuesto. Además, integraron contenidos de Análisis Matemático I logrando una red cognitiva más estable. Por otro lado, las estrategias de enseñanzas utilizadas antes de esta actividad, funcionaban, algunos puntos de inflexión para analizar son: ¿Siempre es conveniente cambiar la estrategia? ¿La estrategia del modelado es válida para cualquier grupo? ¿Cómo determinar cuándo utilizarla?. Respecto a las evaluaciones de cada encuentro se podrían definir otros medios, el examen múltiple choice no logró representar lo trabajado durante los encuentros. Para este punto podrían definirse instrumentos más cualitativos de evaluación, o bien rúbricas de medición. A su vez, podrían plantearse exposiciones de los trabajos donde cada alumno, individualmente, pueda expresar sus conocimientos.

Referencias

- Di Blasi M., Regner , C.; Santos, S.(2023). Modelización Matemática. Propuesta para su enseñanza. - Editorial: Dunken
- Monden, Y. (1983) 'Toyota production system', An Integrated Approach to Just-InTime.
- Shapiro, J. (2006) Modeling the supply chain. Nelson Education.
- Armas Costa, R. y otros. (2017). Introducción al modelado matemático con Matlab. Ediciones Lasalle. Colombia

Actividades cocurriculares y formación por competencias en ingeniería naval.

Co-curricular Activities and Competency-Based Education in Naval Engineering

Presentación: 27/06/2025

Néstor Machado-Susseret

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje, Argentina.
crea@mdp.utn.edu.ar

Tomás Fahey Martínez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje, Argentina.

Ohanes Tatarian

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje, Argentina.

Julio Giménez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje, Argentina.

Resumen

Entre 2023 y 2025, la Facultad Regional Mar del Plata de la UTN implementó el dispositivo didáctico Aula Efímera, en colaboración con el astillero Tecno Pesca Argentina. Esta propuesta cocurricular, impulsada desde el PIES – Programa de Instituciones y Empresas Socioformadoras del CREA, permitió a 47 estudiantes de Ingeniería Naval participar en experiencias de aprendizaje en contextos reales. A través del enfoque de Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y bajo una estructura consolidada desde 2024, se fortaleció la formación por competencias, articulando saberes disciplinares con situaciones auténticas. El dispositivo se inspira además en el modelo suizo AVIVA de planificación por fases. Se presentan aquí los tres episodios anuales con evidencias cualitativas y cuantitativas.

Palabras clave: aula efímera, aprendizaje basado en retos, co-curricular, industria naval, enseñanza por competencias

Abstract

Between 2023 and 2025, the Mar del Plata Regional Faculty of the National Technological University (UTN) implemented the didactic device known as the Ephemeral Classroom, in collaboration with the shipyard Tecno Pesca Argentina. This co-curricular initiative, promoted through the PIES – Program of Socio-Forming Institutions and Enterprises of CREA, enabled 47 Naval Engineering students to engage in learning experiences within real-world industrial contexts. Through a Challenge-Based Learning (CBL) approach and a structured

model consolidated since 2024, the program strengthened competency-based education by linking disciplinary knowledge with authentic situations. The device is also inspired by the Swiss AVIVA model of phase-based instructional planning. This article presents the three annual episodes supported by both qualitative and quantitative evidence.

Keywords: ephemeral classroom, challenge-based learning, co-curricular, naval industry, competency-based education

Introducción

La transformación de los perfiles profesionales en el sector naval, impulsada por la digitalización, los desafíos ambientales y la necesidad de competencias integrales, ha reconfigurado las expectativas sobre la formación de ingenieros e ingenieras. Este contexto exige no solo actualizar contenidos, sino también repensar las metodologías y los escenarios de aprendizaje. En particular, se torna clave la articulación entre universidad e industria como estrategia para garantizar que el estudiantado desarrolle saberes significativos y transferibles a situaciones reales.

En este marco, la Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) desarrolló el dispositivo *Aula Efímera*, como una intervención cocurricular situada en entornos reales de producción. Esta propuesta se implementó en la asignatura Teoría del Buque I de la carrera de Ingeniería Naval, entre los años 2023 y 2025, y fue impulsada institucionalmente a través del PIES – Programa de Instituciones y Empresas Socioformadoras, coordinado por el Centro de Recursos para la Enseñanza y el Aprendizaje (CREA). El PIES promueve el trabajo conjunto entre la UTN y organizaciones del sector productivo, en una lógica de co-formación y vinculación territorial.

Resulta pertinente diferenciar, aquí, entre tres tipos de experiencias educativas que este equipo de trabajo reconoce: actividades curriculares, cocurriculares y extracurriculares. Las actividades curriculares están formalmente integradas al plan de estudios y son obligatorias para la trayectoria académica del estudiante. Las extracurriculares, en cambio, son voluntarias, no necesariamente relacionadas con los contenidos disciplinares ni con la carrera, y suelen vincularse con el desarrollo personal, artístico o deportivo. Las actividades cocurriculares, como el caso del dispositivo *Aula Efímera*, se sitúan en un punto intermedio: aunque no son obligatorias, están directamente relacionadas con el campo disciplinar, buscan fortalecer competencias específicas y se alinean con los objetivos de una o más asignaturas. En este sentido, constituyen una extensión pedagógica estratégica para potenciar el aprendizaje significativo en escenarios reales.

El diseño del dispositivo se apoyó en tres pilares fundamentales: el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) como metodología activa que sitúa al estudiante frente a problemas auténticos y abiertos; la enseñanza por competencias, que orienta los procesos de aprendizaje hacia el desarrollo de capacidades transferibles, y el modelo suizo AVIVA, elaborado por Christoph Städeli (2010), que organiza el proceso formativo en cinco fases (acogida, activación de saberes previos, incorporación de nueva información, procesamiento activo y evaluación reflexiva). Esta estructura secuencial, originalmente pensada para la formación profesional en contextos europeos, fue adaptada al marco institucional local y aplicada con éxito en la experiencia.

El astillero Tecno Pesca Argentina (TPA) funcionó como socio formador, ofreciendo sus instalaciones, profesionales y procesos reales como entorno para que los estudiantes pudieran observar, intervenir y producir conocimiento en acción. Esta articulación no solo facilitó el aprendizaje técnico, sino que promovió el contacto directo con la cultura del trabajo, los estándares de seguridad, las dinámicas organizacionales y los desafíos propios del ámbito profesional naval.

A lo largo de tres años, se llevaron a cabo tres episodios anuales consecutivos con participación voluntaria de estudiantes avanzados. El primero, en 2023, se orientó a la exploración y testeo del dispositivo; el segundo, en 2024, consolidó una estructura metodológica estable; y el tercero, en 2025, permitió validar la sostenibilidad del modelo y generar propuestas de mejora a partir de la experiencia acumulada. El presente artículo sistematiza dicha trayectoria, recuperando evidencias tanto cuantitativas como cualitativas, y ofreciendo claves para la replicabilidad del dispositivo en otras asignaturas técnicas y contextos institucionales similares.

Desarrollo

Antes de detallar cada uno de los episodios implementados entre 2023 y 2025, resulta pertinente contextualizar la estructura general del dispositivo Aula Efímera. Esta propuesta cocurricular fue diseñada para desarrollarse en escenarios reales de la industria naval, articulando metodologías activas, evaluación auténtica y participación de socios formadores del sector. Cada edición anual se concibió como un episodio pedagógico diferenciado, con objetivos, dinámicas y ajustes metodológicos específicos, aunque bajo una estructura común consolidada desde 2024. A continuación, se presenta una descripción de cada episodio, destacando sus fundamentos pedagógicos, su operatividad en campo y los principales resultados observados.

Episodio 1 – 2023: Exploración y diseño inicial

Fundamentación pedagógica y conceptual

Se convocaron 15 estudiantes a una experiencia piloto en el astillero Tecno Pesca Argentina. El diseño se ancló en el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984) y en la lógica del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991). El entorno real funcionó como escenario facilitador para activar saberes, observar prácticas y resolver desafíos técnicos concretos.

Episodio 2 – 2024: Consolidación metodológica y evaluación participativa

Fundamentación pedagógica y conceptual

Con 18 estudiantes se formalizó una estructura de seis fases, integrando ABR (Johnson et al., 2009), gamificación y coevaluación. Se aplicaron rúbricas alineadas con el alineamiento constructivo (Biggs, 2005) y la evaluación auténtica (Wiggins, 1990). El modelo AVIVA estructuró la planificación: desde el diagnóstico de saberes previos hasta la retroalimentación colectiva.

Episodio 3 – 2025: Madurez pedagógica y sostenibilidad

Fundamentación pedagógica y conceptual

Con 14 estudiantes, se replicó la estructura del episodio anterior. La intervención se interpretó desde el socioconstructivismo (Vygotsky, 1978) y se reforzó con técnicas de investigación-acción participativa, incluyendo focus groups, observación docente y documentación de minutas por parte de los equipos.

Resultados

En el primer episodio (2023), el 87% de los 15 estudiantes participantes manifestaron sentirse más motivados que en clases convencionales. El 73% logró identificar adecuadamente los procedimientos técnicos de botadura en la evaluación final escrita. Desde una perspectiva cualitativa, surgieron comentarios espontáneos como: “Nunca imaginé aplicar así lo que aprendí en la cursada” y “Ver el buque real me ayudó a entender los planos”. No obstante, la observación por parte del equipo docente reveló dificultades en la organización interna de los equipos y en la asignación autónoma de roles, lo que motivó ajustes en los episodios siguientes.

Durante el segundo episodio (2024), con 18 estudiantes, se logró una asistencia voluntaria del 94%. El 89% elaboró propuestas técnicamente viables y contextualizadas, con una mejora promedio del 22% entre la evaluación diagnóstica y la evaluación final. Los focus groups realizados indicaron que los participantes valoraron especialmente la posibilidad de tomar decisiones en tiempo real y resolver imprevistos en campo. Frases como “sentí que trabajábamos como si ya estuviéramos en la industria” ilustran la apropiación del rol profesional. El 100% de los equipos presentó documentación técnica validada por cada tutor.

En el tercer episodio (2025), participaron 14 estudiantes, quienes cumplieron en un 100% con las tareas asignadas. El reto fue la verificación sobre un buque post su alargue, lastrado y cambio de planta auxiliar, aseguraba un equilibrio estable al momento de ser botado. Según la rúbrica de desempeño grupal, el 86% alcanzó nivel “avanzado” en aspectos como colaboración, resolución técnica y presentación oral. En encuestas y focus groups, el 92% expresó sentirse preparado para intervenir profesionalmente en contextos reales similares. La sistematización de esta experiencia por parte del CREA fue documentada como insumo para diseñar futuras intervenciones con técnicos intermedios.

Conclusiones

La implementación del dispositivo Aula Efímera entre 2023 y 2025 demostró ser una estrategia pedagógica efectiva para fortalecer la formación por competencias en Ingeniería Naval, integrando saberes disciplinares con prácticas contextualizadas. Su enfoque cocurricular, desarrollado en alianza con el sector productivo a través del PIES – Programa de Instituciones y Empresas Socioformadoras, permitió consolidar una experiencia de enseñanza situada, reflexiva y transformadora tanto para estudiantes como para docentes.

Desde el punto de vista metodológico, la incorporación del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) posibilitó una mayor autonomía estudiantil, favoreció la resolución colaborativa de problemas reales y promovió la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. A su vez, el modelo AVIVA, como estructura organizadora de la experiencia, aportó claridad en la secuencia didáctica y favoreció un equilibrio entre momentos de orientación docente y espacios de exploración autónoma, consolidando un andamiaje flexible y replicable.

En términos institucionales, la experiencia contribuyó al fortalecimiento del rol del CREA como catalizador de innovaciones educativas, así como al posicionamiento del socio formador Tecno Pesca Argentina como un agente clave en la formación profesional en la enseñanza de la ingeniería naval. La participación del sector industrial no solo garantizó la autenticidad de los desafíos abordados, sino que también enriqueció el proceso evaluativo con retroalimentación desde el campo profesional.

Desde la perspectiva del estudiantado, los datos cuantitativos y cualitativos muestran una mejora significativa en la apropiación de competencias técnicas, actitudinales y comunicacionales. La experiencia fue vivida como un punto de inflexión en su trayectoria formativa, aumentando su motivación, sentido de pertenencia y preparación para el ejercicio profesional.

Finalmente, el Aula Efímera se consolidó como una práctica institucional transferible, adaptable a otros contextos educativos y áreas disciplinares. Su diseño, centrado en la articulación entre universidad e industria, aporta un modelo concreto de innovación educativa alineado con los desafíos contemporáneos de la educación superior tecnológica. A futuro, se proyecta su expansión hacia nuevas asignaturas, la incorporación de estudiantes de otros niveles formativos y la sistematización de sus aportes para el desarrollo de políticas institucionales de vinculación pedagógica con el entorno productivo.

Referencias

- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- Johnson, L. F. et al. (2009). *Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time*. The New Media Consortium.
- Biggs, J. (2005). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press.
- Wiggins, G. (1990). *The Case for Authentic Assessment*. ERIC Digest.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Städli, C. (2010). *Kompetenzorientiert unterrichten. Das AVIVA-Modell*. hep-Verlag.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Ruiz Bueno, A. (2018). *La técnica de Focus Group*. Universitat de Barcelona.

Integración de Contenidos de Química, Física y Matemática en las Carreras de Ingeniería de la FRSF: Transversalidad, Taxonomías y Desarrollo de Competencias Genéricas

Integration of Chemistry, Physics, and Mathematics Content in the FRSF Engineering Programs: Transversality, Taxonomies, and Development of Generic Competencies

Presentación: 04/09/2025

Mauren Fuentes Mora

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento de Materias Básicas, UDB Química, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Desarrollo y Diseño, Universidad Tecnológica Nacional, CONICET, FRSF, Avellaneda 3657, Santa Fe, Argentina.
mfuentes@frsf.utn.edu.ar

Vanina Mazzieri

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento de Materias Básicas, UDB Química, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica, Universidad Nacional del Litoral, CONICET, Colectora Ruta Nacional 168 Km 0, Predio CONICET, Santa Fe, Argentina.
vmazzieri@frsf.utn.edu.ar

Claudio Enrique

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento de Materias Básicas, UDB Física, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

cenrique@frsf.utn.edu.ar

Eva Casco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento de Materias Básicas, UDB Matemática, Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina.

ecasco@frsf.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo se reportan experiencias de integración de contenidos de Química, Física y Matemática en las carreras de Ingeniería de la UTN-FR Santa Fe, en el marco del PID TEAIBFE0008466TC, con el fin de transversalizar el conocimiento, hacer uso de taxonomías para la evaluación de su apropiación, y desarrollar competencias genéricas para el egreso. Durante los tres años de vigencia, en este proyecto participaron de forma activa diecisiete docentes investigadores del Departamento de Materias Básicas y veinte becarios de investigación. Se produjeron alrededor de veintisiete publicaciones en la temática de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería (TEEI), incluyendo cuatro aplicaciones desarrolladas por estudiantes bajo la dirección de sus docentes, que formaron parte del material didáctico de actividades complementarias diseñadas

para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza aprendizaje de las asignaturas del ciclo básico. Estas fueron implementadas vía Campus para su resolución en equipos ágiles. Las actividades se extendieron a la comunidad a través de talleres para niños y jóvenes, coloquios, y seminarios sobre medio ambiente, como tema integrador, con una mirada a la problemática desde el perfil de cada una de las carreras que se dictan en la facultad.

Palabras clave: integración de contenidos – evaluación taxonómica – desarrollo de competencias

Abstract

This paper reports on experiences integrating Chemistry, Physics, and Mathematics content into the Engineering programs at UTN-FR Santa Fe, within the framework of PID TEAIBFE0008466TC, with the aim of promoting cross-disciplinary knowledge, using taxonomies to assess student appropriation, and developing generic graduate competencies. During its three-year duration, seventeen research professors from the Department of Basic Subjects and twenty research fellows actively participated in this project. Around twenty-seven publications were produced on the topic of Educational Technology and Engineering Education (TEEI), including four applications developed by students under the supervision of their professors, which were part of the teaching materials for complementary activities designed to improve the quality of teaching-learning processes in basic cycle subjects. These were implemented via the Campus for completion in agile teams. The activities extended to the community through workshops for children and young people, colloquia, and seminars on the environment as an integrative theme, with a focus on the issue from the perspective of each of the programs offered at the faculty.

Keywords: content integration – taxonomic evaluation – skills development

Introducción

El desarrollo de la Ciencia y la Tecnología actual exige que las universidades formen ingenieros que sean competitivos en el ámbito nacional e internacional para enfrentar los retos de la globalización, por lo que es necesario replantear el porqué de las prácticas, sus contenidos y la metodología de la enseñanza, de modo que los estudiantes tengan la capacidad para razonar y ser creativos e innovadores en la solución de problemas del área de desarrollo que les compete.

En este contexto, los nuevos desafíos requieren, cada vez más, equipos multidisciplinarios de profesionales con una visión integral del problema a abordar, que les permita utilizar un lenguaje común y avanzar rápidamente en el logro de los objetivos. Independientemente del perfil que observe cada una de las carreras de Ingeniería que se imparten en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN-FRSF), cada currícula debe considerar conocimientos básicos sobre ciencias, incluyendo Física, Química y Matemática. Los docentes de las asignaturas del ciclo inicial deben establecer estrategias, teniendo en cuenta la transversalidad de estos conocimientos, para planificar actividades curriculares que contribuyan a la formación general de los estudiantes, a la par del fomento de competencias para el egreso, establecidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, Declaración de Valparaíso, 2018). Estas actividades pueden sumar una mejor y mayor comunicación e interacción entre cátedras y departamentos para lograr la integración de conocimientos de las diferentes disciplinas.

En el ámbito de la UTN-FRSF y con la participación de docentes investigadores en el área de la enseñanza del Departamento de Materias Básicas, la idea de este proyecto consistió en diseñar e implementar una metodología didáctica que permitiera el desarrollo de competencias básicas de Ingeniería, a través de la integración de contenidos de Química, Física y Matemática. De manera que se pudiera observar la transversalidad de estos contenidos en asignaturas del ciclo superior, orientar las actividades al perfil de las diferentes ingenierías que se

imparten en la FRSF y evaluar la eficacia de la metodología propuesta usando métodos taxonómicos. Se trató de una propuesta de Conocimiento basado en Tecnología, Contenido y Pedagogía que propone el abordaje conjunto disciplinar, didáctico y tecnológico.

A continuación, se describen brevemente los aspectos más importantes sobre la metodología usada y los resultados de la participación de los integrantes del grupo de investigación, incluyendo las publicaciones de trabajos en jornadas y congresos nacionales e internacionales y revistas de Educación Superior.

Metodología

Las metodologías de enseñanza que favorecen el aprendizaje activo son las denominadas metodologías activas. López Noguero (2005), las define como un proceso interactivo basado en la comunicación profesor - estudiante, estudiante - estudiante, estudiante - material didáctico y estudiante - medio, que potencia la implicación responsable del estudiante y conlleva la satisfacción y enriquecimiento de docentes y estudiantes. Ofrecen una alternativa atractiva a la educación tradicional al hacer más énfasis en lo que aprende el estudiante que en lo que enseña el docente, y esto da lugar a una mayor comprensión, autonomía, motivación y participación del estudiante en el proceso de aprendizaje.

La metodología de la enseñanza de un programa basado en competencias y de alta dirección consiste en realizar un seguimiento a lo largo de todo el proceso, que permita obtener información acerca de cómo se está llevando a cabo, con la finalidad de reajustar la intervención orientadora, de acuerdo con los datos obtenidos (Cepeda, 2004). Es necesario tener en cuenta durante la evaluación que ésta debe ajustarse a las características del contexto donde el programa se está aplicando.

La evaluación de un programa basado en competencia de alta dirección tiene una metodología concreta, que permite evidenciar si la intervención o proceso de actuación llevado a cabo es no sólo correcto sino eficaz. Este proceso de evaluación se encuentra íntimamente relacionado con la programación y planeación del programa, pudiendo de este modo efectuar una constante retroalimentación. En este sentido, el proceso de la metodología de la enseñanza se puede fijar en seis momentos o tipos de evaluación: (1) evaluación de necesidades, (2) especificación de competencias, (3) determinación de componentes y niveles de realización, (4) identificación de procedimientos para el desarrollo de competencias, (5) definición de evaluación de competencias, (6) validación de competencias.

Teniendo en cuenta lo anterior, una metodología inspirada en estos planteamientos no puede defender un modelo único de enseñanza, porque las necesidades individuales y grupales, los diversos contenidos de aprendizaje y las competencias a adquirir necesitan de métodos didácticos flexibles que abarquen gran diversidad de actividades de aprendizaje y satisfagan las necesidades de cada contexto educativo y las intenciones educativas propuestas (Zabala, 1989).

De aquí que, para el desarrollo del trabajo, la metodología de investigación propuesta debe incluir el diseño y selección de situaciones problema que permitan desarrollar las competencias previstas, deben contener preguntas en una o más fases o etapas, y deben garantizar la transversalidad con otros contenidos de las distintas carreras. Se establecen, además, las reglas (claras y compartidas) de trabajo y los roles con anticipación a la formación de los equipos. Se identifican: la adecuación de temas y competencias a desarrollar, la vía de implementación (Campus), herramientas informáticas y modo de presentación, las estrategias de evaluación (uso de taxonomías), los momentos del curso apropiados para realizar las actividades y el tiempo que precisan los estudiantes para resolverlas, las instancias de seguimiento y retroalimentación, incluyendo cuestionarios de respuesta abierta para medir el grado de satisfacción de los alumnos con la metodología empleada y el nivel de aprendizaje.

La trayectoria en investigación de los docentes del Departamento de Materias Básicas que participaron en esta propuesta, ha estado orientada a realizar proyectos que promuevan la utilización de metodologías de

enseñanza como secuencias didácticas, implementación de actividades complementarias no presenciales y el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en asignaturas del ciclo básico; y la formación de competencias científicas en estudiantes de Ingeniería.

La investigación sobre las distintas técnicas evaluativas conlleva una labor dinámica: los conocimientos incorporados hacen responsable al docente para tener una nueva y esperanzadora visión de las clases, donde predomine la retroalimentación de saberes y se genere una puesta relacional diferente con los estudiantes, lo que implica una propuesta superadora y coherente entre cómo se enseña, cómo se aprende y cómo se evalúa.

Otro aspecto a considerar son los fundamentos pedagógicos, epistemológicos y psicológicos que sostienen los docentes diseñadores y ejecutores de las planificaciones propuestas respecto a los trabajos prácticos y actividades complementarias. La idea es generar propuestas que contemplen diversas estrategias didácticas que faciliten a los docentes, su diseño y desarrollo, integrando de modo coherente los diferentes contenidos.

Las TIC aparecen como una alternativa para proveer diversas opciones para la presentación de contenidos y medios de entrega de la currícula. Ofrecen la oportunidad de ampliar la experiencia educativa fuera del ámbito edilicio. En este proyecto se propuso el desarrollo y puesta en aula de prácticas mediadas por tecnología. Se propuso el desarrollo de laboratorios virtuales utilizando simulaciones y videos experimentales. En ambas modalidades, se planteó a los estudiantes la resolución de problemas en entornos virtuales. En algunos casos, esto implicó el uso de programas interactivos, como GeoGebra y Genially, seleccionados por herramientas de libre acceso y fácil utilización. En otras instancias, se incorporó el uso de teléfonos inteligentes (smartphones) como recurso complementario para el trabajo experimental.

El proyecto se desarrolló inter Unidades de Docencia Básica (UDB) de Física, Matemática y Química del Departamento de Materias Básicas de la FRSF. En su mayoría, docentes investigadores que hoy conforman el Grupo de Estudio en Ciencias Básicas y Aplicadas – GECIBA (Res. Consejo Directivo N° 733-2023).

El proyecto involucró el diseño de actividades y su aplicación en las que se integraron contenidos de diferentes asignaturas del ciclo básico como Física I y II, Análisis Matemático I y II, y Química General.

El cronograma del proyecto se desarrolló conforme a lo planificado. Se realizaron reuniones periódicas de coordinación para presentar ideas, dar seguimiento al diseño de actividades y avanzar en el desarrollo de aplicaciones de integración. La incorporación de nuevos becarios, tanto de investigación como de servicio, se llevó a cabo de manera gradual, lo que permitió asegurar la continuidad del trabajo. Varios de ellos continuaron colaborando de forma ad honorem una vez finalizadas sus becas. En cuanto al equipo docente, las nuevas incorporaciones no generaron inconvenientes, gracias a la experiencia previa de los profesores en trabajos de investigación relacionados con la temática TEEL.

Resultados

Específicamente, estas actividades didácticas (experiencias de laboratorio, problemas integradores, simulaciones, actividades complementarias no presenciales de investigación) fueron diseñadas para fomentar el trabajo colaborativo, en un entorno virtual, para incentivar el uso de TIC. Se trabajó en forma grupal con alumnos regulares de las carreras de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial, Civil y Sistemas de Información. Tanto docentes como estudiantes, a través de métodos taxonómicos (Bloom, 1956; Biggs, 2005), complementados por rúbricas, estuvieron en condiciones de evaluar los aprendizajes y, finalmente, formular instancias de retroalimentación.

La idea era que los estudiantes pudieran identificar una dinámica o hilo conductor en la adquisición de conocimientos de estas asignaturas del ciclo básico, y que progresivamente estos conocimientos pudieran ser integrados en las diferentes actividades, teniendo como premisa desarrollar competencias y empoderar a los estudiantes para la resolución de futuros problemas multidisciplinarios.

Entre otras acciones, se llevaron a cabo actividades complementarias de carácter expositivo (como seminarios y charlas) basadas en trabajos de investigación vinculados al medio ambiente, integradas al perfil formativo de las carreras de Ingeniería como eje articulador de conocimientos. Estas actividades contaron con la participación de funcionarios del Ministerio de Medio Ambiente e Industria de la Provincia de Santa Fe, así como con la colaboración de docentes de los departamentos correspondientes a distintas especialidades.

Además, docentes y becarios participaron en actividades de vinculación y extensión destinadas al desarrollo educativo de niños y jóvenes en escuelas primarias y secundarias, a través de talleres, colonias tecnológicas y encuentros organizados en colaboración con una ONG.

También hubo presencia en el equipo de ingreso a la FRSF a través de la promoción de actividades con estudiantes y docentes del nivel secundario, y el desarrollo de secuencias didácticas de Química para los ingresantes. La participación en eventos, como jornadas y congresos, permitió el intercambio de ideas y resultados en el tema TEEI con investigadores del nivel superior de otras regionales y universidades.

Se trató de una oportunidad para que los docentes de las UDB Física, Matemática y Química pudieran compartir y/o unificar criterios de investigación y estrategias de enseñanza en el diseño de las actividades. Además, resultó importante la formación de los 20 becarios de investigación y servicio que tuvieron la oportunidad de participar en actividades de investigación propiamente dicha, con un acercamiento a la actividad docente, participando en clases expositivas, en la preparación de trabajos prácticos, en el análisis de datos, en la evaluación de resultados y uso de TIC.

Es preciso destacar que producto del protagonismo de los becarios, bajo la dirección de los docentes de las tres UDB participantes, se logró el desarrollo de cuatro aplicaciones didácticas, que fueron presentadas en reuniones científicas por los propios becarios y que formaron parte del material usado para implementar actividades en los siguientes temas: movimiento en el plano y parábola de seguridad de un proyectil (Física I - Análisis Matemático I y II), resolución de circuitos eléctricos con números complejos (Física II - Análisis Matemático I y II), razón de cambio y cinética química (Análisis Matemático I - Química General), algoritmo para la resolución de un problema de cinética química (Química General - Análisis Matemático I - Algoritmo y Estructura de Datos). Esta última, implementada en la carrera Ingeniería en Sistemas de Información. En las Figuras 1 a la 4 se muestran imágenes de estos formatos, respectivamente.

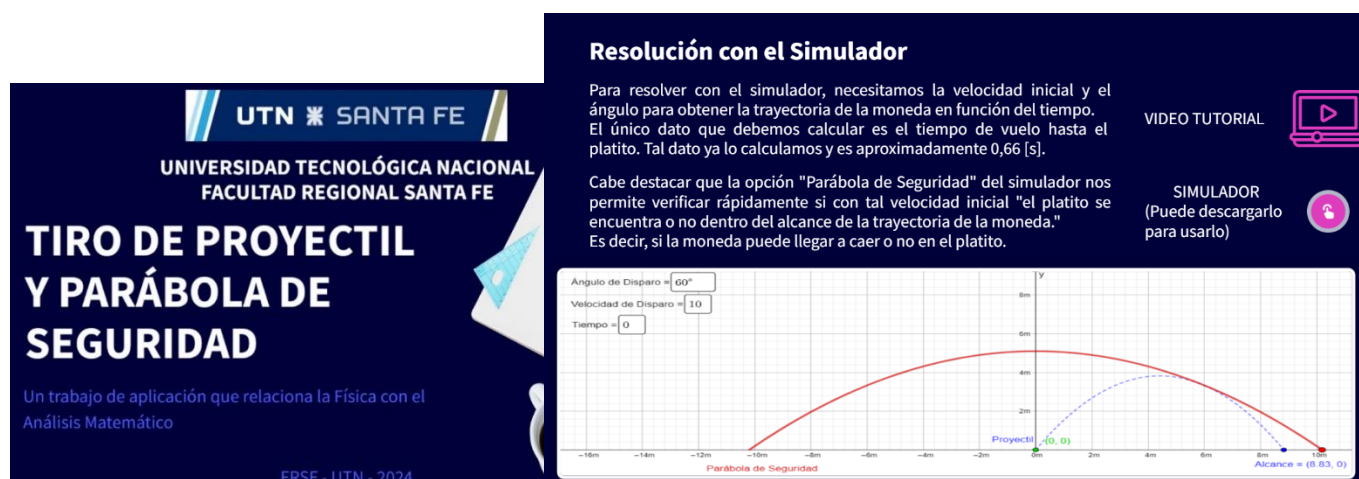


Figura 1. Imagen de la aplicación para el estudio del movimiento en el plano y parábola de seguridad de un proyectil.

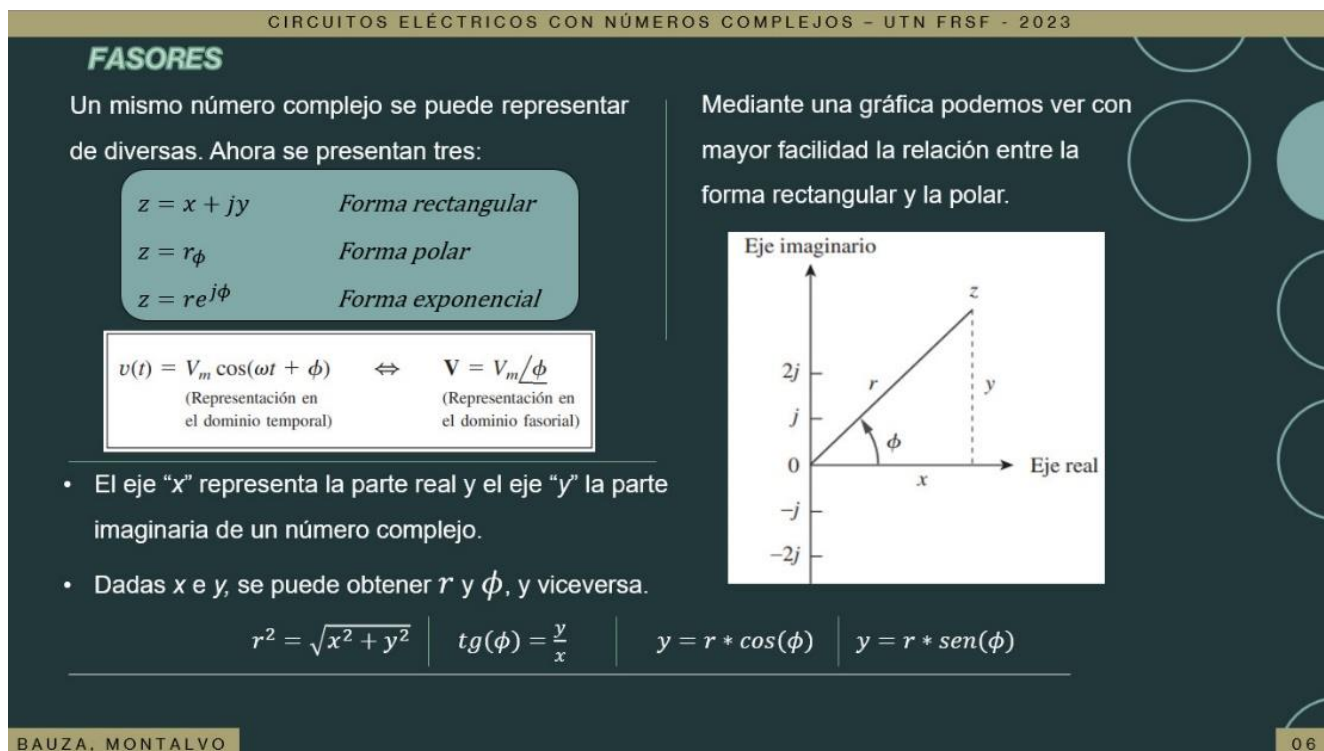


Figura 2. Imagen de la aplicación para el estudio de resolución de circuitos eléctricos con números complejos.

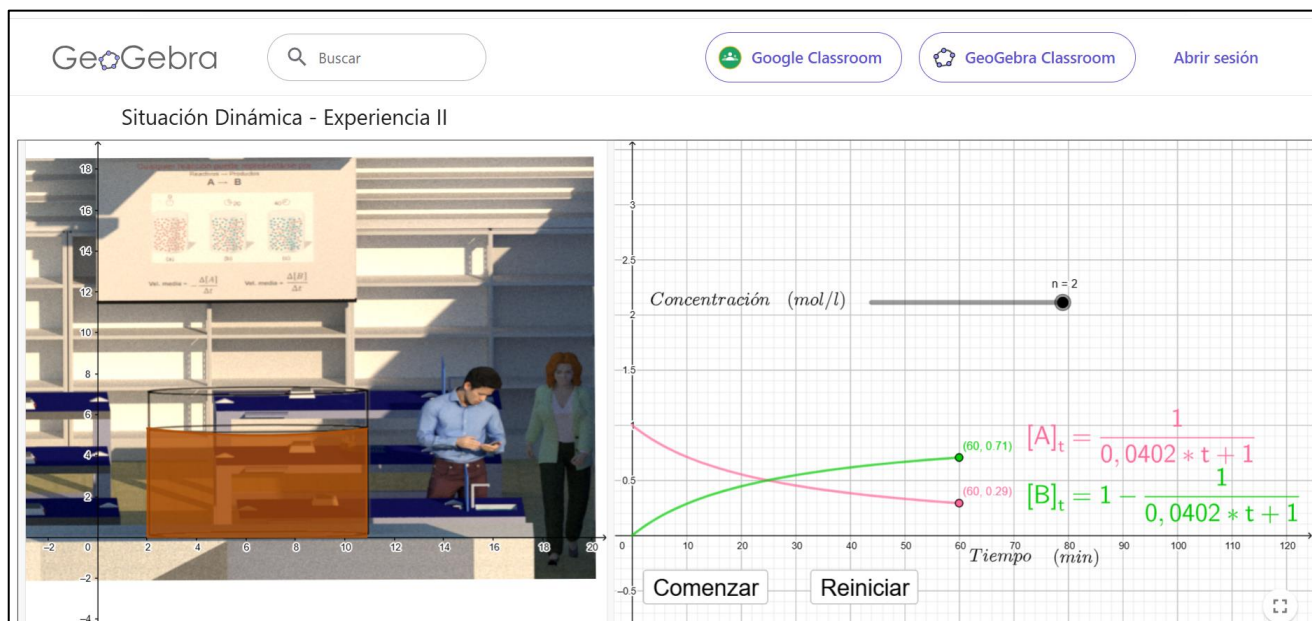


Figura 3. Imagen de la aplicación para el estudio de razón de cambio y cinética química.

Trabajo Práctico Integrador - Química General
Ingeniería en Sistemas de Información – Universidad Tecnológica Nacional

Enunciado
Dana es una investigadora que trabaja en el INTEC (Instituto Nacional de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química). En los últimos meses, estuvo trabajando en el laboratorio en el estudio de la cinética de ciertas reacciones químicas, para lo cual realizó distintas experiencias, de manera de obtener los órdenes de reacción de los reactivos y la constante de la velocidad para cada caso. La ley de la velocidad podemos expresarla de la siguiente forma: $v = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$

v = Velocidad; k = Constante de la velocidad; x = Orden de reacción respecto al reactivo A; y = Orden de reacción respecto al reactivo B

Dana realizó tres experiencias variando la concentración de reactivos en cada reacción para determinar el orden de reacción de los reactivos y la constante de velocidad, para luego encontrar la ley de velocidad para las distintas reacciones mediante el método de la Velocidad Inicial. La tabla muestra los resultados de una de las experiencias realizadas para una reacción genérica:

A + B → C

Caso particular

Experiencia	Concentración A [M]	Concentración B [M]	Velocidad [M/s]
1	0,1	0,1	1.10^{-4}
2	0,2	0,3	3.10^{-4}
3	0,3	0,4	5.10^{-4}

Como le ha llevado demasiado tiempo la obtención y análisis de cada una, te solicitó que le generes un programa que lo haga por ella.

```

#include <bits/stdc++.h>
#include <iomanip>

#define N 3
using namespace std;

typedef double db;
typedef vector<db> vec;
typedef array<array<db,N>,N> mat;

bool equals(db a, db b);
db cofactor(const mat& M, int i0, int j0);
mat findAdj(const mat& M);
db findDet(const mat& M);
mat scaleMatrix(mat M, db alpha);
bool findInverse(const mat& M, mat& inv);
void matInput(mat& M);
void processOutput(const vec& S);
pair<mat,vec> processInput(const mat& M);
vec matrixVectorMult(const mat& M, const vec& v);
void solve(mat input);

int main() {

```

Calculadora de k, x e y

Ingrese los resultados obtenidos:

Concentración A	Concentración B	Velocidad
0.1	0.1	0.0001
0.2	0.3	0.0003
0.3	0.4	0.0005

x=1.00 y=0.37

k=0.002332 s⁻¹M^{-0.37}Orden global: 1.37

<< El programa ha finalizado: código de salida: 0 >>
<< Presione enter para cerrar esta ventana >>

Figura 4. Imagen de la consigna y el algoritmo desarrollado para la resolución de un problema de cinética química.

Como resultado de la ejecución del proyecto se produjeron veintisiete (27) trabajos, los cuales fueron presentados por docentes y becarios en jornadas y congresos. Estos han sido publicados en el Repositorio Institucional Abierto (RIA). En la Tabla 1 se aporta el link a cada publicación.

Las producciones apuestan a contenidos integrados de las asignaturas en particular; otras, al objetivo de integrar contenidos entre asignaturas, al desarrollo de competencias genéricas, el uso de TIC, la evaluación usando taxonomías y el desarrollo de herramientas didácticas.

Tabla 1. Publicaciones en actas de congreso y revistas científicas.

Autor/es	Título. URI/handle
Fuentes et al. (2024)	Aplicación: cinética química. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10404
Córdoba et al. (2024)	Implementación de equipos ágiles en la asignatura de Química: una estrategia para la permanencia y el desarrollo de competencias. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12615
Mazzieri,et al. (2024)	Vinculación de estudiantes del nivel medio a la Universidad a través de talleres de Química en la FRSF UTN. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12527
Scagnetti et al. (2024)	Uso de la escalera de retroalimentación en trabajo de laboratorio de Análisis Matemático II. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12798
Enrique (2024)	Valoración de los estudiantes sobre una actividad experimental basada en el Enfoque por Competencias mediada por TIC mediante un cuestionario de opinión. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12802
De Santis et al. (2024)	Experiencias con alumnos recursantes de Análisis Matemático I. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12790
Enrique (2024)	Empleo del Enfoque por Competencias en la valoración de una actividad experimental mediada por las TIC por parte de estudiantes de ingeniería mediante un cuestionario de opinión. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12864
Verrengia et al. (2024)	Evaluación de la implementación de cuestionarios semanales en la modalidad cuatrimestral del Seminario de Ingreso de Matemática. https://doi.org/10.33414/ajea.1797.2025
Mazzieri et al. (2023)	Implementación de secuencias didácticas en el Ingreso a Ingeniería en la FRSF, como estrategia para la nivelación en Química General. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10622
Schiappa Pietra et al. (2023)	Modelos virtuales de didácticas para la enseñanza de trabajos prácticos en los laboratorios de química. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10548

Fuentes et al. (2023)	Análisis y evaluación de una ACNP sobre problemas ambientales realizada por estudiantes de Ingeniería en la FRSF-UTN. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10524
Rodríguez et al. (2023)	Competencias de estudiantes de ingeniería industrial fomentadas con la aplicación de tecnologías. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10311
Scagnetti et al. (2023)	Trabajo de laboratorio para potenciar las competencias en estudiantes de ingeniería mecánica. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10309
Bauza y Montalvo (2023)	Números complejos: autogestión del conocimiento aplicado en Ingeniería. https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1644 https://hdl.handle.net/20.500.12272/12789
Bauza y Montalvo (2023)	Módulo de autoaprendizaje sobre cinemática de la partícula: disparo de un proyectil. https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1645 https://hdl.handle.net/20.500.12272/12788
Utz y Oliva (2023)	Spheric tanks : a review and proposal. https://hdl.handle.net/20.500.12272/12628
Mazzieri et al. (2022)	Evaluación de conocimientos previos de Química en estudiantes de Ingeniería en la FRSF: una estrategia para considerar en el Ingreso. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10517
Mazzieri et al. (2022)	Integración y evaluación de contenidos del ciclo básico en Ingeniería en Sistemas de Información. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10504
Fuentes et al. (2022)	Aplicación de una rúbrica taxonómica para evaluar resultados de aprendizaje de química. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10498
Schiappa Pietra et al. (2022)	Implementación de técnicas virtuales como herramienta de ensayo previa a la realización de un laboratorio en Química. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10489
Schiappa Pietra et al. (2022)	Comprensión de las reacciones de óxido-reducción generadas “in situ” en un laboratorio, bajo un refuerzo en TIC. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10512
Schiappa Pietra et al. (2022)	Valoración del trabajo práctico de Cinética Química en alumnos de primer año, con refuerzo audiovisual e instancia de evaluación virtual. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10511
Tibaldo et al. (2022)	Creación de una mini unidad de aprendizaje que integra contenidos de Química General y Análisis Matemático I. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10324
Rodríguez et al. (2022)	Tecnologías en trabajos de laboratorio de Análisis Matemático II como mediadores en el desarrollo de competencias en la formación de ingenieros. http://hdl.handle.net/20.500.12272/10321
Enrique (2022)	Experiencias de colisiones con smartphones consideradas discrepantes y para un aprendizaje activo de la Física. https://doi.org/10.33414/ajea.1157.2023
Ramírez et al. (2022)	¿Las estrategias mediadas por TIC desarrollan aprendizaje profundo en estudiantes de Análisis Matemático I? https://doi.org/10.33414/ajea.1157.2023
Rodríguez et al. (2022)	La Evaluación de Competencias y el Uso de Tecnologías. https://drive.google.com/file/d/13KPMIYin1BEjXFLrbIVFQZq6X8K05-_P/view

Conclusiones

Este proyecto de investigación educativa aportó nuevos conocimientos sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Química, Física y Matemática en el ámbito universitario.

El desarrollo del proyecto propició un espacio de interacción e intercambio de experiencias de investigación y prácticas docentes entre los integrantes de cada UDB en particular y entre otros docentes del Departamento de Materias Básicas y Departamentos de las especialidades. Lo que promovió el debate acerca de qué y cómo enseñar, integrando contenidos de varias disciplinas, generando una transformación en las organizaciones curriculares, de manera que se incluyan estas herramientas en la enseñanza de las ciencias experimentales en

el ámbito de la FRSF; y, eventualmente, en aquellas regionales que incluyen estas asignaturas en el ciclo básico de sus carreras.

Estos conocimientos fueron transferidos a través de seminarios y talleres metodológicos durante las reuniones de coordinación, lo que permitió mejorar y modificar las prácticas pedagógicas de los docentes de cada UDB participante. Se implementaron herramientas como uso de taxonomías y trabajo en equipos ágiles para evaluar aprendizajes y se crearon espacios para promover competencias que les permita a los estudiantes formarse y permanecer en la Universidad. En este contexto, se diseñaron, implementaron y evaluaron actividades no presenciales e integradoras, usando el Campus de la Facultad, basadas en TIC, que promueven la argumentación científica y retroalimentación; esto propició cambios en los roles clásicos que docentes y estudiantes suelen asumir en estos espacios curriculares. El aporte a la formación de recursos humanos también puede medirse por la incorporación de veinte estudiantes como becarios de actividades de investigación, de acuerdo a las reglamentaciones vigentes en la UTN.

Se logró la articulación horizontal de algunos contenidos comunes y complementarios de estas disciplinas (se sugiere al lector revisar el listado de publicaciones) y se sentaron bases para la articulación vertical con otras materias según el perfil profesional, sobre todo aquellas que están relacionadas con materiales, procesos y el cuidado del medio ambiente.

Involucrar a los estudiantes en estas propuestas integradoras, les permitió desarrollar competencias al trabajar en equipos organizados, apropiados de diversas habilidades para desarrollar las tareas; comunicarse efectivamente y responder a cambios de manera flexible; además, contrastar el conocimiento cotidiano con los modelos científicos, construyendo aprendizajes comprensivos, que favorecen su formación general y permanencia en la Educación Superior.

Referencias

Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Narcea.

Bloom, Benjamin S. (Ed.) (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York ; Toronto: Longmans, Green.

Cepeda, J. M. (2004). Metodología de la enseñanza basada en competencias. Revista Iberoamericana de Educación. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Vol. 35, 1.

CONFEDI (2018). Libro Rojo de CONFEDI: Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina. Rosario, Argentina: CONFEDI.

López-Noguero (2005). Metodología participativa en la enseñanza universitaria. Madrid: Narcea.

Zabala, A. (1989). El enfoque globalizador. Cuadernos de Pedagogía, 168, 17-22.

Proyecto de investigación interfacultad UTN: avances en la implementación de Formación por Competencias

UTN interfaculty research project: progress in the implementation of competency-based training

Presentación: 04/09/2025

Rafael Omar Cura

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.
rocura@frbb.utn.edu.ar

Karina Ferrando

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
kferrando@fra.utn.edu.ar

Adrián Gericó

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.
agerico@frbb.utn.edu.ar

Sergio Obiol

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.
sobiol@frbb.utn.edu.ar

Fernando Palmieri

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Argentina.
fpalmieri@frsn.utn.edu.ar

Verónica Vanoli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Argentina.
vvanoli@frbb.utn.edu.ar

Resumen

Docentes investigadores de las carreras de Ingeniería de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca, Chubut, Neuquén, San Nicolás y Trenque Lauquen de la Universidad Tecnológica Nacional acordaron desarrollar un Proyecto de Investigación y Desarrollo de tipo educativo para estudiar la correspondencia de los Resultados de Aprendizaje, la Mediación Pedagógica y el Sistema de Evaluación de sus asignaturas e incorporar mejoras en sus procesos formativos. Se presentan los avances realizados durante 2024 y 2025, en el proyecto de duración hasta 2027, analizando las características del trabajo colaborativo, los ajustes en los instrumentos de trabajo e investigación, las diversas actividades desarrolladas, sus producciones y resultados parciales logrados. El nuevo modelo de educación por competencias implica desarrollar estudios y mejoras continuas en los procesos formativos de las carreras tecnológicas.

Palabras clave: Educación en Ingeniería, Formación por Competencias, Investigación colaborativa.

Abstract

Research professors from the Engineering programs at the Regional Faculties of Avellaneda, Bahía Blanca, Chubut, Neuquén, San Nicolás, and Trenque Lauquen of the National Technological University agreed to develop an educational Research and Development Project to study the alignment of Learning Outcomes, Pedagogical Mediation, and the Assessment System of their courses and to incorporate improvements in their training processes. The report presents the progress made during 2024 and 2025 in the project, which will run until 2027. The project analyzes the characteristics of collaborative work, adjustments to work and research instruments, the various activities developed, their outputs, and partial results achieved. The new competency-based education model involves developing studies and continuous improvements in the training processes for technological careers.

Keywords: Engineering Education, Competency-Based Training, Collaborative Research

Introducción

En el año 2013 el Ministerio de Educación de la Nación Argentina comenzó un proceso de actualización de todos los perfiles profesionales de las carreras en Argentina y ello derivó que, en el año 2018, se establecieran las nuevas Actividades Reservadas (AR) a los títulos de las carreras de Ingeniería. [1] Asimismo, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de nuestro país elaboró la Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la acreditación de las carreras de Ingeniería, incluyendo las Competencias Específicas (CE) y Competencias Genéricas (CG). [2] El modelo formativo se basa en las AR y los Alcances del Título (AL) de donde derivan las CE y CG, organizados en Bloques de Conocimiento de Ciencias Básicas, Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas, Asignaturas Integradoras y Asignaturas Complementarias.

La implementación de este modelo formativo requirió que el Consejo Superior de UTN emitiera las nuevas pautas para las Planificaciones Anuales de Actividades Académicas (PAAA) de todas las carreras. Este instrumento desglosa en cada asignatura las AR y AL como así también las CE y CG que comprenden cada espacio curricular. Allí se establecen las matrices de tributación y los niveles formativos, y las capacidades asociadas a las competencias involucradas. Ello permite conformar los Objetos de Conocimiento (OC) y los Resultados de Aprendizaje (RA), elaborados según las orientaciones y componentes que establecen autores especializados como Tobón, Pimienta Prieto y García Fraile, [3] y Kowalski [4], entre otros.

Los RA son los desempeños integrados que están compuestos por un verbo de cierta complejidad, un OC con saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales, una finalidad y puede considerar varios contextos. Cada RA comprende el conjunto de actividades formativas, con sus correspondientes criterios e instrumentos de evaluación, que los y las estudiantes tienen que realizar para alcanzar dicho RA. Así, éstos, estructuran y organizan el proyecto formativo, toda la planificación y actividades de aula y laboratorio.

Las PAAA de cada asignatura en UTN están basadas en la Formación por Competencias (FPC) y comprenden, junto a los RA, la organización del sistema didáctico de enseñanza y aprendizaje y el sistema de evaluación, como pilares complementarios del sistema. Para la elaboración de este trabajo, además de los autores, han colaborado las becarias del PID Camila Zacarías y Luján Lucanero.

Desarrollo

PID Interfacultad “Implementación de FPC”

Con el objetivo de estudiar y mejorar la implementación de la FPC, docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda (FRA), Bahía Blanca (FRBB), Chubut (FRCH), Neuquén (FRN), San Nicolás (FRSN) y Trenque Lauquen (FRTL), se unieron en un proyecto de investigación y desarrollo (PID) denominado “Análisis de la implementación y seguimiento de la propuesta de formación por competencias en el contexto de las adecuaciones de los diseños curriculares de la Universidad Tecnológica Nacional” (en adelante “PID iFC”), cuyo código es TEIFNBB10109 y que fue aprobado por Disposición de SCYT UTN N° 32/2023, con una duración entre los años 2024 y 2027.

El objetivo principal es: “Analizar la implementación y seguimiento de la propuesta de formación por competencias en el contexto de las nuevas adecuaciones de los diseños curriculares de la UTN, estableciendo la correspondencia pedagógica entre los resultados de aprendizaje, la organización de la mediación pedagógica y el sistema de evaluación en carreras de ingeniería y carreras tecnológicas para incorporar mejoras formativas en el período 2024-2026”.

Se trata de un PID de investigación educativa que busca comprender las características de la FPC en cada asignatura participante teniendo en cuenta la articulación de las variables principales del sistema formativo: RA, Mediación pedagógica y Sistema de evaluación. El PID busca analizar el desempeño de las instancias mencionadas y de sus componentes, subvariables, para generar procesos de mejora. El Proyecto estableció las subvariables a tener en cuenta:

RA: Acciones a lograr y logradas, desempeños de CE y CG con capacidades implicantes y OC.

Mediación pedagógica: Actividades Principales y tareas, protagonismo del estudiante, comunicación y animación docente, tiempo de aprendizaje y recursos pedagógicos.

Sistema de Evaluación: Criterios de Evaluación, tipos de actividades de Evaluación -diagnóstica, formativa, sumativa-, modalidad -autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación- e instrumentos.

En el marco del tiempo propuesto para el desarrollo del PID, se consideró pertinente otorgar un enfoque de investigación exploratoria (2024), descriptiva (2025) y de búsqueda de tendencias (2026). Al mismo tiempo es una indagación de cambio y mejora, en base al enfoque de investigación acción. [5]

La organización del trabajo del PID se efectúa en seis equipos regionales y tres equipos interfacultad por niveles: Asignaturas de Primeros Años, Mitad y Fin de Carrera. Éstos trabajan en sendas aulas virtuales con el apoyo de becarios de tres Regionales. La dirección está compuesta por el equipo de coordinadores de cada Facultad y el Director y la CoDirectora que animan el trabajo en reuniones presenciales y virtuales y también, a través del aula virtual general.

Seguidamente se presentan los avances logrados desde el inicio del PID, incluyendo los instrumentos organizativos y las fuentes para la obtención de datos.

Instrumentos de trabajo e investigación

Con el inicio del PID en 2024 se realizó un ajuste y mejora a los instrumentos diseñados en el proyecto. Así, se establecieron Orientaciones generales en función del Objetivo principal y de las etapas mencionadas del proyecto. Se elaboraron Formularios para la organización del trabajo de estudio de FPC y de procesamiento de datos.

El Formulario 0, denominado “mapa formativo”, busca explicitar la organización según los RA de cada asignatura, en relación a sus Actividades Principales y el Sistema de Evaluación para que los y las estudiantes logren sus RA. La figura 1 presenta un detalle del modo cómo la Asignatura Fundamentos de Informática (FRBB) ha distribuido las 17 AP para lograr los 5 RA, y cómo se efectúa el desarrollo de CG en dichos RA.

	OC1 RA1	OC2 RA2	OC3 RA3	OC4 RA4	OC5 RA5
CG1					
CG4	✓	✓	✓	✓	✓
CG7	✓	✓	✓	✓	✓
CG9	✓	✓	✓	✓	✓

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
RA1	✓	✓			✓	✓			✓	✓		✓	✓			
RA2	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓		✓	✓			
RA3	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			
RA4	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
RA5	✓	✓			✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

Figura 1. Actividades principales y CG en los RA de Fundamentos de Informática (FRBB).

Estos diseños generaron Guías de Aprendizaje o Itinerarios Formativos donde se describen los elementos señalados, junto al Sistema de Evaluación, para que los y las estudiantes comprendan mejor la organización de cada Asignatura.

El Formulario 1. “Análisis de los RA” buscó que la recopilación de datos sobre los RA y las subvariables puedan trasladarse a dicho instrumento. Varias asignaturas pudieron efectuar sus primeros estudios, como se aprecia en la Figura 2.

Desempeños formativos			Mediación Pedagógica				Sistema de Evaluación		Análisis corres ponden cia
RA “propuestos”	CE, CGT, CGS, Capacidades y OC	RA “logrados”	Actividades Principales	Protagonismo estudiantes, animación docente	Articula ciones	Recur sos	Criterios de Evaluación actividades	Actividades de autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación	
RA1: Analiza situaciones problemáticas básicas, determinando datos de entrada y buscando distintas alternativas de solución, para resolver problemas elementales de Ingeniería Mecánica.	C.E.1.2: Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución a lo antes mencionado, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones...	Aprobados: 6-7: 40 % 8-10: 20% Desaprobados: 25% Recuperan: 15% Logros de CE y CG: logran básicamente identificar y resolver problemas básicos. Dificultades: Un 65 % no son técnicos	Indicadores: Realizaron las tareas: Reg: 40 %, Bien: 50 %, MB: 10% Nivel de trabajos: Reg: 40 %, Bien: 45 %, MB: 25% Involucramiento, responsabilidad de estudiantes: Poco: 20 % Bastante: 60% Mucho: 20 % Se vinculan con otros temas: Poco: 40 % Bastante: 50 % Mucho: 10 % Utilizan recursos dados: Poco: 20 % Bastante: 50 % Mucho: 30 %				Cumplimiento de criterios de evaluación: Poco: 25 % Bastante: 50 % Mucho: 25 % Realizaron actividades de auto y coevaluación: Poco: 45 % Bastante: 50 % Mucho: 5 % Fortalezas: interés, por temas específicos. Valor de Trabajos Prácticos. Dificultades: necesidad dar mayor detalle de temas tecnológicos. Les cuesta relacionar los temas con otras materias/espacios		

Figura 2. Avance del análisis del RA1 en Ingeniería Mecánica I (FRA, 2024)

Posteriormente se diseñaron los Formularios 2 referidos al estudio del desempeño de alguna de las CE o CG y el Formulario 3 para analizar el proceso formativo de alguna actividad integradora compleja en particular. Estos instrumentos aún no se han implementado.

Asimismo, como fuentes de información cuantitativas se establecieron los datos de las calificaciones de las actividades principales, en términos de aprobación directa e indirecta, recuperatorios, estudiantes sin rendir, libres y abandono y también otros registros de observaciones del desempeño personal y/o grupal. Como fuentes cualitativas se promovió que la Evaluación Diagnóstica cuente con datos referidos a los RA de cada asignatura y luego una Encuesta de mitad de cursado y otra al final del cursado con preguntas referidas a las subvariables de estudio del PID iFC: fortalezas y dificultades para el logro de los RA, desarrollo de las CE y CG, pertinencia de las actividades didácticas y de evaluación, criterios orientativos, recursos, y el resto de los componentes de las variables mencionadas.

Trabajo entre equipos de Primeros años, Mitad de carrera y Fin de carrera (2024 y 2025)

En las Regionales y en las aulas virtuales los colegas compartieron las PAAA de las asignaturas y materiales didácticos para su implementación. Con el trabajo de becarios se elaboraron los Formularios mencionados y enviaron a cada docente y posteriormente se confeccionaron las Encuestas de cada asignatura y así, los investigadores comenzaron a obtener datos de los mismos estudiantes sobre los RA, las actividades formativas y de evaluación, que enriquecieron los intercambios. Periódicamente se realizan reuniones con dichos equipos para favorecer el trabajo en conjunto, generar experiencias vinculantes y conocer nuevos materiales y experiencias referidas a la FPC y sus áreas disciplinares.

Jornadas de presentación de avance

Al menos dos veces al año se realizan jornadas donde participa todo el equipo del PID iFC y se invitan a autoridades de las distintas Facultades para que puedan participar como oyentes y realizar aportes si así lo solicitan. En estas jornadas se presentan los avances realizados por semestre, para luego generar preguntas, respuestas y enriquecedores debates, donde se comparten modelos y metodologías de trabajo que permiten formar a docentes que se inician en estos temas de investigación o simplemente posibilitar la mejora de lo ya hecho. Durante el 2024 se realizaron dos jornadas, una en el mes de julio-agosto y otra en el mes de diciembre. La primera jornada denominada “¿Cómo empleamos el modelo por competencias en las asignaturas?” se llevó a cabo en dos fechas -miércoles 10 de julio y lunes 5 de agosto- en formato híbrido, se compartieron 8 avances y los ejes temáticos fueron:

- Experiencias de aprendizaje y/o de evaluación con desarrollo de Competencias Genéricas y Específicas y logro de Resultados de Aprendizaje en primer cuatrimestre 2024.
- Análisis de datos de la implementación de los RA y CE y CG en el primer cuatrimestre 2024.

. Y la segunda jornada denominada “Estudios micro, meso, transversal, macro y encuestas” se llevó a cabo en dos fechas -jueves 12 y martes 17 de diciembre-, se expusieron 10 avances y se establecieron las siguientes pautas de trabajo:

- Tema (Planificación, RAs, experiencias, CE-CG, OCs-Desempeño).
- Aspectos-variables de análisis (RA-MP-SE) y Subvariables (actividades-aprendizaje-evaluación, recursos, EVEA, tiempos, interacciones, criterios de evaluación).
- Datos (tablas, gráficos, formularios).
- Análisis de correspondencias y propuesta de mejora 2025.

Es de destacar que el 29 de agosto de 2024, en el marco del III Congreso de Innovación y Creatividad en la Enseñanza Tecnológica, realizado en UTN FRCH, el PID efectuó una Jornada interfacultad con autoridades de la Secretaría Académica de UTN y de otras Facultades comentando los avances e invitando a transferir a otros equipos esta experiencia.

Curso de Formación

En el mes de abril del corriente año, repartido en tres fechas, la Secretaría Académica de la FRBB y el PID iFC organizaron una capacitación docente virtual denominada "Encuentros de Formación y Actualización en Educación por Competencias" dictado por la Dra. Mara Jaquelina Papa -Doctora en Educación Basada en Competencia- que fue declarado de interés institucional por el Consejo Directivo de FRBB según Resolución N° 237/2025, donde participaron 69 docentes de las Facultades correspondientes al PID iFC. Este curso tuvo como objetivo fortalecer la educación basada en competencias y centrada en el alumno, en el contexto de las carreras de Ingeniería, donde se trataron temas como: la revisión del marco normativo ministerial y los diseños curriculares; una guía de cómo planificar bajo el enfoque por competencias (competencias, RA, estrategias didácticas y la evaluación, la investigación y el extensionismo); y los nuevos desafíos que

deben enfrentar docentes al utilizar estrategias educativas orientadas: al pasado, al presente o al futuro, la inteligencia artificial y la innovación educativa. La mayoría de las y los presentes en el curso destacó llevarse una mayor claridad en la elaboración de cada punto de la planificación y el PID iFC tomó los conceptos de Producción y Desempeño como punto de partida para reformular el mapa formativo de las asignaturas. Además del curso, permanentemente se buscan experiencias y materiales que permitan enriquecer las prácticas de docentes y estudiantes y el estudio de las interrelaciones de las subvariables de la FPC.

Rediseño de “mapa formativo” incorporando Producciones y Desempeños (Form. 0)

Como consecuencia del Curso formativo se rediseñó el Formulario 0 de trabajo referido al “mapa formativo” de cada Asignatura, donde se destaca el rol de las Producciones y los Desempeños a través de Actividades Principales (AP) para el logro de los Resultados de Aprendizaje. Se promovió que los y las investigadores completen dicho instrumento explicitando todas las Producciones necesarias durante el cursado de la asignatura, con sus correspondientes Desempeños (Competencias) y con qué AP y RA se vinculaban. Los nuevos mapas formativos grafican el recorrido que los y las estudiantes tienen que hacer en el cursado, por ello, este instrumento facilita el proceso de aprendizaje para los y las alumnas y también la enseñanza de los y las docentes.

Seguidamente en la figura 3 se aprecia el rediseño de Producciones y Desempeños para lograr el RA3, que elaboraron los docentes investigadores de la asignatura Ingeniería y Sociedad de UTN FRBB. En la figura 4 se evidencia el gráfico correspondiente, apreciando que varias Producciones tributan al logro de RA3 pero se realizan en distintas AP.

RA	Actividades Principales	Producciones	Desempeños	Evaluación		
				Tipos	Instru- mentos	Criterios
RA3: Emplea las interrelaciones entre ciencia, técnica, tecnología, innovación y universidad para establecer implicancias de los sistemas I+D+i y CTS en el desarrollo de la Ingeniería 4.0 actual.	AP2: Ciencia AP4: Platec AP6: Ensayo final	8. Respuesta de preguntas sobre ciencia 9. Cuestionario de entrevista 10. Entrevista a investigador 11. Informe complementario investigador 4. Respuesta preguntas Platec 5. Emprendimiento: relación tecnología e ingeniería 7. Ensayo final	- Lectura comprensiva - Redacción clara y pertinente - Relación de temas e ideas - Diseño de preguntas - Trabajo en equipo en responder preguntas y elaborar cuestionario - Consensuar cuestionario en equipo - Resolver problemas de lugar y horario de entrevista - Entrevistar a investigador - Redacción de informe	Autoevaluación en todas las AP. Coevaluación en AP2 y 4. Heteroevaluación. Docente en todas las AP. Diagnóstica Formativa Sumativa	Encuesta inicial Rúbricas Guías de AP.	Aspectos de los productos. Niveles de los desempeños.

Figura 3. Organización de actividades formativas para lograr el RA3 (Ingeniería y Sociedad, UTN FRBB).

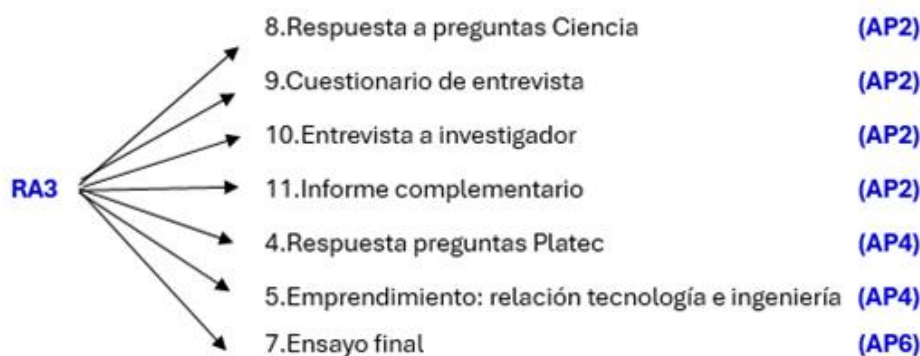


Figura 4. Producciones y Actividades principales que posibilitan el logro del RA3 (Ingeniería y Sociedad, UTN FRBB)

Los investigadores señalan que los y las estudiantes señalan que estos instrumentos les brindan una adecuada guía para lograr los RA en este primer cuatrimestre de 2025. También, destacan que, al evidenciar los criterios de evaluación desde el inicio, los y las estudiantes destacan que comprenden mejor las condiciones para realizar las Producciones.

Nuevas reuniones por Equipos de Facultades en 2025

Las orientaciones sobre el Formulario 0 motivaron a que los distintos equipos efectúen reuniones de trabajo en sus Regionales para especificar mejor la relación entre los elementos mencionados y elaboren las nuevas redes formativas. Así, el 16 de mayo se reunió el equipo de FRBB, donde Análisis Matemático I, Tecnología de la Construcción, Mecánica II, Economía, Fundamentos de Informática, Física I y II e Ingeniería y Sociedad analizaron cómo iban incorporando este planteo. El 20 se reunieron Análisis Matemático I, Bromatología y Proyecto Final de FRCH y acordaron rediseñar los RA en función de las orientaciones. Y ese día, los colegas de Inglés I y II y Análisis Matemático II de FRN también interactuaron sobre los avances en el tema. El 26 de mayo Física I y II, Química General e Informática I de FRTL compartieron cómo van ajustando la organización de los RA con las nuevas indicaciones. En FRA y FRSN se fueron reuniendo en forma personal entre los integrantes.

También se efectuaron dos reuniones del Equipo de docentes de Matemática: Análisis Matemático I (FRCH) y II (FRN) y Álgebra y Geometría Analítica (FRBB y FRN). Vienen intercambiando enfoques y organización de los RA, ejercicios, resolución de problemas, evaluaciones y acordando criterios conjuntos.

El equipo de Química (FRCH, FRN y FRTL) viene intercambiando para concretar acciones juntos, igual que el equipo de Mecánica I (FRA), II (FRBB) y Mecánica Racional (FRSN).

Encuestas de Mitad de cursado focalizados en RA1 y RA2 (junio, 2025)

En función de las mejoras del Form. 0, se efectuaron ajustes en la Encuesta de mitad de cursado y se buscó estudiar el desempeño de los y las estudiantes para el logro de los RA1 y RA2. Con la colaboración de los becarios de FRBB, FRCH y FRN, varios investigadores implementaron esta actividad en sus asignaturas. Se presentan datos obtenidos en las Comisiones 13 y 14 de Ingeniería y Sociedad en el mes de junio del primer cuatrimestre de FRBB:

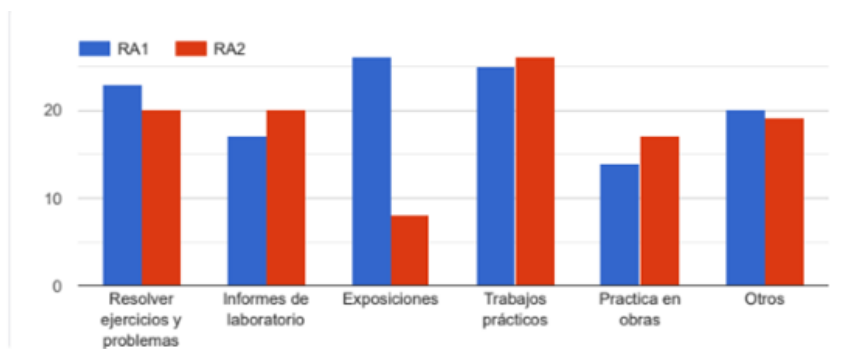


Figura 5. Producciones que ayudaron a lograr el RA1 y RA2 (Com. 13 y 14, Ingeniería y Sociedad, FRBB, 2025)

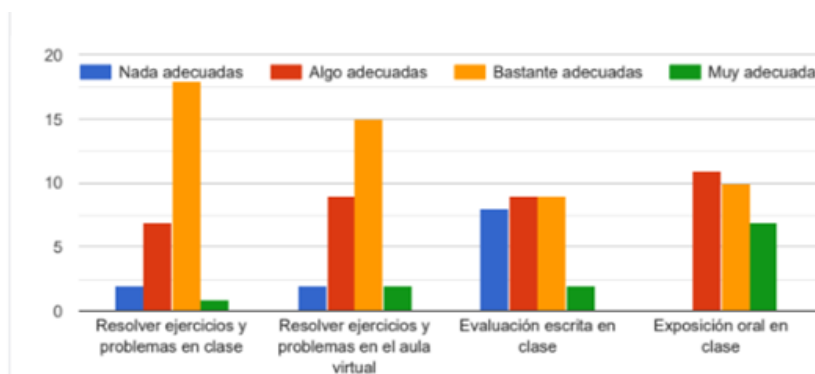


Figura 6. Actividades de evaluación para lograr RA1 y RA2 (Com. 13 y 14, Ingeniería y Sociedad, FRBB, 2025)

Estos datos brindan numerosos aportes para el análisis del desempeño de los y las estudiantes e incorporar ajustes en el último mes de cursado, destacándose cómo la Producción de “exponer” fue tan relevante para lograr el RA1 y las “actividades prácticas” cobran gran valor en ambos RA. En evaluación se aprecian distintas expresiones en cada una de las tareas desarrolladas. Estos datos se trasladan al Formulario 1.

Análisis de logros de RA1 y RA2

Se propuso como inicio de investigación el análisis de al menos dos RA, haciendo uso del Formulario 1, donde se debe completar los datos relacionados con cada RA “Desempeños formativos” (Objetivos, Unidades), su Mediación Pedagógica (MP) (subvariables de análisis), su Sistema de Evaluación (SE) centrada en el estudiante (subvariables de análisis), y los Resultados y el Análisis de correspondencia (relaciones entre RA-MP y SE). Este formulario sufrió varios cambios, llegando a su versión final este año con el desagregado de “Productos y Desempeños” vistos en el curso de formación mencionado anteriormente. Un ejemplo de los avances de análisis del RA1 se puede apreciar en la Figura 7 sobre las Comisiones 13 y 14 de Ingeniería y Sociedad mencionada:

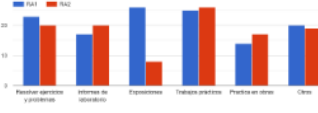
RA1:	AP1: Sistemas tecnológicos	AP1.	Indicadores sobre aspectos AP1	Indicadores AP1	Análisis de relaciones RA-MP y SE en RA1 y RA2:
Identifica los procesos económicos, políticos, sociales e industriales en las distintas etapas históricas para reconocer su impacto en la evolución de la Ingeniería y sus desafíos	Productos 1. Gráfico conceptos 2. Línea de tiempo 3. Exposición línea de tiempo 4. Informe escrito en grupo	Desempeños ● Lectura comprensiva y síntesis ● Comunicación visual, empleo herramientas virtuales de diseño gráfico ● Trabajo en equipo ● Exposición oral y en equipo ● Referencia a tecnologías de la Especialidad en	1. Relación entre tareas y productos y desempeños. 3. ¿Qué “producciones” le ayudaron a lograr el RA1 y el RA2?  Se aprecia que las tareas variadas estuvieron vinculadas con los Productos, sino, hubiera algunos sin calificación. Se aprecia que el RA1 se logró más con la Exposición que el RA2, el resto evidencia la variedad semejante.	1. Resultados de productos y desempeños: Com. 13: Aprobados 4-5: 12% %; 6-7: 32%; 8-10: 56% Desaprobados: 0 % Recuperan: 12 % Com. 14: Aprobados 4-5: 10% %; 6-7: 28%; 8-10: 62% Desaprobados: 0 % Recuperan: 10 % En general se aprecia que un 11% no aprobó las actividades, el 30% logró un nivel básico y el 59% un nivel alto. El 11% está en recuperación. 2. Actividades de evaluación formativa sin calificación (autoevaluación, guía ejemplos, etc.).	Se aprecian buenos niveles de Resultados finales: 11% aún en aprobación y 89% que aprobaron, con un 58% en alto nivel. Se aprecia buena correspondencia entre la AP1 y las Tareas a desarrollar, las 4 Producciones propuestas y los Desempeños en juego (en base a principalmente a las CG). La Mediación pedagógica tiene un buen desempeño con mejoras en los materiales “complicados” y la regulación “del tiempo” fuera de clase. También problemas con el cronograma de clases

Gráfico 7. Análisis parcial de logro del RA1 y RA2 (Com. 13 y 14, Ingeniería y Sociedad, FRBB, 2025)

Como se aprecia, el Formulario 1 permite agrupar los datos obtenidos de tipo cuantitativo y cualitativo, a través de las encuestas, y analizar fortalezas y dificultades en el logro del RA1 y RA2 de la asignatura mencionada, aunque el equipo docente informó que aún falta completar Producciones para su logro final. Las asignaturas del PID se encuentran procesando sus datos para compartir sus avances en la jornada de mitad de año 2025.

Publicaciones y participaciones en eventos académicos

Durante el año 2024 se realizaron publicaciones y participaciones en los siguientes eventos académicos:

- V Jornadas Nacionales de Ingeniería y Sociedad (JISO), llevado a cabo en FRBB, donde algunos integrantes del PID iFC formaron parte de la organización.
- 22nd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology.
- V Coloquio de Investigación Educativa en Argentina.
- 3er. Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza Tecnológica (CICE). En este congreso participaron presencialmente varios integrantes del PID iFC, por lo cual se sucedieron varias actividades, como una jornada de presentación del PID
- 7º Congreso Argentino de Ingeniería (CADI) y 13º Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI).
- X Jornadas Nacionales y VI Jornadas Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico Tecnológicas (IPECYT).
- 13vo Congreso Iberoamericano de Aprendizaje Mediado por Tecnología (CIAMTE).
- VII Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Básicas (CIECIBA).
- Congreso Internacional PRAXIS “Innovación y conocimientos para la transformación socioambiental el Sur Global”.
- Primeras Jornadas de Ciencia y Tecnología FRBB.
- VII Encuentro de Orientadores de Universidades Nacionales de Argentina "Nuevas fronteras que interpelan a la Orientación Educativa: contextos inciertos, salud mental e inteligencia artificial”.
- III Congreso Internacional de Ciencias Humanas.
- IX Encuentro nacional y VI latinoamericano la Universidad como objeto de investigación.
- III Congreso Latinoamericano de Innovación de la Educación Superior (INNOVED): Transformando la educación superior en tiempos de cambio.

Y en el transcurso del año 2025 se presentaron y presentarán avances en los siguientes eventos académicos:

- 3er. Foro Ambiental: Tensiones y Transformaciones en el Territorio en el marco de las múltiples crisis, llevado a cabo en FRBB.
- 4er. Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza Tecnológica (CICE), dónde se está organizando un Taller sobre “Organización de Producciones y Desempeños para el logro de los RA en FPC”.
- Décima Jornada de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN).
- XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI).
- IX Congreso Argentina de Ingeniería Mecánica y IV Congreso Argentino de Ingeniería Ferroviaria (CAIM).

Conclusiones

El trabajo colaborativo y constante de los participantes del PID iFC ha permitido crear un sistema de estudio del comportamiento de las variables y subvariables con instrumentos y fuentes de datos que está dando adecuados resultados. Es un proceso permanente de intercambio, análisis, capacitación y ajuste de los instrumentos de investigación para incidir en mejoras en las secuencias formativas y evaluativas de las asignaturas. La especificación de las producciones y desempeños para el logro de los RA ha sido un aporte sustantivo al enriquecimiento de todo el proceso formativo y de indagación. Se generan y fortalecen trabajos entre los equipos que potencian el desempeño de cada docente y también hay investigadores que están creando iniciativas y sistemas para la medición del desarrollo de competencias, que próximamente se publicarán. La reciente implementación de la FPC en las carreras de Ingeniería y la necesidad de estudiar y mejorar dichos procesos viene mostrando la importancia de contar con proyectos de investigación educativa en unidades académicas o interfacultad, como en este caso. Se aspira a seguir brindando aportes a las Facultades participantes del PID y a la vinculación y enriquecimiento con equipos que vienen efectuando actividades similares.

Referencias

- [1] Ministerio de Educación (2018). *Resolución 1254*. Buenos Aires: Ministerio de Educación.
- [2] CONFEDI (2018). *Libro Rojo. Estándares de segunda generación para las carreras de Ingeniería en la República Argentina*. Buenos Aires: CONFEDI.
- [3] Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J., García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Méjico: Pearson.
- [4] Kowalski, V. (2021). Formación por competencias en Ingeniería: del mito a la realidad. En *XI ENIDI*, Conferencia Magistral. San Rafael. <https://www.youtube.com/watch?v=h2CGMa0n68E>
- [5] Bisquerra Alzina, R. (2019). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

Resolución de Problemas en Física II: Inteligencia Artificial vs Creatividad manual

Artificial Intelligence vs Manual Creativity

Presentación: 04/09/2026

Rubén Sarges Guerra

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Zeballos 1341, CP 2000, Rosario, Argentina.
rrubensguerra@gmail.com

David Caluari

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Zeballos 1341, CP 2000, Rosario, Argentina.
caluari_david@hotmail.com

Resumen

Este trabajo compara la resolución de problemas prácticos en Física II utilizando métodos tradicionales manuales frente al aprovechamiento de herramientas de chatbots junto con otras herramientas basadas en la Inteligencia Artificial (IA) entre estudiantes de segundo año de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional regional Rosario. Mientras que el método tradicional fomenta la comprensión conceptual profunda y la habilidad matemática, la IA ofrece eficiencia y experiencias de aprendizaje personalizadas. Integrar la IA en la educación de Física II podría y ayudaría a mejorar la comprensión de los estudiantes y las habilidades de resolución de problemas de manera efectiva, logrando un equilibrio entre la tradición y la innovación.

Palabras clave: Física II, resolución de problemas, métodos tradicionales, resolución manual, Inteligencia Artificial (IA), educación en ingeniería

Introducción

En la carrera de ingeniería, especialmente en los primeros años, la asignatura de Física II constituye un desafío fundamental para los estudiantes. El uso de actuales recursos virtuales, tanto dentro como fuera de la plataforma, facilita y promueve de manera determinante los aprendizajes cooperativos y conjuntos del estudiantado universitario en la medida en que se procure, por parte del profesorado, un verdadero trabajo cooperativo mediante la propuesta de elaboración de tareas, actividades o proyectos de investigación donde sea imprescindible que se ayuden y aprendan unos de otros durante la labor en equipo, a través de una correcta participación, interacción, reflexión grupal y heterogeneidad dentro del grupo (Fernández Martín, 2020).

Estos se enfrentan a la tarea de comprender conceptos abstractos y aplicarlos en la resolución de problemas concretos. Tradicionalmente, este proceso se lleva a cabo con métodos convencionales, como el uso de papel y lápiz.

Sin embargo, en la era digital, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta poderosa que promete optimizar este proceso de aprendizaje.

En este artículo, exploraremos y compararemos la resolución de problemas de Física II mediante ambos métodos en el contexto de la Universidad Tecnológica Nacional regional Rosario.

Tradicional: Resolución en forma manual

Durante décadas, la resolución de los problemas prácticos en forma manual ha sido la herramienta de los estudiantes de ingeniería al enfrentarse a problemas de Física II. Este enfoque tradicional tiene sus ventajas, como fomentar la comprensión profunda de los conceptos y desarrollar habilidades de cálculo y análisis. Los estudiantes aprenden a desglosar problemas complejos en pasos más manejables, aplicar fórmulas y resolver ecuaciones de forma sistemática. Además, el proceso manual permite una interacción directa con las matemáticas y los principios físicos subyacentes, lo que puede fortalecer la comprensión conceptual.

Sin embargo, este método también presenta limitaciones. La resolución manual puede resultar tediosa y propensa a errores, especialmente en problemas que involucran cálculos extensos o manipulaciones algebraicas complicadas. Además, el tiempo requerido para resolver problemas puede ser considerable, lo que limita la cantidad de ejercicios que los estudiantes pueden abordar en una sesión de estudio.

La Revolución en la Resolución de Problemas por medio de Inteligencia Artificial:

La inteligencia artificial, con su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y encontrar patrones complejos, ha transformado radicalmente la forma en que enfrentamos los desafíos de resolución de problemas en diversos campos. En el contexto de la Física, las aplicaciones de IA pueden ofrecer herramientas poderosas para los estudiantes.

Una de las formas más comunes en que la IA se emplea en la resolución de problemas de Física II es a través de software especializado. Estos programas pueden ofrecer soluciones paso a paso, así como explicaciones detalladas de los conceptos subyacentes. Además, algunos programas utilizan algoritmos de aprendizaje automático para adaptarse al progreso individual del estudiante, ofreciendo ejercicios y explicaciones personalizadas según sus necesidades específicas.

La IA también puede utilizarse para simular fenómenos físicos complejos, permitiendo a los estudiantes explorar y comprender conceptos abstractos de una manera interactiva y visual. Estas simulaciones pueden complementar la enseñanza tradicional al proporcionar una representación más intuitiva de los principios físicos y sus aplicaciones prácticas.

Metodología

El trabajo se llevó a cabo en un grupo de 60 alumnos regulares de segundo año de la carrera de Ingeniería Mecánica y de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional.

La actividad, de acuerdo al diseño curricular y la planificación de cátedra para la asignatura Física II, utilizando las guías de ejercicios utilizadas para todas las comisiones. En dichas guías colocamos códigos QR para que los alumnos no tuvieran que tipiar los enunciados, evitando posibles errores. través del código se copiaba el enunciado y lo llevaban a la aplicación elegida para comparar las soluciones.

Comparación y Consideraciones Finales

Ambos métodos de resolución de problemas tienen sus propias fortalezas y debilidades. El enfoque tradicional forma manual la comprensión profunda y el dominio de las habilidades matemáticas, mientras que la inteligencia artificial ofrece eficiencia y personalización en el aprendizaje. En última instancia, la elección entre ambos métodos puede depender de las preferencias individuales del estudiante y de los objetivos específicos de aprendizaje.

En el contexto de la Universidad Tecnológica Nacional regional Rosario, la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de Física II podría ofrecer beneficios significativos. Al combinar la rigurosidad del enfoque tradicional con la eficiencia y la personalización de la IA, los estudiantes podrían mejorar su comprensión de los conceptos físicos y desarrollar habilidades prácticas de resolución de problemas de manera más efectiva.

En última instancia, la clave para optimizar el proceso de resolución de problemas en Física II radica en encontrar un equilibrio entre la tradición y la innovación, aprovechando los beneficios de ambos enfoques para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

Bibliografía

Cotrina-Aliaga, J. C., Vera-Flores, M. Ángel, Ortiz-Cotrina, W. C., & Sosa-Celi, P. (2021). Uso de la Inteligencia Artificial (IA) como estrategia en la educación superior. *Revista Iberoamericana De La Educación*. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.81>

Moreno Padilla, Raúl Darío, La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, ISSN-e 2387-0893, Vol. 7, N°. 14, 2019 (Ejemplar dedicado a: Julio-Diciembre), págs. 260-270

Tramallino, Carolina Paola, & Zeni, Adriana Marize. (2024). Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación. *Educación*, 33(64), 29-54. Epub 15 de abril de 2024. <https://dx.doi.org/10.18800/educacion.202401.m002>

Flores-Vivar, J. M., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 31(74). <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>

F. J. García-Peñalvo, "Uso de ChatGPT en Educación Superior: Implicaciones y Retos," *Conversatorio Uso de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: Implicaciones y Retos*. Universidad Nacional de Costa Rica, 12 de abril de 2023. Disponible: <https://bit.ly/3KUXtFd>.doi:10.5281/zenodo.7821173.

Gil Pérez, D., Dumas Carré, A., Caillot, M., Martínez Torregrosa, J. y Ramírez Castro, L. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Revista Investigación en la Escuela*, 6, 3-20.

Gil, D., Martínez-Torregrosa, J. y Senent, F. (1988). El fracaso en la resolución de problemas: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 131-146.

Cabral Da Costa, S. y Moreira, M. 1995. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. En: *Novena Reunión Nacional de Educación en la Física*. Memoria (APFA: Salta).

Garrett, R., 1995. Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 5, 6-15.

Garrett, R., Satterly, D., Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J., 1990. Turning exercises into problems: An experimental study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12, (1), 1-12.

Gea, M., Hoyos D., Javi, V., Pocovi, C., Aluralde, E., Cadena, C., Gramajo, C., Lozano, R., Passamai, V. y Saravia, L., 1995. Desarrollo de un sistema computarizado para experiencias de cinemática. *Novena Reunión Nacional de Educación en la Física* (APFA: Salta).

Cotrina-Aliaga, J. C., Vera-Flores, M. Á., Ortiz-Cotrina, W. C., & Sosa-Celi, P. (2021). Uso de la Inteligencia

Artificial (IA) como estrategia en la educación superior. Revista Iberoamericana de la Educación.
<https://doi.org/10.31876/ie.vi.81>

Ingeniería y Sociedad: dos experiencias de Cátedra para el uso de Inteligencia Artificial

Engineering and Society: Two Chair Experiences in the Use of Artificial Intelligence

Presentación: 04/09/2025

Karina Ferrando

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
kferrando@fra.utn.edu.ar

Jorge Forno

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
jforno@fra.utn.edu.ar

Olga Páez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
opaez@fra.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo describimos dos experiencias de cátedra basadas en el uso de la inteligencia artificial generativa (IA generativa) en el marco de la asignatura Ingeniería y Sociedad de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda. Introducimos brevemente el marco teórico en el que se fundamentan estas experiencias para luego ofrecer dos ejemplos de su uso diseñados e implementados en 2024 y 2025 por nuestro equipo de trabajo, que comprende 11 de los 17 cursos de la cátedra, con el objetivo de promover su empleo de manera ética y con sentido crítico. En primer lugar, desarrollamos la experiencia de una actividad que incluyó el trabajo con diferentes IA generativas y los materiales de lectura propuestos por la cátedra. A continuación, mostramos el uso de IA generativas para la segunda instancia de evaluación, que es de tipo domiciliaria. Concluimos, de acuerdo con los relevamientos realizados a mitad de cursada, en portafolio final de la asignatura, y a nuestra propia visión como docentes, que las experiencias fueron positivas. Creemos, además, que este tipo de propuestas resultan significativas en términos de alcanzar los resultados de aprendizaje propuestos, en el marco de la formación por competencias. Por otro lado, según indican los datos relevados, la población estudiantil de los 11 cursos valoró positivamente que incorporemos en nuestra planificación el uso de IA generativa, comprendiendo la necesidad de usar la herramienta de manera crítica.

Palabras clave: Inteligencia artificial, enseñanza de la ingeniería, estrategias pedagógicas centradas en el estudiante, aprendizaje pleno.

Abstract

In this paper, we describe two classroom experiences based on the use of generative artificial intelligence (Generative AI) within the Engineering and Society course at the National Technological University, Avellaneda Regional Faculty. We briefly introduce the theoretical framework on which these experiences are based and then offer two examples of their use, designed and implemented in 2024 and 2025 by our team, which comprises 11 of

the 17 courses in the course, with the aim of promoting its use in an ethical and critical manner. First, we describe an experience with an activity that included work with different generative AIs and the reading materials proposed by the course. Next, we demonstrate the use of generative AI for the second assessment phase, which is a home assessment. We conclude, based on the mid-course surveys conducted in the final portfolio of the course, and our own perspective as teachers, that the experiences were positive. We also believe that these types of proposals are significant in terms of achieving the proposed learning outcomes within the framework of competency-based training. Furthermore, according to the data collected, students across the 11 courses positively valued our incorporation of generative AI into our planning, understanding the need to use the tool critically.

Keywords: Artificial intelligence, engineering education, student-centered pedagogical strategies, full learning

Introducción

La noción de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante, según Perkins (2010), Furman y Larsen (2022) implica adquirir una mirada sobre la educación en la que el estudiantado incorpore nuevas miradas para entender y actuar sobre la realidad y practique el disfrute y el compromiso por el aprendizaje. Perkins (2010), se refiere al aprendizaje pleno, entendido como un enfoque de la enseñanza que busca desarrollar la inteligencia aprendible, a través de la comprensión profunda, la motivación intrínseca y la práctica deliberada. Este enfoque implica involucrar al alumnado en la totalidad del proceso de aprendizaje, desde la comprensión inicial hasta la aplicación y reflexión final.

Ingeniería y Sociedad es una asignatura anual y común a todas las terminales de ingeniería que se dictan en la UTN FRA. En este espacio curricular, trabajamos desde hace varios años con experiencias innovadoras y, a partir de 2024, frente al auge de la IA generativa, incorporamos actividades destinadas a promover su uso de manera ética y crítica por parte del estudiantado. En esa línea, y tal como señala Fernández de Silva (2023), estamos convencidos que en educación la incorporación de la IA puede ayudar a identificar y desarrollar las habilidades requeridas para los trabajos del futuro, además de aportar a la creación de un ambiente educativo más interesante y dinámico.

Creemos que, en este contexto cambiante, es relevante incorporar propuestas que ayuden a desarrollar habilidades y competencias de la población estudiantil frente a las nuevas tecnologías, en especial la IA. En ese sentido, coincidimos con Prats cuando afirma:

La IA nos está forzando a replantearnos nuestro verdadero rol como educadores, preguntándonos cómo aprovechar estas herramientas basadas en la IA en nuestras aulas. [...] Nos pone en jaque, sí, pero en un jaque que invita a la acción, no al desaliento. Es una oportunidad única para transformar la educación, hacerla más dinámica, inclusiva y eficaz. En definitiva, para plantear nuevas formas de enseñar y aprender. (como se citó en Muñoz, Lorenzo y Suñé, 2024, p. 85)

Para el autor, la IA nos invita a reinventarnos, a aprender y a crecer.

Nuestras prácticas docentes se ven significativamente afectadas por la aparición de tecnologías como la IA. El desafío se extiende a terrenos que abarcan no sólo los aspectos técnicos, sino también problemas vinculados a la ética y la integridad académica. Bilinkis y Sigman (2023) se preguntan sobre impacto de la IA en el ámbito de la educación, haciendo foco en sus objetivos, los métodos y los contenidos. Los autores introducen un concepto interesante. Se trata del sedentarismo cognitivo, que refiere a la adquisición de herramientas, básicamente digitales, que en los últimos años han surgido como promesas de mejorar nuestras vidas y que, en ciertos casos, tuvieron como contrapartida la pérdida de algunas habilidades, como por ejemplo la memoria, que es un pilar sustancial para la cognición y el desarrollo del pensamiento. Ante esta realidad el sedentarismo cognitivo podría parecernos inexorable. La visión de los autores, sin embargo, es optimista. Sostienen que, si una tecnología puede realizar una función, esto no significa que los humanos tengamos que abandonarla, por lo que desde esta

perspectiva la IA no reemplazará a los humanos, sino que potenciará sus capacidades. Creemos que la práctica docente puede contribuir a que eso suceda.

Desarrollo

A continuación, ofrecemos un ejemplo de uso general, aplicable a materias de ciencias exactas, y describimos dos experiencias de uso de IA generativa en nuestra asignatura, realizadas durante 2024.

En Ingeniería y Sociedad implementamos una primera experiencia de uso de IA generativas solicitando que cada equipo tome una IA generativa diferente y le indique que haga un resumen de uno de los materiales de lectura obligatoria del curso. Debían cumplirse dos requisitos, uno de extensión y otro, que debía contener una cita textual señalada entre comillas. Como parte de la actividad se solicita que la respuesta que brinden contenga el nombre de la IA elegida y la orden o prompt que se utilizó. Una vez finalizada la tarea, se realizó una puesta en común con diversos resultados, con “quejas” respecto del contenido del presunto resumen, que muchas veces era simplemente una cita textual con la extensión requerida, pero sin información referida al artículo en su totalidad. La conclusión general fue que, si bien resultó de interés la experiencia, el uso de estos recursos requiere de un minucioso análisis de las respuestas, ya que no resultaron totalmente confiables los resúmenes obtenidos. También se destacó la importancia y cuidado que requiere la redacción del prompt para obtener resultados acordes a lo que se busca. En 2024, y este año también, la mayoría de los equipos comentó que no habían trabajado con este recurso en otras asignaturas. Por otro lado, mientras que el año pasado varios indicaron que ni siquiera habían utilizado IA generativa por su cuenta, este año ya hubo varios casos en que reconocen haberla usado, pero de un modo intuitivo y con resultados poco confiables, sobre todo en las asignaturas de matemáticas.

También en Ingeniería y Sociedad utilizamos IA generativa para una instancia de evaluación, el segundo parcial globalizador, que es de tipo domiciliario. Hasta 2023, ofrecíamos una lista de materiales para elegir alguno y realizar un análisis de acuerdo con los temas y autores trabajados en clase en las Unidades temáticas evaluadas en esta instancia, cumpliendo requisitos de extensión, cita de material, etc. En 2024 (esperamos repetirlo este año en el segundo cuatrimestre), le pedimos a varias IA generativas que respondan esa consigna. La experiencia se extendió a 11 de 17 comisiones de la asignatura. La consigna general decía:

- Le pedimos a una IA que genere un texto de una carilla de extensión donde pueda establecer un análisis y reflexión sobre el material cuyos datos aparecen a continuación, relacionando la temática con los contenidos teóricos de las Unidades 3: “Industria y Desarrollo nacional - Perspectivas económicas” y 4: “Desarrollos sostenible e Ingeniería” de nuestro programa.
- Esta es la respuesta que obtuvimos (se la enviamos por mail a cada estudiante)

Pregunta 1

1.- Le pedimos:

1.a- Ver la película, documental o lea el material referido.

1.b Leer atentamente la respuesta de la IA y responder:

1-c El contenido del texto: ¿se corresponde con temas que hemos trabajado en las Unidades 3 y 4? Indique que tema, temas, autor o autores se mencionan indicando, en cada caso, a qué unidad del programa corresponden.

1.d Los autores/textos que se citan son los que trabajamos como bibliografía obligatoria de la asignatura o se trata en algún caso de trabajos de los mismos autores pero que son diferentes a los que nosotros utilizamos como bibliografía obligatoria. Realice una revisión exhaustiva y detalle sus hallazgos.

1.e La relación entre los temas / autores que se presenta es adecuada o le parece que podría ser “forzada” como para que creamos que hay relación entre el tema del filme y lo que dicen los autores. Justifique su respuesta.

Pregunta 2

2.- Una vez que ya vio la película, y, considerando que conoce bien los temas y autores trabajados en las unidades 3 y 4, le pedimos que elabore un texto de una carilla de extensión presentando su propio análisis del caso en relación con los temas aprendidos y con las citas de autores que considere permiten comentar el material. Esta respuesta debe ser elaborada SIN USO DE IA, sólo le permitimos que elija e incluya 1 o 2 párrafos completos del texto respuesta que obtuvimos de la IA. En lo posible nos gustaría que pueda incorporar 2 o 3 temas diferentes de los que allí aparecen y que resultan complementarios y enriquecen el análisis. Al final de su respuesta coloque el título Bibliografía y transcriba desde el programa de la asignatura los materiales que utilizó para elaborar este texto.

Algunas respuestas a la propuesta

Transcribimos algunas de las respuestas obtenidas a la consigna del segundo parcial globalizador. Agregamos el material que fue analizado, pero reproducimos de modo textual la sintaxis del estudiantado:

- (Material analizado: Stanton, A. (Director). (2008). Wall-E [Película]. Pixar Animation Studios; Walt Disney Pictures.) Si bien el texto realizado por la inteligencia artificial contiene temas los cuales forman parte de los materiales otorgados, hay uno en particular el cual, luego de leer detenidamente el texto realizado por la IA. que aseguraba contener, pudimos concluir que, si bien fue visto en clase, no fue de parte de los autores mencionados, siendo este “los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” tema el cual presuntamente formaba parte del texto de Hernán Thomas y Paula Juárez “. Tras investigar pudimos encontrar que, si bien no hay trabajos en sí del tema de parte de dichos autores, Paula Juárez ha trabajado como docente sobre el tema, lo que tal vez haya llevado a la Inteligencia artificial a escribirlo.
- (Material analizado: Stanton, A. (Director). (2008). Wall-E [Película]. Pixar Animation Studios; Walt Disney Pictures.) Si bien los temas están bien planteados, la inteligencia artificial tuerce un par de veces los hechos y situaciones de la película con motivo de intentar convencernos de que realizó de forma correcta el análisis. Para empezar, la IA. declara que la tecnología fue un factor a la hora de la destrucción del medio ambiente, cuando en la película se muestra de forma bastante clara que el principal causante de todo fue la producción y consumo desmedido sin regularización
- (Material analizado: película Niccol, A. (Director). (2011). El precio del mañana [Película]. Regency Enterprises; Strike Entertainment.) Los textos mencionados en el texto que brinda la I.A. no coinciden en su totalidad con los textos entregados en el campus virtual. Si bien tratan temas diría casi idénticos, se tratan de libros distintos. Sobre aquellos autores donde los textos no coinciden, nos podemos dar cuenta de esto gracias a que las citas descritas en el texto de la I.A. no coinciden con ningún fragmento de texto de los documentos de los autores. - Los años de publicación/edición no coinciden entre sí.
- (Material analizado: Niccol, A. (Director). (2011). El precio del mañana [Película]. Regency Enterprises; Strike Entertainment.) Si contrastamos la definición que da en el texto de la I.A. con la definición del escrito hallado en el campus virtual, podemos ver que son definiciones similares. (sobre la noción de desarrollo según Esteve).
- (Material analizado: Díaz Iacoponi, R. (Director). (2012). Industria Argentina: La fábrica es para los que trabajan [Película]. Del Toro Films) La relación entre los temas y autores presentados resulta forzada en gran medida, ya que varios de los conceptos atribuidos a los autores no se encuentran de manera explícita en la bibliografía asignada. Este desajuste aparece especialmente en temas de la Unidad 4, referida al

medio ambiente, que en este caso no se relaciona de manera sólida con el contenido del film. La trama de la película se enfoca principalmente en una situación social compleja entre trabajadores, empresarios y el Estado, marcada por temas de corrupción y conflicto, en los que el medio ambiente no tiene un papel central.

- (Material analizado: Paúl, F. (2022, enero 26). “Hemos transformado nuestra ciudad en el basurero del mundo”: el inmenso cementerio de ropa usada en el desierto de Atacama en Chile. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60131940>) Vemos muy forzada la introducción de citas a autores que no se vieron, esto es porque la IA seguramente se quiere respaldar de algún elemento teórico, y quizás ignora que el usuario no lo pidió, o hasta duda de su veracidad. Claramente la IA busca forzar relaciones con el fin de complacer el Prompt propuesto por el usuario.
- (Material analizado: Paúl, F. (2022, enero 26). “Hemos transformado nuestra ciudad en el basurero del mundo”: el inmenso cementerio de ropa usada en el desierto de Atacama en Chile. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60131940>) En el texto pudimos distinguir tres citas de autores. “estamos sacando más recursos de los que el planeta puede regenerar” (Klein, 2010) es una de ellas. Por la investigación que pudimos realizar, se trataría de un libro de la escritora Naomi Klein que no fue leído. También encontramos “las innovaciones deben estar al servicio de la comunidad y del medio ambiente, evitando la exacerbación de problemas como el desperdicio” (Juárez, 2021). Esta cita luego de realizar una búsqueda distinguimos que hay una diferencia en el año de ya que el libro tiene fecha en 2015 y esta cita es de 2021. En base a esto, suponemos que es un trabajo más reciente de la autora. La última cita que encontramos es “la sostenibilidad no solo se trata de preservar el medio ambiente, sino también de transformar nuestras prácticas sociales y económicas” (Thomas, 2019). Tampoco la encontramos nos dimos cuenta de que en el texto de la unidad tres y cuatro que se le atribuye es del año 2015.
- (Material analizado: Congreso PRAXIS. (2022, octubre). Comunidad de aprendizaje 6: Innovación y economía circular [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Y3wxxTCZING>) La relación entre los temas de la charla PRAXIS 2022 y las ideas de Hernán Thomas y Paula Juárez no me parece forzada. Los conceptos de economía circular y sostenibilidad que se mencionan en la charla se alinean bien con los desarrollados por estos autores en la bibliografía obligatoria de la asignatura. La charla PRAXIS se centra en la economía circular como alternativa al consumo lineal, una idea que coincide con la visión de Thomas y Juárez. Ellos proponen que las tecnologías deben ser accesibles y beneficiar a la comunidad, reduciendo el impacto ambiental e impulsando la inclusión social. Este enfoque se refleja en la economía circular, que busca minimizar el desperdicio y fomentar el reciclaje y la reutilización de materiales.
- (Material analizado: REC SANTA FE DIRECTOS. (2022, agosto 8). Tito, el auto 100% eléctrico made in Argentina [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=fG9cle3V60A>) Podemos considerar que, haciendo una revisión exhaustiva de cada unidad, y del texto sobre “Tito, el auto 100% eléctrico made in Argentina”, y el desarrollo sostenible, consideramos que las citas textuales encontradas no pertenecen a los textos trabajados en la materia, sino que son de los mismos autores, y en algunos casos tratan temas parecidos que complementan a la bibliografía correspondiente. Asimismo, hallamos el concepto para la inclusión social, aunque la cita no aparezca textualmente, podemos relacionar el significado de esta concepción, el cual dice que las tecnologías son creadas dependiendo la necesidad adaptando a todos los individuos, y esto es así que el auto “Tito” fue creado fomentando empleo, y contribuyendo al bienestar social.
- (Material analizado: Dick, P. K. (1968). ¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas? (C. Terrón, Trad.). Edhasa. (Obra original publicada en 1968). <https://www.philosophia.cl/biblioteca/dick/runner.pdf>) Los autores y textos usados por la IA son de la bibliografía obligatoria. Sus ideas sobre el desarrollo, la dependencia y la tecnología en América Latina se ven reflejadas en el cuento de Dick. La relación entre

los autores y el cuento es adecuada. Todos critican el desarrollo desigual, la dependencia tecnológica y los problemas sociales que esto trae, temas que el cuento muestra a través de los androides. La dependencia tecnológica en el cuento es como lo que critican Sunkel y Paz, Rapoport, y Thomas y Picabea en América Latina. Esteva también se queja de un desarrollo que daña el medio ambiente y las comunidades, igual que en el mundo distópico del cuento.

- (Material analizado: Ejiofor, C. (director). (2019). El niño que domó el viento [Película]. BBC Films; Participant Media. <https://www.netflix.com/title/80200047>) Desde mi punto de vista creo que no hay un forzamiento hecho por la IA para vincular los temas ya que, si bien los temas que vemos tienen que ver sobre la industrialización, la película puede vincularse un poco ya que trata sobre un desarrollo industrial, la idea, el desarrollo, la planificación y la creación de energía para el molino es una industrialización. Entonces creo que ambas partes se complementan sin tener que forzar una vinculación con los autores.

Valoración por parte del estudiantado del uso de IA generativas

A lo largo del año, realizamos tres relevamientos, uno al inicio (para conocer datos generales del estudiantado, condiciones de acceso a dispositivos tales como computadoras, notebooks o tablets e internet, espacios adecuados para estudiar en su domicilio, etc) otro a mitad de cursada (aquí medimos, en función de la experiencia del estudiantado, preferencia de materiales y recursos puestos a disposición para acompañar la cursada, dinámica de las clases, estilo y tipo de trabajos prácticos realizados y adecuación de los exámenes globalizadores respecto de la cursada) y uno que surge del Portafolio que se hace como Trabajo Final Integrador de toda la asignatura. Tanto los trabajos prácticos como este globalizador con uso de IA generativas se han realizado (y se siguen realizando en 2025) en 11 de los 17 cursos que tiene la asignatura en nuestra Facultad Regional. El primer y segundo relevamiento se realizan utilizando Formularios de Google y el tercero con algunas preguntas incluidas en la Plantilla que se completa para resolver el Portafolios. De la encuesta de mitad de cursada y el Portafolios se han obtenido muchos comentarios favorables respecto de la experiencia. A modo de ejemplo, transcribimos algunos:

- Me parece súper bien, ya que podemos ver qué tiene errores y no te podes guiar siempre de la inteligencia artificial
- Me pareció muy buena idea incluir el uso de IA en la cursada porque demuestra que no es una "trampa", sino que es una herramienta más que puede ayudarnos a realizar algunas tareas siempre y cuando utilicemos nuestro propio conocimiento para potenciarlas.
- Me pareció que esta bueno incluir este tipo de actividades, porque demuestra que quieren incluir cosas de la actualidad e integrarlas en la asignatura
- Fue algo muy interesante ya que en ninguna materia nos piden usarlas y es algo que nos va a ayudar en un futuro el uso de la IA
- Las inteligencias artificiales son útiles si se revisa muy bien la respuesta, ya que me he encontrado con problemas en el contenido y la redacción. Es una herramienta útil pero no hay que dejar se supervisarla.
- Fue interesante, ya que a diferencia de otras cátedras se incorporó el tema a la cursada
- Fue muy buena, estuvo bien las actividades para poder reconocer que las IA ayudan, pero pueden cometer errores

Conclusiones

A lo largo de este trabajo describimos nuestra experiencia en el uso de la IA generativa incorporada en algunas instancias de la práctica docente. Observamos que el contexto actual, condicionado por el rápido avance de las

tecnologías exige diseñar e implementar actividades que preparen a los futuros profesionales para el desempeño laboral. Esto implica una actualización constante en la formación de los equipos docentes, que les permita adaptarse al contexto con responsabilidad y creatividad. Desde la cátedra de Ingeniería y Sociedad de FRA, llevamos varios años de trabajo en conjunto y nos resulta muy motivador obtener comentarios del tipo que hemos compartido, esto nos alienta a seguir mejorando e innovando en las estrategias de enseñanza que diseñamos cada año.

Consideramos que la labor docente en el contexto de adecuaciones curriculares en carreras de ingeniería requiere tomar rasgos de lo que Maggio (2012) denomina “enseñanza poderosa”, que es aquella que se caracteriza por procurar conocimiento sobre el campo, objeto de enseñanza; favorece un modo de pensar en la disciplina y en su episteme, reconociendo que es provisorio y proporciona un diseño original, que no es producto de lo heredado, ni tecnicista.

Por otra parte, entendemos que nuestra propuesta guarda relación con las ideas de los autores mencionados en la introducción, en cuanto al aprendizaje pleno, la modificación de las prácticas docentes de manera creativa y la necesidad de romper con el sedentarismo cognitivo.

Para el equipo docente la experiencia resultó significativa en términos de alcanzar los resultados de aprendizaje propuestos, en el marco de la formación por competencias.

Referencias

Bilinkis, S., & Sigman, M. (2023). Artificial: La nueva inteligencia y el contorno de lo humano. Penguin Random House.

Fernández de Silva, M. (2023). La inteligencia artificial en educación. Hacia un futuro de aprendizaje inteligente. En Colección Estudios Culturales. Serie Educación y Sociotecnociencia (Vol. 2, Núm. 6). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=926431>

Furman, M., & Larsen, M. (2022). Las preguntas educativas entran a las aulas (1.^a ed.). Santillana.

Maggio, M. (2012). Enriquecer la enseñanza: Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. Paidós.

Perkins, D. (2010). El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación (1.^a ed.). Paidós.

Prats, M. (2024). ChatGPT: otra forma de aprender y de enseñar. En J. M. Muñoz, N. Lorenzo, & X. Suñé (Coords.), Inteligencia artificial en la microeducación: Transformando el aula del futuro (pp. 83–94). Observatorio de Innovación Educativa y Cultura Digital (ODITE). https://ciec.edu.co/wp-content/uploads/2024/05/IAE-ODITE_Digital_Castellano.pdf

Trayectoria de la Virtualidad a la Presencialidad: un camino a las Aulas Híbridas

From Virtual to Face-to-Face: A Path to Hybrid Classrooms

Presentación: 13/06/2025

Catalina Arona

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
carona@frba.utn.edu.ar

Gabriel Garcia

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
gabogarcia@frba.utn.edu.ar

Juan Bono

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
jubono@frba.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una reflexión sobre la experiencia de enseñanza y aprendizaje en la asignatura *Sistemas de Representación* en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN FRBA), desde la perspectiva de una estudiante que transitó su formación en el contexto de la pandemia de COVID-19 y posteriormente se desempeñó como ayudante de cátedra. Se analiza la transición desde la virtualidad forzada hacia un modelo híbrido, explorando las ventajas pedagógicas de la integración entre herramientas digitales y el trabajo en el aula. Asimismo, se destaca el valor del pensamiento visual y la representación gráfica en la formación de ingenieros, y se propone un enfoque metodológico que optimiza el uso de recursos tecnológicos sin desatender los fundamentos clásicos del dibujo técnico. El testimonio de los actores principales, tanto del ámbito docente como del estudiantil, permite visibilizar el impacto positivo de esta transformación en la dinámica educativa y en los resultados de aprendizaje.

Palabras clave: Aulas Híbridas, Ayudantía, Experiencia, Resultados

Abstract

This paper presents a reflection on the teaching and learning experience in the course *Sistemas de Representación* (Systems of Representation) at the Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN FRBA), from the perspective of a student who began her academic journey during the pandemic of 2020 and later became a teaching assistant. The transition from emergency remote learning to a hybrid learning model is analyzed, highlighting the pedagogical benefits of integrating digital tools with hands-on work in the classroom workshop. The value of visual thinking and graphical representation in engineering education is emphasized, and a methodological approach is proposed that leverages technological resources while maintaining the classical foundations of technical drawing. The combination of student and teaching testimonies illuminates the positive impact this transformation has had on educational dynamics and learning outcomes.

Keywords: Hybrid Classrooms, Assistantship, Experience, Results

Introducción

Mi trayectoria en la UTN FRBA viene siendo más que desafiante; no sólo me ha desafiado intelectualmente, sino también personalmente. Pandemia por medio, docentes y alumnos nos hemos visto obligados a reinventarnos, y gracias a Gabriel García he tenido la oportunidad de participar de ambas transformaciones. Mi nombre es Catalina Arona, soy estudiante de Ingeniería Naval y mi primer año de facultad coincidió, inesperadamente, con el comienzo de la pandemia.

A pesar del imprevisto de la pandemia una de las materias en las que logré destacar fue Sistemas de Representación, materia que me dio la oportunidad de ser ayudante de 2° categoría, ad honorem, cargo que termina este año y por tal motivo quiero presentar mi recorrido en estas jornadas.

La materia siempre se planteó como un puente entre lo que el alumno ve y cómo puede expresarlo de forma gráfica para que otros futuros ingenieros lo vean de la misma forma. El desafío de hablar todos en un mismo idioma, basado en trazos, vistas y perspectivas arrancó para todos nosotros en un aula. En mi caso, un aula virtual, un espacio de mi casa que durante unas horas se convertía en facultad, pero que fue el aula que me enseñó los primeros pasos en el dibujo técnico y en la docencia. Un aula que fue espacio de encuentro, y que luego pudo volver a la facultad con la presencialidad, pero manteniendo todo lo que habíamos aprendido y aprovechando al máximo el formato híbrido que ahora si pudimos conformar.

En el siguiente desarrollo quiero presentar como fue el paso por las aulas virtuales como alumna y como docente, y también luego como hemos podido llevar todo lo creado desde la virtualidad a un aula híbrida presencial: donde cada alumno tiene los recursos necesarios en la facultad para completar los objetivos de la materia in situ y a la par de la explicación que brindamos.

Desarrollo

En el presente, el pensamiento visual, la comunicación gráfica y el dibujo técnico, conjugados con las posibilidades que brinda la era digital, están transformando la forma en que alumnos y docentes interactúan en aulas donde antes reinaban el lápiz y el papel.

Habiendo sido alumna en 2020, y luego ayudante de cátedra, de forma remota, pude comprender que hoy en día como ingenieros tenemos herramientas tecnológicas muy poderosas pero que todo ese poder resulta nulo si desconocemos los orígenes de lo que realizamos. Saber levantar una figura en un programa de diseño 3D resulta desabrido si luego no se pueden reconocer las vistas principales de dicho diseño, ya que nunca podría pasarse a un plano.

Pasar de las aulas a las que todos estamos acostumbrados a una pantalla no fue fácil como alumna, pero con Gabriel he logrado comprender que un aula virtual bien armada, con los recursos necesarios, también es un lugar de aprendizaje que me podía enriquecer. Que las clases teóricas grabadas y las prácticas sincrónicas eran un mecanismo que se complementaba íntegramente con el objetivo de la materia: producir en el aula aplicando e incorporando el conocimiento teórico.

“El Dibujo técnico en general y los Sistemas de Representación en particular, son un legado irremplazable de la geometría y la matemática aplicada al desarrollo ingenieril. En la actualidad, ha reemplazado la complejidad que demandaba el aprendizaje de exigidas pericias, por amigables y poderosas herramientas de producción gráfica bajo una nueva noción de virtualidad, nacida con la tecnología digital; multiplicando las posibilidades de percibir la realidad física del mundo material, fomentando el pensamiento visual y conformando un aporte decisivo en actividades de formación, investigación e intercambio multidisciplinar.” -Escribió Gabriel en 2022, presentando su plan para volver al frente de los cursos luego de dos años de virtualidad.

Volver al aula presencial como ayudante de la mano de Gabriel, fortaleció mi convicción de que las aulas son el mejor espacio para el intercambio de ideas. Y volver a las aulas de forma híbrida nos ha permitido conservar lo mejor de ambos espacios, planteando distintos espacios integrados en la clase: Las tareas son:

Administradas desde el AULA VIRTUAL

Tutoradas mediante ESPACIOS SINCRÓNICOS

Dirimidas en el recinto físico AULA-TALLER

Contar en la facultad con espacios dedicados al aprendizaje híbrido (Laboratorio con computadoras) nos ha permitido que cada alumno cumpla los objetivos planteados de la materia, aplicando tecnologías y criterios modernos, en el tiempo y espacio de la materia, sin llenarlos de tareas que quitarían el tiempo de estudio a otras materias. Las clases presenciales donde cada alumno tiene acceso a una computadora y puede ir recreando en el programa correspondiente al mismo tiempo que el docente explica su uso, sus fundamentos y cuál es la finalidad de cada producción, permite integrar un espacio físico con el entorno virtual, permite que los alumnos se dediquen exclusivamente al desarrollo de las habilidades pretendidas en el aula.

Para comprender la profundidad de esta transformación y el valor de nuestra propuesta híbrida, es esencial contextualizar el rol del dibujo técnico y el pensamiento visual en la ingeniería moderna, así como las características de la creatividad ingenieril que buscamos fomentar. Gabriel ha realizado un análisis de la concepción del dibujo en la actualidad, con sus ventajas y desventajas que no podemos pasar por alto, pues el dibujo es de las formas mas primitivas y naturales que tenemos de comunicarnos. No estudiar ni pretender comprender la profundidad que uno puede comunicar desde lo grafico representaría perdernos de un gran aspecto: el ingenio utilizado como norma. Siguiendo el marco pedagógico que plantea en su Tesis magistral:

En el ámbito académico, no todas las especialidades ingenieriles valoran, al dibujo técnico, como herramienta indispensable en la producción de conocimiento. Lo han relegado a su mera participación como recurso documentalista. Desde hace décadas, no se han explorado nuevas estrategias en relación con su enseñanza-aprendizaje; planteada estrictamente por “recepción” y una estricta sucesión de prácticas que siguen la pauta no relacional de los manuales normativos a tal fin.

Pero las ingenierías son protagonistas de una demanda inédita. Su injerencia en todos los procesos de transformación del medio en que vivimos requiere la incorporación permanente de herramientas que aseguren un total intercambio multidisciplinar. Dibujar la imagería ingenieril, implica explorar y comprender el complejo geométrico-físico del mundo material que interviene, más allá de los procedimientos para hacerlo... El dictado de la asignatura debe transcurrir entre la teoría aplicada y la experimentación permanentes, mediando entre *lo percibido*, *lo real* y *lo representable*, con el objeto de prefigurar la imagería a necesidad y contexto de cada universo disciplinar dentro de la ingeniería. Esta nueva perspectiva agrega una dimensión humanística a la tradicional herramienta y nos obliga a adoptar una nueva estrategia metodológica para su enseñanza; necesariamente cualitativa, exploratoria e inductiva, permitiendo observar y analizar su aplicación a casos específicos para cada ámbito y especialidad.

En la actualidad, el dibujo ha reemplazado la complejidad que demandaba el aprendizaje de exigidas pericias, por amigables y poderosas herramientas de producción gráfica bajo una nueva noción de virtualidad nacida con la tecnología digital. Por otra parte, la hibridación post pandemia representó una nueva oportunidad para asegurar la adaptabilidad del modelo de enseñanza universitaria en diversas partes del proceso. En la intimidad de la nueva aula presencial, la incorporación de recursos propios de la era digital y de herramientas de trasposición didáctica ensayadas durante el aislamiento, facilitaron el diseño de una nueva dinámica tendiente a multiplicar las posibilidades de producción durante las clases: La incorporación del dibujo vectorial digital (CAD) en reemplazo del tradicional instrumental, fue solamente el comienzo de nuestra experiencia. La fusión de plataformas y el processing en clase sincrónica, se suman ejercicios de modelización, simulación digital y realidad mixta (RV y RA) como medios para ayudar a comprender ese espacio físico a través de programas específicos de Dibujo Técnico y comunicación gráfico-visual.

La ingeniería gráfica, como área de conocimiento transversal, ha multiplicado las oportunidades de acceso a nuevos campos... La expresión gráfica es tanto una forma de comunicación como una herramienta de análisis y síntesis. La medida en que satisface estos propósitos indica su utilidad profesional.

Características de la creatividad ingenieril

Se ha reseñado el concepto de creatividad a través de sus referentes más destacados, pero es imprescindible describir más específicamente la creatividad ingenieril, ya que implica aparentes contradicciones. Mientras el resultado de una creatividad evolutiva sugiere ir adaptando soluciones, la ruptura, que genera nuevos paradigmas y permite cambios importantes, se ve sesgada por la finalidad.

Las únicas habilidades valiosas en los actuales sistemas educativos son las verbales y analíticas. El sistema educativo dedica la mayor parte del tiempo y recursos al razonamiento, prestando escasa atención a las habilidades de visualización y pensamiento visual [...]. La formación de los ingenieros actuales ha divergido demasiado de sus orígenes, confiando en exceso en los métodos analíticos y no lo suficiente en la percepción visual, vulnerando la forma en que la mente creativa trabaja en realidad. Durante las últimas décadas, mientras los ingenieros participaban en la más prolífica etapa de creatividad humana, la educación ingenieril ha sido encaminada a la posesión de conocimiento y la enseñanza ha sido transmisiva. Hoy, sin embargo, está demostrado que la enseñanza y el aprendizaje orientados a la creatividad, en tanto competencia de primer orden (estándares de 1ra generación para las carreras de ingeniería), permiten maximizar resultados, tanto en el orden académico como en el profesional.

Desde lo psicosocial, La creatividad es importante en el progreso y el bienestar social. La capacidad que tenemos de cambiar las cosas y las personas a través de la creación es clave para encontrar soluciones a los retos que se nos presentan cada día, para mejorar nuestra vida y nuestro entorno.

Educar en la creatividad, es educar para el cambio y formar ingenieros capaces de afrontar los obstáculos y problemas con originalidad y flexibilidad, prometiendo cambios en la visión futura de su disciplina. Implica abrirse a las incertidumbres. Las distintas formas de percepción y de respuesta al medio, explican la existencia de distintos estilos cognitivos y habilidades. El cuestionamiento es un indicador para entrenar el pensamiento crítico y aprender a tolerar ambigüedad e incertidumbre: situación problemática (ambigüedad) / el conocimiento dado no es inmutable y estático (incertidumbre). Esto involucra posturas a priori que no se enseñan de manera directa, sino que se propician:

Se puede decir que el diseño ingenieril, es la actividad mental que objetualiza el proceso al que responde. El momento *eureka* no aparece espontáneamente, sino como síntesis de un proceso. La originalidad no es sinónimo de creatividad ingenieril, sino una forma de medirla. Aún su condición mimética, bisociativa o analógico/comparativa, deben ser entendidas como virtudes estratégicas para accionar, prospectivamente, nuevas vías de solución frente a un problema consignado. La ingeniería debería ser una actividad intelectual en la que está involucrado el pensamiento deductivo y matemático, incluso para el diseño conceptual, pero distinguiendo etapas relativas a la selección de conceptos (habilidades de pensamiento crítico y de síntesis), respecto de las orientadas a la optimización paramétrica (proceso científico analítico), lo que implica necesaria iteración con partes inductivas del proceso. -"Normalmente los alumnos de ingeniería quedan impactados al descubrir que sólo un pequeño porcentaje de las decisiones que toma un diseñador se basan en el tipo de cálculos que tanto tiempo han empleado en estudiar"- (reseña investigativa en anexo).

Le son propios, ciclos de pensamiento divergente y convergente; proceso que reconoce cinco pasos: a) Preparación. Surge de la experiencia en el reconocimiento de un problema y su planteo; b) Oportunidad. Se requiere un foco de atención que dirija el esfuerzo creativo; c) Divergencia. Da paso a nuevas ideas y soluciones, siendo la parte más dinámica del pensamiento creativo. d) Incubación. Se reflexiona (selección) sobre las soluciones probables, aunque no sean aparentes. e) Convergencia. Surge una idea única o un número reducido de ideas que habrán de desarrollarse. Entonces, la creatividad ingenieril gira alrededor de este ciclo

repetitivo ya que, en todos los casos, se trata de generar la mayor diversidad de opciones para luego reducir su número y llegar a un consenso sobre las mejores a implementar” (reseña investigativa en anexo). –Expresa Gabriel en su Tesis.

El espacio de aula resulta valioso al escuchar testimonios como el de Juan que, como estudiante, cuenta su experiencia desde el punto de vista de un alumno que no sabía bien qué significaba Sistema de Representación.

“A esa materia no la conocía y me encontré con que parte de ella, o gran parte de ella, se basaba en el uso del CAD. Me desconcertó al principio por no tener ningún manejo de esa herramienta; o sea, jamás lo había usado y la verdad que hacía mucho tiempo que no usaba una computadora... mucho tiempo... estamos hablando de más de 25 años. –Bueno, fue todo muy ameno, la verdad mi experiencia fue enriquecedora en todo sentido. Comenzamos haciendo trazos a mano alzada, que al principio eran horribles; porque uno no toma noción de lo feo que puede dibujar a mano alzada hasta que no se lo piden. Y eso se fue corrigiendo clase a clase. Fue increíble la evolución de una clase a otra, ¿no? De un mes a otro, de la clase de una semana a la otra, todo lo que volcábamos en el trazo a mano alzada luego lo pasábamos a AutoCAD. Y poco a poco fuimos conociendo las herramientas, nos fueron presentando una a una las herramientas, el alcance de cada una, que se podía hacer, cómo corregirlo y bueno, se fueron incorporando todos esos conocimientos que, al pasar el tiempo de la cursada, formaron algo parecido a un equipo y se complementaban entre sí. Cada vez se podían lograr cosas mucho mejores y más complejas. Comenzamos con trazos simples hasta llegar, pasando por piezas mecánicas, digamos de una textura mecánica: piezas con cortes, con vistas, con perspectivas... Hasta llegar al trabajo final, que fue un portfolio que yo hoy en día lo miro y digo –no puede ser–. Que bárbaro: yo entré y me temblaba la mano para hacer una línea o me preocupaba no saber usar alguna herramienta del CAD los primeros días, y pude lograr ese trabajo final. Fue 110 % enriquecedor, una cursada nutritiva al máximo, que me hizo ver algo que yo no sabía que podía lograr. El poder de las herramientas de trabajo es impresionante, la verdad que me sorprendió mucho. Parte de los trabajos fueron todos individuales, los dos módulos. Y después hicimos un trabajo final en equipo, aprendimos a trabajar en equipo, donde cada uno, como si fuésemos pequeñas empresas fabricantes de piezas, construimos y modificamos piezas que ya teníamos hechas y otras las hemos creado y nos hemos reunido y juntado cada pieza entregada y se conformó lo que fue el portfolio final, que fue terrible: o sea fue un laburo de verdad, un laburo impecable. Cabe destacar, creo, no soy un alumno de la media, no tengo 21 años, tengo 52 años y a mis 52 años no pensaba vivir esta experiencia y siento que todo cuesta un poquito más. Por eso les comenté que hace mucho que no agarraba una computadora y no conocía el programa, pero la verdad la cátedra, la docencia, el apoyo, el seguimiento tanto del docente, de Gabriel García como de Catalina fue impecable. Y sin ellos obviamente no se podría haber llegado a estos resultados. No, no, no se puede. Fue una enseñanza muy muy linda, sumamente recomendable, disfrutable, porque la verdad que lo hice con mucho gusto y los resultados se vieron. Este es mi pequeño resumen, seguramente se me deben haber pasado miles de cosas, pero bueno, en síntesis es lo que yo sentí. Yo sentí mucha contención, mucho apoyo y la suerte de estar con dos personas que saben mucho y que saben transmitir lo que saben; que es fundamental para que yo termine logrando lo que hice”.

Yo viví algo muy parecido a lo que experimentó Juan: nunca había dibujado a mano alzada y mucho menos sabía lo que eran las vistas, ni como se usaba el AutoCAD. Pero con un docente que me acompañó y me enseñó las herramientas suficientes para lograr mis objetivos (primero saber dibujar, confeccionar y leer planos; y luego estar frente a un curso para transmitir conocimiento y experiencias) el camino se ha hecho más fácil y enriquecedor. Hoy gracias a las bases incorporadas en Sistemas de Representación he logrado conseguir trabajo en el ámbito de la carrera que estudio, y también logré comenzar mi carrera docente.

Si bien a veces me pregunto cómo hubiera sido mi camino si la Pandemia nunca hubiera sucedido, estoy convencida de que el camino que logré hacer, si bien no es el ideal, es uno del que me siento orgullosa por mis logros y por las habilidades que logré incorporar. Así como yo crecí personalmente, siento que pude ayudar a quienes vienen detrás de mí, para que en su camino tengan el mismo entusiasmo que yo.

Conclusiones

De repente la educación híbrida no fue una opción, sino que resultó una transformación necesaria que nos ha beneficiado como comunidad académica. No solo porque nos permite encontrarnos en una infinidad de espacios, más allá del aula presencial, sino porque permite rastrear el avance de los alumnos en tiempo real, clase a clase y con las entregas realizadas.

A raíz de nuestra experiencia como docentes y estudiantes, entendemos que los resultados de investigaciones áulicas permiten ser utilizados y/o adaptados a la necesidad de cada asignatura. Desde esta propuesta pretendemos generar condiciones para la aplicación de aulas híbridas en nuestros estudios; un beneficio que docentes y estudiantes ambicionamos.

Como docente y aprendiz, celebro propuestas como esta: que involucran procesos de evaluación formativa, ofreciendo un verdadero seguimiento permanente, abierto y sistemático en el que se recoge y analiza información para valorar el avance en los aprendizajes, acompañando su evolución. Hoy en día no se puede concebir la ingeniería sin la tecnología por medio, es por eso que también pretendo concebir la educación con la tecnología utilizada a favor del aprendizaje y en pos de enriquecer al entorno académico con posibilidades cada vez más extraordinarias –por supuesto sin perder las bases del conocimiento.

Referencias

- Garcia, G., & Botti, P. (2022). SdR22 Híbrido -una oportunidad. <https://aulasvirtuales.frba.utn.edu.ar/course/view.php?id=4611>
- García, G. (2023). De la geometría Euclidiana a la Era Digital. <https://aulasvirtuales.frba.utn.edu.ar/course/view.php?id=4611>
- García, G. (2024). La Forma de las Ideas. Tesis Magistral de posgrado. Repositorio Escuela de Posgrado UTNBA.

Rendimiento Académico y Uso de Inteligencia Artificial en Estudiantes de Ingeniería: Análisis de Factores Asociados a la Aprobación de Materias en Ciencias Básicas

Academic Success and Use of Artificial Intelligence in Engineering Students: Analysis of Factors Linked to Performance in Science Courses

Presentación: 03/08/2025

Debora J. Löwi

Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
dlowi@itba.edu.ar

Guillermina J. Gentile

Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
ggentile@itba.edu.ar

Marcelo Perotti

Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
mperotti@itba.edu.ar

Francisco J. Polano

Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina.
fpolano@itba.edu.ar

Resumen

El presente estudio analiza la relación entre el uso de inteligencia artificial (IA), hábitos de estudio y comportamientos evasivos en el rendimiento académico de estudiantes del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) en materias del ciclo de ingreso (física, química y matemática). Participaron 214 estudiantes de diversas carreras de ingeniería.

Si bien la mayoría de los estudiantes relevados utiliza herramientas de IA para estudiar, los resultados muestran que su uso no es garantía de éxito. Los estudiantes que tuvieron más dificultad para aprobar las materias del curso de ingreso, definidos como aquéllos que tuvieron que rendir más de una vez el examen final de alguna de las tres asignaturas, enfrentan dificultades cognitivas o de gestión del tiempo que, acompañadas de hábitos deficitarios como la procrastinación o la escasa planificación, limitan el aprovechamiento de la tecnología. La IA es percibida como útil para comprender fundamentos y practicar, pero su uso es a menudo superficial y no sustituye la dedicación y la práctica sistemática que podrían traducirse en éxito académico.

Los resultados de este estudio sugieren que, para mejorar el rendimiento en ciencias básicas, es necesario integrar la IA con estrategias pedagógicas que desarrollen habilidades autorregulatorias y metacognitivas, así como fomentar ambientes de aprendizaje que apoyen la motivación y la autonomía. Estos hallazgos orientan la necesidad de innovar en la gestión de los recursos educativos para formar profesionales competentes, capaces de aprovechar las tecnologías emergentes, tanto en contextos académicos, como en su futura inserción laboral.

Palabras clave: Rendimiento académico, Inteligencia artificial educativa, Autorregulación del aprendizaje.

Abstract

The present study analyzes the relationship between the use of artificial intelligence (AI), study habits, and evasive behaviors in the academic performance of students at the Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) in entry-level courses (physics, chemistry, and mathematics). A total of 214 students from various engineering programs participated in the study.

Although the majority of surveyed students use AI tools for studying, the results show that their use is no guarantee of academic success. Students who had the most difficulty in passing the entry course subjects — defined as those who had to take the final exam in at least one of the three subjects more than once— face cognitive or time management difficulties that, coupled with deficient habits such as procrastination or poor planning, limit the effective use of technology. AI is perceived as useful for understanding fundamental concepts and practicing, but its use is often superficial and does not replace the dedication and systematic practice necessary for academic achievement.

The findings from this research suggest that to improve performance in basic sciences, it is necessary to integrate AI with pedagogical strategies that develop self-regulatory and metacognitive skills, as well as foster learning environments that support motivation and autonomy. These findings highlight the need to innovate in the management of educational resources to train competent professionals capable of taking advantage of emerging technologies, both in academic contexts and in their future employment.

Keywords: Academic performance, Educational artificial intelligence, self-regulated learning.

Introducción

El rendimiento académico en ciencias naturales y exactas, como física, química y matemática, ha sido objeto de numerosos estudios que identifican factores individuales y contextuales que inciden en el éxito o fracaso estudiantil. El abandono o el bajo rendimiento académico suelen estar asociados a una combinación de dificultades cognitivas, deficiencias en la formación previa y carencias en habilidades de autorregulación y gestión del tiempo (Tinto, 1997). En este sentido, la comprensión conceptual, la práctica sistemática y la dedicación al estudio son elementos clave para el aprendizaje significativo (Ausubel, 2002). Por su parte, existe una base teórica sólida para explicar por qué los estudiantes no exitosos no logran superar sus dificultades a pesar del acceso a tecnologías como la inteligencia artificial (Zimmerman, 2002); su problema radica en la falta de habilidades para gestionar su aprendizaje autónomo y efectivo. Por tanto, el desarrollo de la autorregulación es clave para que puedan aprovechar los recursos tecnológicos y mejorar su rendimiento académico.

En los últimos años, la incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, ha abierto nuevas posibilidades para el apoyo al aprendizaje. Estudios previos sostienen que la IA puede facilitar la

comprensión de contenidos complejos, ofrecer retroalimentación inmediata y personalizar la experiencia educativa (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2022). No obstante, se advierte que el uso de herramientas tecnológicas no es suficiente por sí solo para garantizar el éxito académico, ya que su efectividad depende de la intencionalidad pedagógica, la integración sistemática en los procesos de estudio y la actitud activa del estudiante (Selwyn, 2016).

Asimismo, el impacto de factores externos, como el uso excesivo de redes sociales y la tendencia a la procrastinación, ha sido ampliamente documentado como un obstáculo para el rendimiento académico (Junco, 2012; Steel, 2007). Estos comportamientos pueden desplazar el tiempo dedicado al estudio y debilitar la formación de hábitos efectivos, impactando negativamente en la autonomía y la motivación intrínseca del estudiante (Pintrich & De Groot, 1990).

Con el objeto de recopilar las percepciones de los estudiantes sobre el uso de la inteligencia artificial en su proceso educativo, se elaboró un cuestionario mediante Google Forms. Este instrumento incluyó preguntas abiertas, de opción múltiple y de escala Likert, permitiendo obtener tanto opiniones cualitativas como cuantitativas acerca de las actitudes, experiencias y expectativas de los estudiantes en relación con la IA y sus hábitos de estudio. El análisis de estos datos resulta clave para comprender la interacción entre dichos factores y su influencia en el rendimiento académico de los ingresantes al ITBA.

Desarrollo

Este estudio se centra en explorar las estrategias de estudio, el uso de herramientas de inteligencia artificial y las conductas evasivas o procrastinadoras en relación con el rendimiento académico en las materias troncales del ciclo de admisión: física, química y matemática. Se busca comprender cómo estas variables se asocian al éxito académico, definido como haber aprobado dichas materias sin la necesidad de rendir un examen final (promocionado), y detectar patrones que puedan orientar futuras intervenciones pedagógicas.

Esta investigación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), durante el mes de marzo de 2025. Participaron del estudio 214 estudiantes que lograron ser admitidos a las distintas carreras de ingeniería que se imparten en el ITBA. La muestra estuvo compuesta en un 57% por varones y 43% por mujeres. La mayoría de los participantes tenía entre 18 y 20 años.

Respecto a las carreras, se distribuyen de la siguiente manera: ingeniería informática: 31%, ingeniería industrial: 21%, bioingeniería: 16%, ingeniería mecánica: 12%, ingeniería electrónica: 10%, ingeniería química: 6%, otras (civil, petróleo, naval): 5%.

Del total de estudiantes que participaron en el estudio, 30% no rindieron ningún examen final de las materias (física, química, matemática). Este grupo representa a los alumnos más exitosos académicamente dentro de la muestra, ya que lograron obtener notas altas en los exámenes parciales y así promocionar todas las materias. Esto sugiere un desempeño sólido durante la cursada regular. De estos alumnos, el 84,4% declaró haber utilizado herramientas de inteligencia artificial para estudiar. El porcentaje de alumnos que debieron rendir al menos un final que usó IA es del 88%, levemente superior. Esto indica que el uso de IA es común, en general, entre todos los estudiantes. Por lo tanto, la sola adopción de herramientas de IA no garantiza el éxito académico, aunque sí forma parte del repertorio de estrategias de quienes logran mejores resultados. La clave podría estar en cómo se utilizan estas herramientas y en combinación con sus hábitos y prácticas de estudio.

Entre los estudiantes que rindieron al menos dos veces el examen final de alguna de las materias en cuestión, los motivos de desaprobación reportados reflejan una combinación de dificultades cognitivas, de gestión del

tiempo, así como también debilidades en la formación previa. Los principales factores identificados fueron la falta de comprensión de los contenidos (24,7%), la insuficiente dedicación de tiempo al estudio (22,7%), y conocimientos previos inadecuados (15,5%). Asimismo, un porcentaje relevante mencionó la falta de práctica (14,4%) y la dificultad para comprender los enunciados de los ejercicios (6,2%). Estos datos sugieren que los obstáculos enfrentados por estos estudiantes no se limitan a una sola dimensión, sino que son más complejos e involucran tanto aspectos conceptuales, como de hábitos de estudio y de preparación académica.

Respecto al uso de la IA como herramienta de apoyo académico, se observa que sólo una minoría de estudiantes (cinco casos) manifiesta escepticismo sobre su utilidad. Entre el resto, existe una correspondencia clara entre las dificultades identificadas y los usos que esperan de la IA. La mayoría señala que la IA puede ser útil para entender los fundamentos (76,3%), aprender más (26,8%), practicar (26,8%) y aumentar la velocidad en la resolución de problemas (23,7%). Sin embargo, la persistencia de los problemas académicos a pesar del uso de la IA sugiere que su implementación no es suficientemente efectiva, intencional o sistemática. Esto podría indicar una dependencia parcial de la tecnología sin una comprensión crítica de sus límites, o bien una sobreestimación de la capacidad de la IA para suplir el esfuerzo personal requerido en el proceso de aprendizaje. También consideramos que el uso de la IA puede reforzar un comportamiento que detectamos frecuentemente, que tiene que ver con el aprendizaje superficial por repetición: si los estudiantes centran el uso de las IAs en obtener el paso a paso de la resolución de problemas pero omiten la comprensión de los conceptos que fundamentan dichas resoluciones, entonces obtendrán, en el mejor de los casos, un manual de instrucciones para aprobar un examen dado, pero lejos están del objetivo que perseguimos, de un aprendizaje significativo de los conceptos desarrollados.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman los hallazgos de estudios previos de Zimmerman (2002) y Steel (2007) respecto a la importancia de la autorregulación y la gestión del tiempo para el rendimiento académico en ciencias básicas. Pero también, aportan una visión matizada en relación con el papel de la IA como herramienta educativa. Mientras que se destaca el potencial de la IA para facilitar el aprendizaje personalizado y la comprensión de contenidos complejos (Luckin et al., 2016 y Holmes et al., 2022), nuestros hallazgos evidencian que el simple acceso y uso de estas tecnologías no es suficiente para superar las dificultades académicas, especialmente cuando no se acompañan de estrategias activas de estudio y planificación.

Un análisis más detallado de los estudiantes que debieron rendir uno o varios exámenes finales revela patrones de comportamiento que podrían estar incidiendo negativamente en su desempeño académico. Estos alumnos tienden a dedicar más tiempo a redes sociales y muestran un uso menos frecuente y menos variado de herramientas de IA, limitándose principalmente a asistentes virtuales como ChatGPT (93%) y Wolfram Alpha (73%), presentan mayor frecuencia de distracción (55%, tres o más veces), y califican a la IA como poco o nada eficaz, además de manifestar menor confianza en su potencial como apoyo académico. Otros aspectos observados incluyen una menor práctica autónoma, escasa planificación previa a las clases y una tendencia a preferir actividades evasivas como ver series o jugar videojuegos ante situaciones de estrés académico.

Por lo tanto, dentro del contexto específico de estudiantes de ingeniería en materias del curso de ingreso, observamos que la efectividad de la IA resulta estar mediada por factores individuales como la procrastinación y la actitud hacia el aprendizaje autónomo. Por otro lado, a diferencia de investigaciones que han abordado la integración tecnológica en niveles educativos más generales, nuestra investigación se focaliza en la realidad particular del ingreso a ingeniería, donde las exigencias cognitivas y la necesidad de desarrollo de habilidades metacognitivas son especialmente críticas.

Conclusiones

Los resultados de este estudio evidencian que la IA, aunque es una herramienta valiosa para facilitar la comprensión y práctica en materias fundamentales como física, química y matemática, no garantiza por sí sola el éxito académico en estudiantes de ingeniería. La efectividad de estas tecnologías depende de una integración pedagógica intencional que fomente habilidades metacognitivas, autorregulatorias y hábitos de estudio sistemáticos. Los estudiantes menos exitosos presentan patrones claros de procrastinación, baja planificación y menor práctica autónoma, que limitan el aprovechamiento real de la IA.

Estos hallazgos subrayan la importancia de diseñar e implementar estrategias educativas que articulen el uso de tecnologías emergentes con el desarrollo de competencias transversales, como la gestión del tiempo, la motivación intrínseca y la autoeficacia. La formación en ciencias básicas debe trascender el acceso a herramientas digitales para incluir acompañamiento docente que incentive el aprendizaje activo, crítico y contextualizado, adaptado a las exigencias del perfil profesional del ingeniero.

Es cada vez más evidente que la integración de la IA debe ir acompañada de procesos orientados a fomentar la reflexión crítica sobre la información generada por dicha tecnología, induciendo a los estudiantes a evaluar la calidad, pertinencia y posibles sesgos de las respuestas proporcionadas por estos sistemas. Futuras investigaciones podrían focalizarse en la evaluación de intervenciones específicas que potencien la integración efectiva de la IA en el currículo de ingeniería, con un seguimiento del impacto tanto en el rendimiento académico como en la formación profesional.

Referencias

- Ausubel, D. P. (2002). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.
- Junco, R. (2012). The relationship between frequency of Facebook use, participation in Facebook activities, and student engagement. *Computers & Education*, 58(1), 162-171.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Selwyn, N. (2016). *Education and Technology: Key Issues and Debates*.
- Steel, P. (2007). The nature of procrastination: A meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure. *Psychological Bulletin*, 133(1), 65-94.
- Tinto, V. (1997). Classrooms as communities: Exploring the educational character of student persistence. *Journal of Higher Education*, 68(6), 599-623.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

Proyecto Integrador : en el primer nivel de la carreras de ingeniería con la aplicación de impresión 3D

Integrative Project: at the first level of engineering courses with the application of 3D printing

Presentación: 04/09/2025

Diana Analía Duré

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Argentina.
Dianadure2005@yahoo.com.ar

Leonardo Gastón Barabas

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Argentina.
leonardogbarabas@gmail.com

Resumen

Este trabajo tiene por objetivo presentar experiencias de implementación de proyectos integradores que emplean la impresión 3D como recurso didáctico en asignaturas del primer nivel de las carreras de ingeniería de la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional. La incorporación de tecnologías emergentes como esta está transformando los enfoques pedagógicos tradicionales, al tiempo que promueve competencias clave vinculadas al diseño, la innovación y la resolución de problemas. Si bien se mencionan brevemente las tres experiencias, se desarrolla en profundidad una de ellas: la aplicada en la asignatura *Sistemas de Representación*. Esta propuesta busca enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de herramientas tecnológicas que favorezcan la comprensión espacial, la interpretación gráfica y la producción de modelos físicos. Se describen los principales desafíos afrontados durante la implementación, los beneficios observados en términos de motivación y aprendizaje por parte del estudiantado, así como las oportunidades de articulación con las demandas tecnológicas del entorno productivo local.

Sistemas de Representación es una asignatura orientada a la comunicación gráfica, cuyo objetivo es desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para interpretar, analizar y elaborar representaciones técnicas que posibiliten la resolución de problemas propios de la ingeniería. La incorporación de la impresión 3D fortalece este propósito, al ofrecer una experiencia tangible, aplicada y significativa de los contenidos curriculares.

Palabras clave: Impresión 3D, Herramienta, tecnología, innovación

Abstract

This paper aims to present experiences of implementing integrative projects that use 3D printing as a didactic resource in first-year courses of engineering programs at the Resistencia Regional Faculty of the National Technological University. The incorporation of emerging technologies such as 3D printing is transforming traditional pedagogical approaches while fostering key competencies related to design, innovation, and problem-solving. While three experiences are briefly mentioned, one of them—implemented in the course *Representation Systems*—is explored in greater depth. This proposal seeks to enhance teaching and learning

processes through the use of technological tools that support spatial understanding, graphic interpretation, and the production of physical models. The main challenges encountered during implementation are described, along with the observed benefits in terms of student motivation and learning, and the opportunities for articulation with the technological demands of the local productive environment.

Representation Systems is a course focused on graphical communication, aimed at developing students' competencies to interpret, analyze, and create technical representations that support the resolution of engineering problems. The integration of 3D printing strengthens this objective by providing a tangible, applied, and meaningful experience of the curricular content.

Keywords: 3D Printing, Tool, Technology, Innovation

Introducción

El trabajo se realiza anualmente en el marco de la asignatura Sistemas de Representación, la transformación educativa y tecnológica y la formación de ingenieros e ingenieras exige la promoción de competencias integrales que posibiliten el desempeño en entornos complejos, interdisciplinarios y en permanente evolución. En este sentido, la comunicación gráfica se constituye como un lenguaje universal, esencial en cualquier proyecto o proceso de investigación, que permite expresar, elaborar e interpretar información de manera clara, objetiva y comprensible para diversos destinatarios. Su presencia en múltiples situaciones comunicativas cotidianas la posiciona como un lenguaje técnico básico, cuya adecuada utilización requiere habilidades específicas tales como la planificación, la organización espacial, la precisión, la resolución de problemas y el uso riguroso de convenciones normativas establecidas a nivel internacional, nacional y local.

La asignatura Sistemas de Representación, dictada en el primer nivel de la carrera de Ingeniería Electromecánica en la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional, se orienta al desarrollo de estas competencias fundamentales. Desde una perspectiva de enseñanza centrada en el estudiante y basada en el enfoque por competencias, la cátedra propone experiencias significativas que articulan teoría y práctica mediante recursos pedagógicos actualizados y pertinentes. En este marco, se presenta una experiencia de cátedra que incorpora la impresión 3D como recurso didáctico en el aula, con el propósito de enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de una estrategia práctica, experimental y altamente motivadora. Esta herramienta posibilita la traducción de contenidos teóricos en modelos tangibles, lo que fortalece la comprensión, la creatividad y la vinculación con el entorno productivo. Asimismo, responde a una necesidad formativa clave: preparar a los futuros profesionales para contextos industriales en los que las tecnologías digitales, como la fabricación aditiva, adquieren un protagonismo creciente.

La impresión 3D introduce un nuevo paradigma en las comunidades de aprendizaje, identificado como cultura maker, en la que los estudiantes participan activamente en la resolución de problemas de índole práctica [1]. Esta cultura, basada en el uso de tecnologías y herramientas, evidencia una amplia aceptación en campos como la ingeniería, la medicina y la arquitectura, entre otros [2].

La experiencia se implementa como trabajo final de curso desde el año 2022. La cátedra propone distintos tipos de proyectos enmarcados en un enfoque pedagógico basado en el reto [3], en el cual la tecnología de modelado por deposición fundida (FDM) potencia estrategias didácticas orientadas al aprendizaje autónomo y colaborativo entre los estudiantes.

Desarrollo

La propuesta se enmarca en un enfoque pedagógico que busca integrar teoría y práctica a través de un proyecto final de curso. Esta instancia permite aplicar los contenidos abordados a lo largo del cuatrimestre, promoviendo aprendizajes significativos y el desarrollo de competencias transversales como la creatividad, la innovación, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas.

Desde 2022, la asignatura incorpora la impresión 3D como recurso didáctico en la fase final del cursado, orientando la actividad a la construcción de un prototipo físico que represente un objeto técnico de interés para los estudiantes. El diseño y la producción del modelo se desarrollan en equipos, bajo criterios técnicos previamente establecidos por la cátedra.

La tecnología utilizada corresponde a la modelación por deposición fundida (FDM), que permite materializar las ideas mediante la creación de objetos tridimensionales a partir de archivos digitales. Este proceso exige la aplicación de conocimientos en dibujo técnico, normalización, diseño asistido por computadora (CAD), y la planificación de las etapas de producción.

El trabajo se estructura en una serie de fases: selección del objeto a representar, análisis de su función y componentes, desarrollo del modelo digital, preparación para la impresión y, finalmente, presentación del prototipo acompañado de una breve memoria técnica. La cátedra orienta y acompaña a los equipos durante todo el proceso, promoviendo el aprendizaje autónomo, la responsabilidad compartida y la toma de decisiones fundamentadas.

La experiencia busca fomentar la cultura maker, en la cual los estudiantes asumen un rol activo en la construcción de conocimiento a partir del hacer, el error y la mejora continua. Esta estrategia permite resignificar los contenidos disciplinares, generar motivación y establecer vínculos con los contextos productivos e industriales donde estas tecnologías tienen creciente aplicación. Cada vez más instituciones educativas incorporan impresoras 3D y dispositivos tecnológicos en proyectos pedagógicos en nuestro caso como proyectos integradores al finalizar la cursada con el propósito de:

- ✓ Fomentan el aprendizaje interdisciplinar y el trabajo en equipo.
- ✓ Motivar al alumno e incentivar su aprendizaje.
- ✓ Agilizar los procesos de aprendizaje.
- ✓ Mejorar la retención de la información.
- ✓ Desarrollar la capacidad crítica y reflexiva.
- ✓ Incentivar el aprendizaje colectivo y personalizado.

La impresora 3D constituye una herramienta versátil que permite ejecutar una amplia variedad de proyectos en el ámbito educativo. Su incorporación facilita el acercamiento al mundo digital y estimula el interés de los estudiantes, al tiempo que promueve el trabajo en equipo. La posibilidad de fabricar objetos tridimensionales resulta especialmente útil para comprender conceptos de distintas disciplinas, ya que permite visualizar réplicas físicas de los objetos de estudio. Esta cualidad favorece la apropiación de contenidos en áreas como anatomía, biología y química, entre otras. El uso de impresoras 3D puede integrarse en diferentes niveles educativos, debido a que el grado de complejidad de las actividades se adapta a los conocimientos previos del estudiantado. El valor pedagógico de esta tecnología no se limita a la creación de prototipos, sino que permite abordar el proceso ingenieril completo, desde la concepción de una pieza hasta su fabricación. Esto posibilita la obtención de modelos físicos con características diversas, útiles para su análisis técnico en aspectos como impacto, resistencia, rotura o fatiga.

Además, esta herramienta propicia un proceso de aprendizaje multidisciplinario, en el cual los estudiantes trabajan de forma colaborativa para resolver problemas técnicos concretos. De este modo, se enfrentan a entornos complejos mediante la aplicación integrada de saberes adquiridos durante el desarrollo de la actividad [6].

Experiencia en la asignatura: En la asignatura Sistemas de Representación, se implementa una metodología basada en proyectos integradores, donde los estudiantes deben diseñar y construir un prototipo funcional. Esta actividad permite poner en práctica conocimientos teóricos y desarrollar competencias transversales. No obstante, en algunos casos, la fase de construcción requiere una dedicación considerable, debido a la

complejidad del uso de materiales y herramientas disponibles. Como consecuencia, ciertos contenidos teóricos previstos no logran incorporarse plenamente en el proyecto, y pueden surgir dificultades estructurales o constructivas que exigen la adopción de soluciones más simples.

El desarrollo del proyecto suele iniciar con la representación gráfica de la idea mediante un croquis o boceto. Luego, se realiza el diseño de estructuras o piezas utilizando programas de diseño asistido por computadora (CAD), como Tinkercad. A continuación, los modelos se procesan en un software laminador, como Cura Ultimaker, y finalmente se lleva a cabo la construcción o ensamblaje del prototipo. En los casos en que el resultado no cumple con los criterios establecidos, se realizan las modificaciones necesarias hasta alcanzar los objetivos propuestos.

Estas actividades se organizan en equipos, con el propósito de fortalecer las habilidades de comunicación, cooperación, resolución de conflictos y construcción colectiva de conocimiento. El trabajo grupal promueve valores como la igualdad, la convivencia y la responsabilidad compartida, sin excluir la dimensión de la sana competitividad. Al mismo tiempo, se estimula el interés natural por crear, construir e inventar, y se potencia la iniciativa, la investigación y la reflexión crítica, favoreciendo así el desarrollo integral de competencias básicas [7].

Aportes del Proyecto de Innovación Educativa: La implementación de este Proyecto de Innovación Educativa en la cátedra Sistemas de Representación ofrece múltiples beneficios. En primer lugar, contribuye a generar aprendizajes atractivos y motivadores mediante el uso de tecnologías emergentes y recursos didácticos innovadores. Esta estrategia promueve una participación activa por parte del estudiantado, incrementa su autoestima y autonomía, y favorece una actitud positiva hacia el aprendizaje.

Si bien la realización de estas actividades no garantiza por sí sola el éxito académico, representa una orientación valiosa para mejorar la calidad educativa y fomentar el desarrollo integral del alumnado. Asimismo, el proyecto brinda a los estudiantes un primer acercamiento al diseño tridimensional, al uso de impresoras 3D y a herramientas informáticas aplicadas a la ingeniería. Estas experiencias resultan pertinentes y oportunas en función de las demandas del mercado laboral actual, donde el diseño 3D —tanto físico como virtual— se presenta como una competencia clave, con aplicaciones en el diseño de piezas, la elaboración de maquetas y la representación de ideas de manera precisa y funcional.

Integración de la impresión 3D en el aula: La disponibilidad de materiales didácticos en el laboratorio permite desarrollar actividades de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de impresión 3D en las aulas. Esta estrategia facilita el acercamiento de los estudiantes a la realidad tecnológica contemporánea. A través de recursos en línea y software libre para diseño tridimensional, se busca que los estudiantes conozcan y participen de estos avances, con el objetivo de extender su impacto a toda la comunidad educativa de la Facultad (Figura 1).



Figura 1: Laboratorio impresión 3D y estudiantes trabajando.

Con ocho semanas restantes para el cierre de notas de la asignatura de régimen anual, se presenta a los estudiantes un trabajo final bajo un enfoque pedagógico basado en el reto. La consigna consiste en que los grupos —de hasta cuatro integrantes— diseñen y construyan un prototipo que incluya, como mínimo, piezas impresas en 3D y que cumpla determinados requisitos técnicos para su funcionamiento.

En los últimos tres años se han desarrollado diversos proyectos, entre ellos:

a) Lanzador de avión de papel (2022) – Figura 2; Cohetes de agua (2023); c) Brazo robótico (2024) – Figura 3



Figura 2: Lanzador de avión de papel.



Figura 3: Presentación del Brazo robótico

En esta edición del proyecto se propone el desarrollo de **cohetes de agua**, cuyo desafío consiste en diseñar y fabricar un cohete presurizado por aire que utilice agua como propulsor (Figura 4). El objetivo final consiste en lograr que cada grupo realice tres lanzamientos y que, al menos en uno de ellos, el cohete aterrice a exactamente 25 metros del punto de despegue (Figura 5).

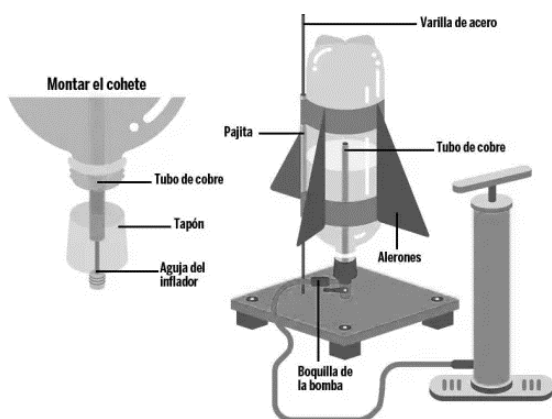


Figura 4 :Esquema general de un cohete de agua.

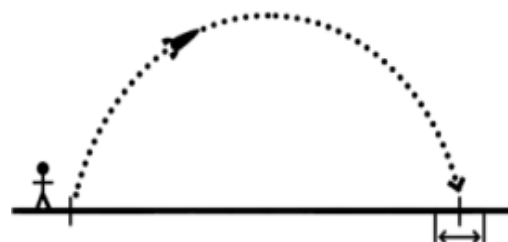


Figura 5: Trayectoria ideal del cohete

Se plantea esta actividad como un "desafío" porque alcanzar con precisión una distancia determinada implica cumplir condiciones específicas en términos de aerodinámica y estabilidad de vuelo. Este proceso requiere que los estudiantes apliquen conocimientos de dinámica newtoniana, mecánica de fluidos y principios de ingeniería vinculados con sistemas aerodinámicos, resistencia y materiales. Todo el abordaje se realiza en un entorno lúdico y didáctico.

Desde la cátedra se destaca la importancia de elaborar documentación técnica completa, que incluya croquis, planos y diseños. Asimismo, se exige la fabricación del prototipo utilizando tecnología de impresión 3D. El

sistema del cohete de agua se compone de tres elementos principales: 1) *La bomba*, que genera la presión dentro de la botella. Se utiliza un inflador manual para motos o bicicletas. 2) *El lanzador*, que fija y orienta el cohete para asegurar la trayectoria deseada. 3) *El cohete*, construido a partir de una botella PET y un pico de acople rápido.

El diseño debe cumplir con tres condiciones técnicas obligatorias (figura 6):

- El pico de acople rápido debe descargarse del repositorio Thingiverse y fabricarse mediante impresión 3D en el laboratorio de la Facultad.
- El volumen de la botella PET puede seleccionarse libremente.
- La base de lanzamiento debe asegurar el acople y la retención del pico de la botella, evitando desacoples involuntarios. Esta base también debe modelarse en 3D, luego laminarse e imprimirse.

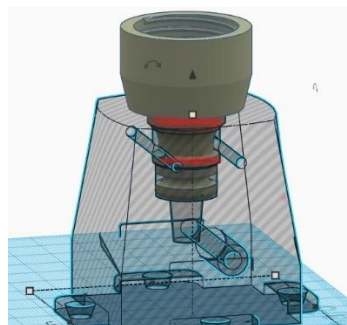


Figura 6. Base de lanzamiento y pico en TinkerCAD. Diseñado por alumnos.

Guía de trabajo y cronograma: Para facilitar el desarrollo del proyecto, se proporciona una guía con las actividades y fechas límite de entrega: (<https://drive.google.com/drive/folders/1JcipurmmHuHbwsr4RLggDZGEBbkn7l9H?usp=sharing>)

- *Croquis:* Presentación en hoja A4 con título completo y nombres de los integrantes.
- *Modelado 3D en TINKERCAD:* Diseño de la base de lanzamiento compatible con las dimensiones del pico. Entrega del archivo STL en el aula virtual.
- *Láminas técnicas:* Representación del conjunto armado con vistas (ISO E), corte y despiece en formato A3.
- *Laminado en CURA Ultimaker:* Configuración con parámetros predeterminados, verificación del tiempo de impresión y carga del archivo en el campus virtual.
- *Impresión 3D:* Revisión previa del archivo y posterior impresión en el laboratorio.
- *Desafío/Validación/Evaluación:* Cada equipo presenta su prototipo y realiza tres lanzamientos desde un punto fijo. La evaluación se realiza mediante una rúbrica que considera tanto la calidad del diseño como la precisión del lanzamiento.

En caso de que el prototipo no cumpla con los criterios establecidos, se solicita a los estudiantes realizar los ajustes necesarios hasta alcanzar los resultados esperados.

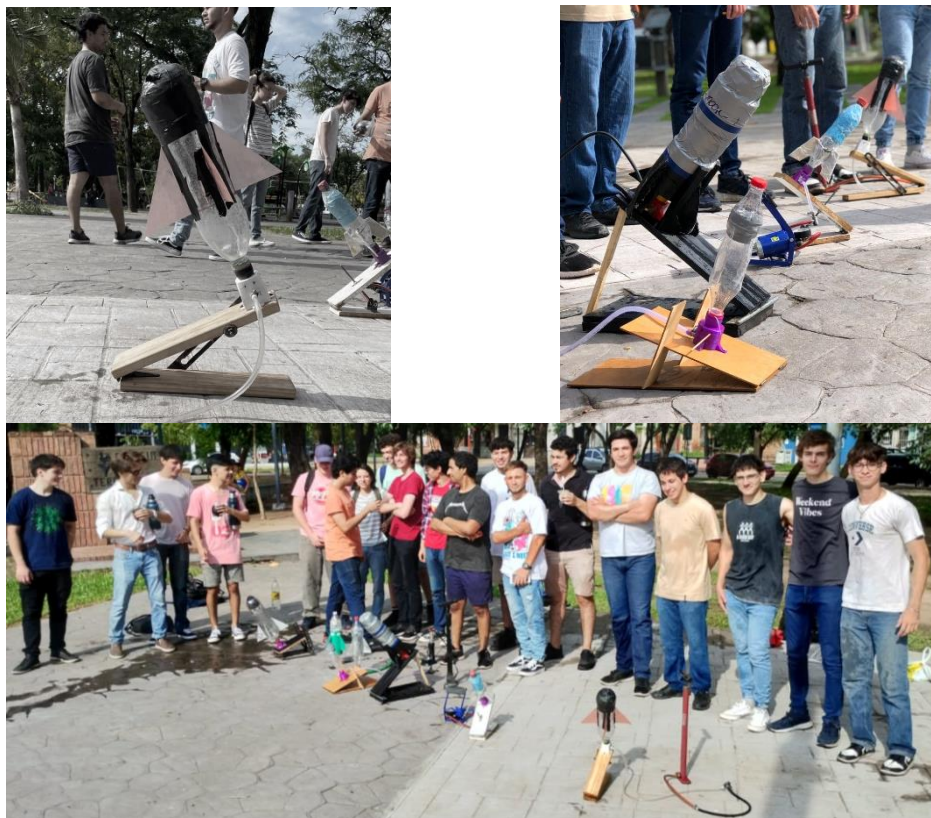


Figura 7: Cohete listo para volar

Durante esta etapa, los estudiantes desarrollan sus actividades de manera autónoma, mientras que el rol del equipo docente se centra en la orientación, el acompañamiento y la motivación. Las actividades implementadas en el campus virtual cumplen la función de un **e-portafolio**, que permite registrar el progreso de cada grupo a lo largo del proceso. Estas experiencias fortalecen tanto la apropiación de contenidos teórico-prácticos como el desarrollo de competencias básicas, incluyendo la competencia digital. La incorporación de impresión 3D no solo facilita la enseñanza de conceptos abstractos, sino que también estimula habilidades mecánicas, pensamiento creativo, autonomía en el aprendizaje e inclusión educativa. En este sentido, se promueve un aprendizaje activo, interdisciplinario y significativo [8].

Resultados: La utilización de tecnologías innovadoras como la impresión 3D genera un alto nivel de motivación en los estudiantes, lo que se traduce en una participación activa, mejora de la autoestima y mayor compromiso con el proceso formativo. Si bien algunos estudiantes presentan tareas pendientes, la experiencia contribuye al desarrollo integral del estudiantado y a la mejora de la calidad educativa. El laboratorio de impresión 3D, equipado con impresoras propias y gestionado con el apoyo de estudiantes becarios, constituye una fortaleza institucional (trabajo de los estudiantes figuras 2,3 y 6).

Conclusiones

La experiencia implementada en asignaturas como Sistemas de Representación evidencia la viabilidad y el valor educativo del uso de impresoras 3D como herramientas didácticas. Estas tecnologías no solo permiten la construcción de prototipos, sino que también facilitan la comprensión de conceptos ingenieriles abstractos, convirtiendo lo teórico en tangible y promoviendo un aprendizaje significativo.

La adopción de estrategias pedagógicas innovadoras, basadas en el diseño y la fabricación digital, impacta positivamente en el rendimiento académico mediante propuestas activas y contextualizadas. En este marco, la impresión 3D se consolida como un recurso relevante para la enseñanza, con capacidad para estimular la creatividad, fortalecer competencias técnicas y responder a los desafíos del entorno contemporáneo.

Reconocer el potencial de esta herramienta implica no solo integrarla como una nueva área de conocimiento, sino también comprender su valor como recurso transversal que enriquece el proceso educativo y prepara a los estudiantes para entornos en constante transformación.

Entre los aspectos a considerar para futuras implementaciones, se destacan la necesidad de consolidar los procesos de capacitación docente, ampliar la infraestructura y promover el trabajo colaborativo entre cátedras con proyectos integradores de mayor alcance.

Referencias

- [1] Ford, S. y Minshall, T. (2019). Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>
- [2] Universia.(2019).Imprimir 3D: profesión de futuro. Universia <https://www.universia.net/es/actualidad/empleo/imprimir-3d-profesion-futuro-1167429.html>
- [3] Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos. <https://observatorio.tec.mx/wpcontent/uploads/2023/03/06.EduTrendsAprendizajeBasadoenRetos.pdf>
- [4] M. Gannon & E. Brockmeyer. Teaching CAD/CAM Workflows to Nascent Designers.2014
- [5] E. B. Rua, F. Jiménez, G. A. Gutiérrez, N. I. Villamizar. 3D Printing as a Didactic Tool for Teaching some Engineering and Design Concepts, *Ingeniera*. Vol. 23, no. 1, pp. 70-83, 2018.
- [6] Ramon Pastor. 3D Printing Curricula Accelerate the Next Generation of Innovators Website: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2019/05/3d-printing-curricula-accelerate-next-generation-innovators>
- [7] Reese, Michael, and Ron Levy. "Assessing the future: E-portfolio trends, uses, and options in Higher Education". 2009. Available from <https://jscholarship.library.jhu.edu/server/api/core/bitstreams/d6fbb09a-ceb9-46dc-b979-ec11835f3cae/content>
- [8] Tristancho, J., Contreras, L. y Vargas, L.(2015). Propuesta y aplicación de nuevas herramientas para el desarrollo de habilidades espaciales en la asignatura Dibujo de Ingeniera. *Revista Universidad Católica del Norte*, vol. 46, 200-216, 2015. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/709/1236>

Intensificación de Procesos. Extracción Sólido - Líquido Asistida por Ultrasonido para la Obtención de Concentrados Proteicos Aplicada a la Enseñanza.

Process Intensification. Ultrasound-Assisted Solid-Liquid Extraction for the Production of Protein Concentrates Applied to Teaching.

Presentación: 13/06/2025

Milena V. Monesterolo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
vaninamonesterolo.vm@gmail.com

Romina A. Beltrán

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
rbeltran@frvm.utn.edu.ar

Luis A. Toselli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
toselli_l@frvm.utn.edu.ar

Aldana A. Chesta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química, Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
achesta@frvm.utn.edu.ar

Resumen

La intensificación de procesos (IP) es una estrategia clave en el desarrollo de procesos más eficientes, compactos y sostenibles dentro de la ingeniería química. Este trabajo presenta una propuesta didáctica orientada a la enseñanza de la IP mediante la incorporación de la extracción asistida por ultrasonido (EAUS) como trabajo experimental en el marco de la asignatura Diseño, Simulación, Optimización y Seguridad de Procesos. Se utiliza soja como matriz vegetal para evaluar el impacto del ultrasonido sobre la eficiencia extractiva de sólidos y proteínas. La actividad, desarrollo experimental para obtener concentrados proteicos, permite a los estudiantes aplicar conceptos de operaciones de transferencia de masa. Se utiliza equipamiento disponible a escala de laboratorio. Se evalúan parámetros de operación que permiten determinar concentraciones de sólidos totales y de proteína para diferentes tiempos de sonicación en combinación con la extracción clásica. Los resultados

evidencian el potencial del ultrasonido como herramienta para mejorar la eficiencia de la operación tradicional. Se proporciona al alumno conceptos y conocimientos innovadores para el desarrollo de una visión crítica que le permite realizar la elección de equipos, evaluando alternativas de operaciones sustentables, que resultan de su interés para respaldar su formación como futuros profesionales.

Palabras clave: Intensificación de Procesos, Extracción sólido líquido, Ultrasonido, Obtención de Concentrados Proteicos.

Abstract

Process intensification (PI) is a key strategy for developing more efficient, compact, and sustainable processes in chemical engineering. This work presents a didactic proposal for teaching PI by incorporating ultrasound-assisted extraction (UAE) as an experimental project within the framework of the Process Design, Simulation, Optimization, and Safety course. Soybeans are used as a plant matrix to evaluate the impact of ultrasound on the extraction efficiency of solids and proteins. The activity, an experimental development to obtain protein concentrates, allows students to apply concepts from mass transfer operations. Laboratory-scale equipment is used. Operating parameters are evaluated to determine total solids and protein concentrations for different sonication times in combination with conventional extraction. The results demonstrate the potential of ultrasound as a tool to improve the efficiency of traditional operations. Students are provided with innovative concepts and knowledge to develop a critical vision that allows them to make equipment selections, evaluating alternatives for sustainable operations, which are of interest to them and support their training as future professionals..

Keywords: Process intensification, solid-liquid extraction, ultrasound, obtaining protein concentrates.

Introducción

Del análisis del nuevo diseño curricular de la carrera de ingeniería química, plan 2023, que fuera aprobado según Ordenanza 1875, de fecha 15 de junio 2022, actualmente vigente para el desarrollo de la citada especialidad, puede observarse que la misma es resultante de una amplia revisión de normativas específicas (Ord. CS N° 1753/2020, Res. CS 368/2021, RM 1254/2018) junto con recomendaciones plasmadas en el libro rojo del CONFEDI, constituyen una base sólida que incluye un conjunto sistematizado de conceptos, objetivos, competencias, contenidos, series de asignaturas, metodologías y criterios de evaluación que redefinen esta carrera universitaria y orientan la práctica educativa.

Este nuevo plan de estudio, resulta entonces una consecuencia de la necesidad continua que enfrentan las universidades y de manera particular, las carreras de perfil tecnológico, de integrar conocimientos básicos y aplicados, constituyendo desafíos tales como contar o disponer de nuevos métodos, revisar y actualizar alternativas técnicas y/o procesos, de manera parcial o total, de modo que pueda asegurarse una respuesta a estos requerimientos, otorgando una sólida formación profesional a sus noveles egresados.

En esta ponencia, se desea focalizar el tratamiento de una nueva asignatura que se incorpora a dicho plan, denominada Diseño, Simulación, Optimización Y Seguridad de Procesos, que se dicta en el bloque de tecnologías aplicadas en el cuarto nivel de la especialidad.

En particular, para la cátedra, se establece un objetivo de alto interés para las actuales demandas tecnológicas que es “Reconocer la importancia de la intensificación de procesos para el desarrollo sostenible de los mismos” y se fija como un contenido mínimo: Intensificación de Procesos.

Pese a la simpleza del enunciado, resulta de fundamental interés, alcanzar una sólida transferencia de conocimientos sobre un tema de alto interés y amplitud de contenidos de manera de concientizar al alumno respecto de su potencial importancia.

Esto es, permitirles reconocer que la intensificación de procesos (IP) constituye una de las estrategias clave en la ingeniería química para responder a la creciente necesidad de diseñar y operar procesos de manera más eficiente y sostenible.

La IP surgió hacia mediados del siglo XX como una alternativa para optimizar costos en la industria química. Este enfoque involucra una amplia base disciplinar, integrando conceptos de transferencia de masa y energía, fenómenos de transporte, termodinámica, simulaciones moleculares y cinética química (Keil, 2018; Boodhoo & Harvey, 2013). Este marco conceptual ha dado lugar a una gran variedad de tecnologías, documentadas extensamente en la literatura y que incluyen tanto desarrollos de laboratorio como aplicaciones industriales (Stankiewicz & Drinkenburg, 2004; Haase et al., 2022; Maleta et al., 2011, Tula et al., 2019; Stankiewicz y Moulijn, 2000).

Entre las múltiples estrategias para aplicar la IP, tecnologías como el ultrasonido han adquirido relevancia por su capacidad para generar efectos físicos y químicos a nivel microscópico, intensificando la transferencia de masa y favoreciendo la ruptura de estructuras, permitiendo además la liberación eficiente de compuestos bioactivos, acelerando y mejorando diversos procesos.

El ultrasonido (US) comprende ondas mecánicas de alta frecuencia (superiores a 20 kHz) que, al propagarse en medios líquidos, generan un fenómeno denominado cavitación acústica. Este proceso implica la formación y colapso de microburbujas, liberando energía en forma de pulsos localizados de alta presión y temperatura. Dichos efectos inducen micro-turbulencias y choques mecánicos capaces de modificar estructuras materiales, favoreciendo así operaciones como la extracción, emulsificación y activación de reacciones (Boodhoo & Harvey, 2013; Ulloa et al., 2013; Haase et al., 2022).

Esta tecnología se presenta como una técnica accesible y sencilla de implementar a escala piloto o laboratorio, lo que la convierte en una alternativa pedagógica valiosa y eficaz para el desarrollo de trabajos experimentales. Su incorporación en actividades académicas permite vincular conceptos de transferencia de masa, intensificación de procesos y sostenibilidad, ofreciendo a los estudiantes experiencias formativas con tecnologías reales y emergentes del ejercicio profesional ingenieril, promoviendo una formación orientada a enfrentar los desafíos actuales. (Shen et al., 2023).

En la industria alimentaria, el US ha demostrado mejorar propiedades físico-químicas de matrices complejas, reducir el deterioro microbiológico y aumentar la productividad de los procesos (Moulton & Wang, 1982; Ulloa et al., 2013; Parzanese, 2021; Abdulstar et al., 2023). En operaciones como extracción, cristalización, emulsificación, filtración, secado y congelación, el US actúa como tecnología asistente.

La extracción asistida por ultrasonido (EAUS) es considerada una técnica verde, por su bajo consumo de solventes y energía. Reduce el tiempo de operación, conservando la integridad de moléculas sensibles al calor. La cavitación favorece la disrupción celular y mejora el transporte de masa, facilitando la liberación de los compuestos bioactivos. Sus principales ventajas incluyen altos rendimientos, velocidad de operación, facilidad de implementación y calidad del producto obtenido (Robles-Ozuna, 2012; Alshehhi, 2023; Shen et al., 2023; Azuola y Vargas, 2007; Panda y Manickam, 2019).

Kumar et al. (2021) analizaron su uso en la valorización de subproductos de frutas y hortalizas, con resultados positivos en la extracción de pectinas, fibra dietaria, carotenoides y ácidos orgánicos. Recientemente, Mirón-Mérida et al. (2024) evaluaron la influencia del US sobre las propiedades estructurales y funcionales de extractos proteicos obtenidos de lentejas, observando mejoras significativas frente a técnicas de extracción alcalina convencionales. Sengar et al. 2022; Sert et al. 2022, Shen et al, 2023 concluyeron que el US de potencia puede utilizarse eficazmente para optimizar el rendimiento de la extracción de proteína vegetal.

Desarrollo

Para la realización de las experiencias de EAUS se empleó un equipo Digital Ultrasonic (Figura 1 a), de frecuencia fija, con volumen de trabajo de 2 litros, equipado con sistema de calefacción y control de tiempo y temperatura. Este dispositivo permite la generación de ondas ultrasónicas en un rango de frecuencia nominal de 40 kHz, adecuado para aplicaciones de laboratorio en trabajos prácticos de intensificación de procesos que conjugan extracción sólido-líquido clásica con US. La temperatura del baño ultrasónico fue monitoreada y regulada según los requerimientos del ensayo.

Como parte del análisis de humedad de los extractos, se utilizó una termobalanza METTLER TOLEDO modelo HE53 (Figura 1 b), con resolución de 0,001 g y capacidad máxima de 54 g, apta para la determinación precisa de sólidos totales mediante secado controlado. Adicionalmente, para la separación sólido-líquido posterior a la extracción, se utilizó una centrífuga de laboratorio (Figura 1 c) de 12 tubos de ensayo de 20 ml, con capacidad de operación variable hasta 4000 rpm, permitiendo una separación rápida y eficiente de fases.



Figura 1: a) Equipo de US b) Termobalanza c) Centrífuga

Este equipamiento permite replicar a escala de laboratorio condiciones controladas de extracción y evaluación de rendimiento, asegurando la reproducibilidad y la calidad de los datos obtenidos.

Con el objetivo de evaluar el impacto de la EAUS sobre matrices vegetales, se diseñó una experiencia de laboratorio orientada a estudiantes de cuarto año de Ingeniería Química. La actividad se enmarca en la asignatura Diseño, Optimización, Simulación y Seguridad de Procesos y tiene como finalidad introducir conceptos de IP aplicados a sistemas reales, utilizando equipamiento de laboratorio accesible.

La metodología consistió en la preparación de una suspensión al 10 % (p/p), mediante la dispersión de 20 g de soja molida desgrasada en 180 ml de agua. La suspensión fue ajustada a pH 6 y llevada a 50 °C con agitación constante.

La aplicación del ultrasonido se realizó con tiempos variables de exposición (1, 3, 5, 7 y 10 minutos), los cuales fueron comparados contra un ensayo tomado como referencia sin aplicación de US, a fin de establecer el efecto de este sobre la liberación de sólidos totales y compuestos solubles. Luego de la sonicación, se mantuvo la suspensión bajo agitación durante 5 minutos adicionales. Seguido de esto se ajustó el pH al punto isoeléctrico de las proteínas (4,5), promoviendo su precipitación y separación posterior.

Se utiliza la termobalanza para la determinación rápida de sólidos totales por duplicado. La muestra finalmente es centrifugada durante 20 minutos, para la separación de las fases líquida y sólida. Las fracciones sobrenadante y precipitado fueron transferidas a cápsulas de porcelana y secadas en estufa a 60–90 °C hasta peso constante, permitiendo cuantificar los sólidos recuperados en cada fase. Se realizó un registro detallado de las masas en todas las etapas, permitiendo cerrar el balance de masa global y evaluar la eficiencia del proceso bajo cada condición. Para la determinación del nitrógeno proteico se trabajó con un sistema Kjeldahl automático marca VELP, cuyas imágenes se observan en la Figura 2, perteneciente a la empresa PORTA.S.A. que fue utilizado para la experiencia. Se puede acceder al mismo, en el contexto de un convenio de uso compartido de laboratorio, vigente entre dicha empresa y la FRVM de la UTN, para el desarrollo de actividades académicas y de I+D. Los estudiantes confeccionaron y completaron una planilla digital compartida con observaciones, fotografías y datos numéricos.



Figura 2: Equipo Kjeldahl automático para determinación de nitrógeno

Este trabajo práctico se implementó, por primera vez en el ciclo lectivo 2024 y fue íntegramente realizado por alumnos organizados en grupos de cuatro estudiantes cada uno, los cuales participaron del total de actividades disponiendo del tiempo de desarrollo suficiente para su implementación y cabal comprensión, pudiendo optar además, por aplicar tiempos de extracción entre 30 y 45 min como otra variable de interés.

Los resultados experimentales permitieron comparar la influencia del US respecto del blanco, tomado como referencia y analizar su efecto sobre la eficiencia de extracción proteica alcanzada. La propuesta se complementa con la formulación de nuevas hipótesis por parte de los alumnos, quienes evaluaron variables alternativas a modificar en futuros ensayos (como el pH inicial, la proporción sólido/líquido o una eventual variación de potencia del US, en el caso de contar a futuro con un equipo que así lo permita), promoviendo una actitud crítica y activa frente al proceso experimental, permitiendo su discusión y desarrollando otros aportes que contribuyeron a elevar el nivel de la discusión técnica.

Concluido el trabajo cada grupo presentó su respectivo informe final, que junto con su exposición oral realizada en una clase organizada en modalidad de seminario permitieron la evaluación integral de la actividad asignándose la calificación correspondiente considerando los distintos factores como calidad de la presentación,

manejo del vocabulario técnico, profundidad del tratamiento, calidad de las conclusiones, aportes de nuevas perspectivas, entre otras cuestiones.

En la Figura 3, a), b), c) se presenta un conjunto de imágenes que corresponden a distintas etapas de la secuencia de operaciones desarrolladas durante la experiencia de laboratorio.



Figura 3: a) Etapa de sonicación b) Extracción c) Centrifugado d) Sólidos post secado e) Sobrenadante post secado.

La Figura 4 muestra los resultados de porcentaje de sólidos totales, en base seca, obtenidos en dicha fase luego del centrifugado para los diferentes tiempos de aplicación US.

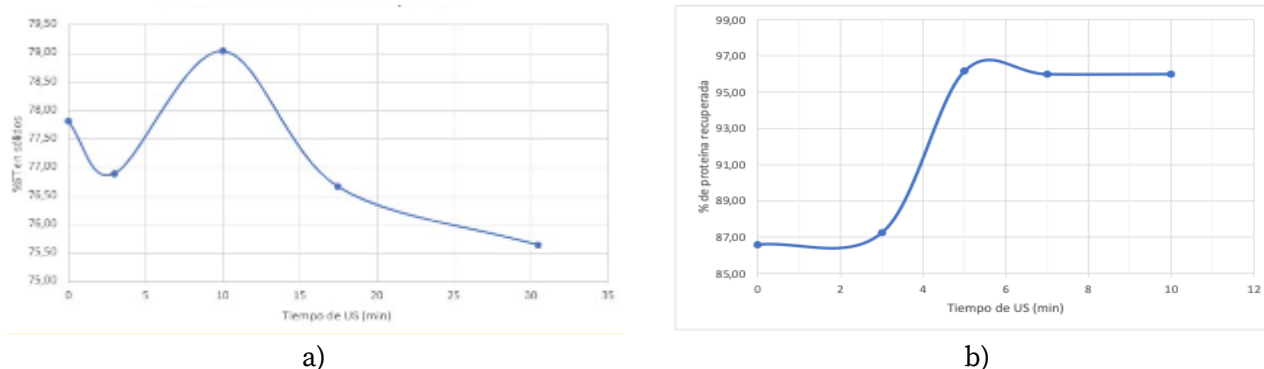


Figura 4: a) Porcentaje de sólidos totales separados b) Porcentaje de proteína recuperada del total disponible.

Puede observarse un máximo de sólidos totales separados por centrifugado con tiempos de sonicación de 10 minutos. Luego de realizarse los balances de masa respectivos en la Figura 4 se muestran los porcentajes de proteína recuperados en la fase sólida respecto del total teórico de éstas, presentes en la muestra de partida, que aparecen finalmente recuperados en el sólido centrifugado seco, que era el objetivo inicial de la experiencia.

Conclusiones

Como conclusiones de la experiencia académica realizada puede indicarse que: i) La actividad realizada permitió la incorporación de la temática propuesta (IP) como una experiencia de valor en el desarrollo de la cátedra. ii) La implementación de estas experiencias prácticas basadas en tecnologías emergentes como EAUS, fortaleció la comprensión de los conceptos de transferencia de masa, eficiencia energética y sostenibilidad, promoviendo una actitud crítica e innovadora por parte de los estudiantes. iii) La actividad desarrollada permitió a los alumnos enfrentarse a una problemática real, integrando saberes técnicos, trabajo experimental y análisis de desempeño operativo. iv) Se contó con el total de equipamiento requerido para obtener resultados de valor para comparar cuantitativamente la mejora técnica lograda mediante la implementación de US. v. desarrollando conceptos sobre mejora continua, eficiencia de los procesos y uso racional de recursos. v) El trabajo promovió el desarrollo de competencias tecnológicas, observación crítica, interpretación de datos experimentales y capacidad de proponer mejoras a partir del análisis de los resultados obtenidos. vi) La actividad experimental permitió a los estudiantes explorar diferentes variables (tiempo de exposición, proporción sólido/líquido, pH de trabajo) y formular hipótesis basadas en la evidencia. vii) Los resultados de las evaluaciones fueron mayoritariamente positivos y los alumnos manifestaron el interés que esta actividad les había generado.

Referencias

- Abdulstar, A. R., Altemimi, A. B., & Al-Hilphy, A. R. (2023). Exploring the power of thermosonication: a comprehensive review of its applications and impact in the food industry. *Foods*, 12(7), 1459.
- Alshehhi, M., Wu, G., Kangsadan, T., Chew, K. W., & Show, P. L. (2023). Ultrasound-assisted food processing: a mini review of mechanisms, applications, and challenges. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 428, p. 02011). EDP Sciences.
- Azuola, R., & Vargas, P. (2007). Extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EUA). *Tecnología en marcha*, 20(4), 30-40.
- Boodhoo, K., & Harvey, A. (2013). Process intensification: an overview of principles and practice. *Process intensification for green chemistry: engineering solutions for sustainable chemical processing*, 1-31.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2018). *Libro rojo: Estándares de segunda generación para carreras de ingeniería*. CONFEDI. <https://confedi.org.ar/libros/libro-rojo-confedi-2018.pdf>
- Haase, S., Tolvanen, P., & Russo, V. (2022). Process intensification in chemical reaction engineering. *Processes*, 10(1), 99.
- Keil, F. J. (2018). Process intensification. *Reviews in Chemical Engineering*, 34(2), 135-200.
- Kumar, K., Srivastav, S., & Sharanagat, V. S. (2021). Ultrasound assisted extraction (UAE) of bioactive compounds from fruit and vegetable processing by-products: A review. *Ultrasonics sonochemistry*, 70, 105325.

- Maleta, V. N., Kiss, A. A., Taran, V. M., & Maleta, B. V. (2011). Understanding process intensification in cyclic distillation systems. *Chemical Engineering and Processing-Process Intensification*, 50(7), 655-664.
- Mirón-Mérida, V. A., Soria-Hernández, C., Richards-Chávez, A., Ochoa-García, J. C., Rodríguez-López, J. L., & Chuck-Hernández, C. (2024). The effect of ultrasound on the extraction and functionality of proteins from duckweed (*Lemna minor*). *Molecules*, 29(5), 1122.
- Moulton, K. J., & Wang, L. C. (1982). A pilot-plant study of continuous ultrasonic extraction of soybean protein. *Journal of Food Science*, 47(4), 1127-1129.
- Ordenanza 1875/2022 de Consejo Superior Universidad Tecnológica Nacional. Diseño Curricular de Ingeniería Química - Plan 2023.
- Panda, D., & Manickam, S. (2019). Cavitation technology—The future of greener extraction method: A review on the extraction of natural products and process intensification mechanism and perspectives. *Applied Sciences*, 9(4), 766.
- Parzanese, M. (2021). Ultrasonidos: Tecnologías para la Industria Alimentaria. *Revista: Alimentos Argentinos*. Argentina.
- Resolución Ministerial 1254/2018. Ministerio de Educación. Alcances del Título-Determinación.
- Robles-Ozuna, L. E., & Ochoa-Martínez, L. A. (2012). Ultrasonido y sus aplicaciones en el procesamiento de alimentos. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122.
- Sengar, A. S., Thirunavookarasu, N., Choudhary, P., Naik, M., Surekha, A., Sunil, C. K., & Rawson, A. (2022). Application of power ultrasound for plant protein extraction, modification and allergen reduction—a review. *Applied Food Research*, 2(2), 100219.
- Sert, D., Rohm, H., & Struck, S. (2022). Ultrasound-assisted extraction of protein from pumpkin seed press cake: impact on protein yield and techno-functionality. *Foods*, 11(24), 4029.
- Shen, L., Pang, S., Zhong, M., Sun, Y., Qayum, A., Liu, Y., Rashid, A., Xu, B., Liang, Q., Ma, H., & Ren, X. (2023). A comprehensive review of ultrasonic assisted extraction (UAE) for bioactive components: Principles, advantages, equipment, and combined technologies. *Ultrasonics Sonochemistry*, 101, 106646. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106646>.
- Stankiewicz, A., & Drinkenburg, A. A. H. (2004). Process intensification: history, philosophy, principles. In *Re-engineering the chemical processing plant: process intensification* (pp. 1-32). Marcel Dekker New York.
- Stankiewicz, A. I., & Moulijn, J. A. (2000). Process intensification: transforming chemical engineering. *Chemical engineering progress*, 96(1), 22-34.
- Tula, A. K., Eden, M. R., & Gani, R. (2019). Computer-aided process intensification: Challenges, trends and opportunities. *AIChE Journal*, 66(1).
- Ulloa, J., Rosas, P., Ramírez, J., & Ulloa, B. (2013). Ultrasonido: aplicaciones en el campo de los alimentos. *Revista: Nueva Época*. Nayarit. México.

LA FORMA DE LAS IDEAS INTERPRETACIÓN TOPOLÓGICA DE LOS PROCESOS CREATIVOS EN DIVERSAS ESPECIALIDADES INGENIERILES.

THE SHAPE OF IDEAS TOPOLOGICAL INTERPRETATION OF CREATIVE PROCESSES IN VARIOUS ENGINEERING SPECIALITIES.

Presentación: 13/06/2025

Gabriel Agustín García

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
gabogarcia@frba.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo pretende explorar un aspecto topológico-interpretativo de la dinámica interviniente en todo proceso creativo ingenieril, entendiendo que existe una posible configuración formal que observa sus transformaciones consecuentes con las complejas relaciones que involucra y concebir un modo objetual que permitirá visualizarlas de manera alternativa e integrada, frente al desarrollo de herramientas didáctico-pedagógicas. Como observatorio para este análisis, se ha elegido el ámbito que ofrece la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, donde confluyen diversas necesidades en la enseñanza de múltiples especialidades ingenieriles.

Palabras clave:

Interpretación topológica, procesos creativos, especialidades ingenieriles, herramienta didáctico pedagógica

Abstract

The following work aims to explore a topological- interpretative aspect of the dynamics involved in every creative process regarding engineering, understanding that there is a possible formal configuration that observes its consequent transformations with the complex relationships that involve and conceives an objective way that will allow us to visualize them in an alternative and integrated way, against the development of didactic-pedagogical tools. It has been selected, as an object of observation for this analysis, the Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, where various needs are combined in the teaching of multiple engineering specialties.

Keywords: Topological interpretation, creative processes, engineering specialties, pedagogical teaching tool

Introducción

Es inmediata la identificación popular de la facultad creativa con el genio espontáneo; aun para quien no sepa explicar con precisión su procedencia. Inclusive se la considera un proceso relacionado con las emociones, generadas y reguladas por el denominado sistema límbico. Sin embargo, es cualitativamente diferente su noción asociada a otras áreas de la producción

humana como la ingeniería, fundamentalmente porque se consideran involucrados diferentes operaciones del pensamiento; procesos mentales voluntarios mediante los cuales un individuo desarrolla sus ideas acerca del entorno, los demás, él mismo, sus actos y sus obras como construcciones surgidas del razonamiento.

Como definición de carácter ético, la Creatividad es considerada como la capacidad de generar nuevas ideas. Es también consecuencia del sentido crítico humano, estrechamente ligado a su sensibilidad a los cambios y a la capacidad de reacción ante situaciones nuevas y diversas; en un proceso que nos enfrenta a analizar, entender y evaluar la manera en la que se organizan los conocimientos con los que pretendemos interpretar y representar el mundo.

Desde las visiones clásicas, que abordan la creatividad como una capacidad unitaria, a las que la consideran un conjunto de competencias independientes entre sí, organizadas jerárquicamente, han surgido una gran cantidad de teorías y modelos que intentan explicar qué es y cómo se ejerce. Entre los enfoques que brindan sobre el tema, tanto disciplinas científicas como humanísticas, se distinguen dos clases de discurso: Están considerados por la psicología como el acto más básico del entendimiento, al contemplar la mera acción de “conocer” algo. A su vez, los exponentes más destacados de las diferentes corrientes pedagógicas versan sobre la determinante injerencia de ese “conocer”, las conductas que promueve y las particularidades de su generación y asimilación. Por otra parte, una más ascética mirada, propone estudiarlos como una compleja consecuencia de mecanismos biológicos, solamente abordables desde el protocolo cientificista y las posibilidades fisiológicas. Pero desde la perspectiva de un docente, destinado a mediar hacia el saber consagrado, cualquier asimilación de criterios se ve sesgado por los aspectos específicos, e inclusive omisiones, de estas miradas profesionalistas en permanente debate. Para poder visualizar el tema desde una perspectiva alternativa, será preciso evitar la trampa de una mirada parcial o de falsas dicotomías. En ese sentido, la función del profesor consiste en ayudar a las personas a desarrollar actitudes que faciliten una reacción frente al modo que tienen de percibir al mundo, así como la forma en que esas percepciones son afectadas. Consecuentemente, deberá conocer sobre los mecanismos del pensamiento y acceder a una mirada integradora sobre cómo fomentar el desarrollo del juicio y las acciones conducentes a lo creativo.

Desarrollo

Este abordaje es el eje fundamental de mi “Tesis Magistral” homónima, presentada en la Escuela de Posgrado de UTNBA. Pretende proveer un retrato alternativo del proceso creativo ingenieril y, tal vez, acompañar con nuevos significados a lo que ya se ha investigado sobre el tema. Atento a esta necesidad, esta investigación involucra a la teoría general de la topología, que surgió como una comprensión geométrico-matemática del espacio en términos de propiedades de conexión e invariancia bajo sus transformaciones, y sus aplicaciones fueron utilizadas en otros campos como la biología, la psicología, la filosofía, la programación y el arte. Fuera del campo estricto de las matemáticas: Límite, frontera, continuidad, contigüidad, interior, exterior, vecindad, desconexión se convirtieron en formas de describir lo experimentado por los individuos.

Parte del supuesto por el cual, una interpretación actualizada e integrada del proceso creativo en las ingenierías, es observable mediante su arreglo físico a la dinámica de una geometría que lo represente. Una estructura formal capaz de describirlo en sus aspectos genealógicos, constitutivos y funcionales. Un mapa multidimensional del proceso que facilite su comprensión, su fomento y enseñanza. Un modelo interpretativo alternativo.

Objetivos.

El primer propósito fue concebir un nuevo modelo objetual que permita comprender las relaciones entre los elementos constituyentes conocidos del pensamiento creativo y visualizar su compleja dinámica de una manera alternativa e integrada; auspiciando una voluntad sincrética tendiente a conjugar, lo planteado sobre el tema por distintas corrientes de pensamiento e investigación, inclusive antagónicas. Resume el antecedente de las investigaciones en psicopedagogía conductista, los avances recientes en neurociencia, y los esquemas topológicos desarrollados por referentes como Guilford y Lacán.

En segundo término, utilizarlo como un explorador observacional aplicado al proceso creativo ingenieril; que pretende identificar, representar y parametrizar funciones, mecanismos y consecuencias de las interacciones entre dichos elementos. Finalmente, aplicarlo a la labor áulica para formular una orientación pedagógica que, intencionalmente, prevea el reconocimiento de procesos creativos durante la enseñanza, y facilite desarrollar herramientas de trasposición didáctica que permitan examinar e idear contenidos orientados al entrenamiento y aprendizaje de conductas creativas en ingeniería.

La investigación tuvo características mixtas. Es en principio descriptiva y eminentemente documental por cuanto su aproximación desde lo holístico, trató con atributos de valoración cualitativa en relación con el objeto de estudio, buscando

establecer causas y consecuencias del fenómeno creativo; implicando la exploración y correlación entre distintos elementos abordados por las ciencias. Pero la búsqueda topológica, implicó distinguir características cuantitativas que permitieron sintetizar, categorizar y sistematizar la información para desarrollar la morfometría de un modelo geométrico-matemático representativo de lo analizado. La tarea consistió en asignarle forma y entidad a los conceptos involucrados, que mayormente tienen contenido abstracto. La relación morfoconductual [forma-función-acción], fue tanto un agente catalizador como un medio para el análisis de la mecánica estudiada.

Para satisfacer los objetivos planteados, la tarea investigativa se desarrolló en 3 (tres) etapas secuenciales y complementarias:

- La posibilidad de integración y sincretización: Consistió en la compilación, análisis y selección del material investigado en todos los ámbitos científicos y humanísticos que se han adjudicado la exploración del tema. Ha implicado la interpretación, asimilación y concurrencia de posturas, pensamientos e investigaciones vigentes sobre el tema, realizado mediante un proceso de triangulación metodológica y la formulación de matrices de sincretización que establecen la posible unicidad de criterios de cara a un modelo polivalente del proceso creativo.

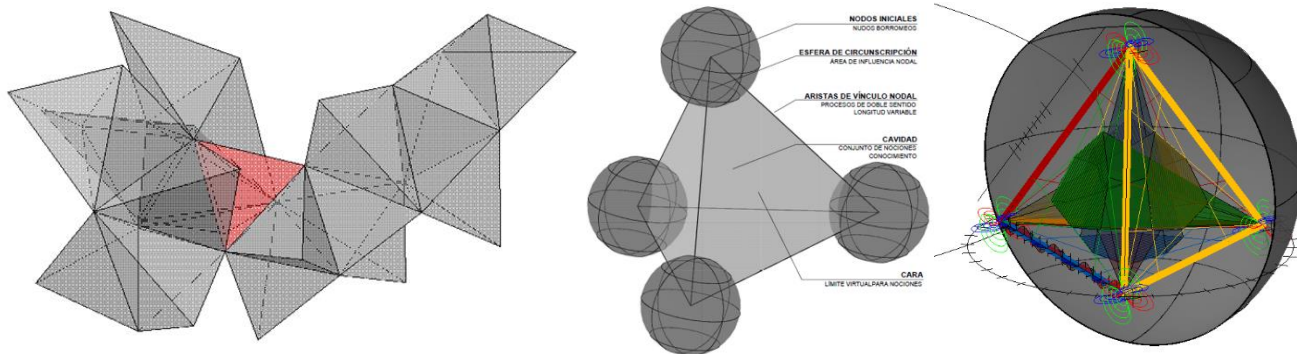
1 - Matrices de integración – García, G. - material de la tesis La forma de las ideas (p36 a 40)– 2024

POSIBILIDAD DE SINCRETIZACIÓN DE LOS DISTINTOS ENFOQUES SOBRE LA CREATIVIDAD									
desde la mirada...		INTERPRETACIONES					J	VALORACIONES	
		PSICOPEDAGÓGICA			NEUROCIENTÍFICA			INFERENCIAS	CONCLUSIONES
CATEGORÍA		Conductista	Cognitivista	Constructivista	Conectivista	Fisiologista	Computacional		
¿Cómo se origina la actividad creativa? Fenomenología	P O R Q U E	Es aprendida y puede ser explicada en términos de estímulo (condicionamiento) respuesta (asociatividad)[a]. Deriva de un cambio de conducta en función, sumida a los principios del condicionamiento clásico y operante.	Como toda actividad de la mente, se concibe como una secuencia en etapas. Se va constituyendo con la maduración y la experiencia del sujeto interactuando con su entorno [b], permitiéndole ampliar y modificar sus estructuras mentales, evolucionando en otras más complejas.	No es mero producto de mediadores externos e internos, sino una construcción (carga cognitiva con significado) del individuo como resultado de la interacción entre ambos factores [c], acomodando y asimilando nueva información a sus esquemas mentales previos, para luego transferirla a la solución de una situación concreta.	Una nueva idea se puede materializar en la mente humana sin la mediación de aspectos simbólicos ni la creación constante de significados. Se la considera un promotor caótico frente al desorden que genera el conocimiento adquirido, reordenable en un nivel superior [d], indefinidamente.	Una actividad presente en las estructuras cerebrales que se activan para crear ideas [e] incluyen prácticamente toda la neocortez y la arquicortez, así como estructuras subcorticales, el núcleo amigdalino y las diencefálicas (hipotálamo y talamo) que en conjunto forman parte del sistema límbico.	La creatividad se relaciona con la fuerza de las conexiones al interior de una misma red neuronal [f]. Las personas creativas son más capaces de activar sistemas cerebrales que típicamente no funcionan juntos.	Condicionamiento y asociatividad [a] pueden ser entendidos también como mecanismos presentes en la fisiología [e], siendo la maduración y la experiencia [b], responsables del fortalecimiento de los vínculos en una misma red neuronal [f], donde la carga cognitiva [c] como promotor del ordenamiento, agrupa temporalmente estructuras cerebrales [e] que son destinadas a operar con una misma finalidad [f].	El progresivo acercamiento entre las fundamentaciones psicológicas y fisiológicas consideradas originantes, permite sospechar la disipación progresiva del dualismo mente (cuerpo psíquico) y cerebro (cuerpo físico). Surge la necesidad de conciliar enfoques, apelando a una voluntad sincretista en favor de una descripción unificada y conjunta del fenómeno, evitando la dicotomía hermética de las formas disciplinares.
POSIBILIDAD DE SINCRETIZACIÓN DE LOS DISTINTOS HALLAZGOS SOBRE LA CREATIVIDAD									
desde la mirada...		INTERPRETACIONES					J	VALORACIONES	
		PSICOPEDAGÓGICA			NEUROCIENTÍFICA			INFERENCIAS	CONCLUSIONES
CATEGORÍA		Conductista	Cognitivista	Constructivista	Conectivista	Fisiologista	Computacional		
¿Cuáles son los mecanismos de la actividad creativa? Mecánica	C O M O	Es una nueva combinación y jerarquías de respuesta al estímulo a nivel subconiente, que se manifiesta según tres modalidades: contigüidad accidental, asociación por semejanza o mediación de elementos en común [a].	Nace en el sujeto y es mediada por la experiencia y el entorno, auspicando diferentes etapas que reconocen cambios en las estructuras mentales subyacentes. En tanto proceso, reconoce fases: preparación, incubación, iluminación y verificación [b].	La interacción modifica las estructuras mentales que devuelven un reflejo subjetivo de la realidad. Los procesos y mecanismos psicológicos subyacentes implicados (asimilación, interiorización, ordenación y adaptación) permiten la reconstrucción de nuevas ideas significativas de utilidad [c].	No reside únicamente en la persona sino en sus posibilidades de acceso (medio) y adaptación a múltiples, complejas, crecientes y cambiantes conexiones (vínculos, nodos) con demás agentes (componentes) [d], integrando una estructura (red) que lo trasciende.	Estímulo de la formación reticular que mantiene el estado de conciencia y la conducta de atención [e], junto a otros núcleos del tallo cerebral relacionados con el sistema nervioso autónomo, que determinan la respuesta visceral asociada.	Quando se activa la red de control ejecutivo, la red neuronal por defecto se desactiva. Normalmente estas redes no se activan al mismo tiempo. La red de prominencia tiene una función clave para alternar entre el mecanismo de generación de ideas y el de evaluación de las mismas [f].	Entendida como otras actividades adaptativas, un primer estímulo, responsable de la aparición de las formación reticulares [e] que tendrán prominencia en el proceso [f], desencadena posibilidades múltiples, crecientes y cambiantes [d], inaugurando un mecanismo que reconoce modalidades [a] y fases [b] secuenciadas e identificables [c].	Ante la posibilidad de un nuevo modelo inclusivo, deben incorporarse con precisión, roles, secuencias y jerarquías destacados por cada disciplina y corriente que ha intervenido. La complementación recíproca entre los procesos psicológicos y fisiológicos, permite vincular y coordinar la operatividad jerárquica de los mecanismos intervinientes y su transcripción simultánea a misiones y funciones constituyentes de la actividad. La acción y resultado de ello, deberá ayudar a mejorar su comprensión.

POSIBILIDAD DE SINCRETIZACIÓN DE LOS DISTINTOS MODELOS INVESTIGATIVOS SOBRE LA CREATIVIDAD									
INTERPRETACIONES							VALORACIONES		
desde la mirada...	PSICOPEDAGÓGICA						f	INFERENCIAS	CONCLUSIONES
CATEGORÍA	Conductista	Cognitivista	Constructivista	Conectivista	Fisiologista	Computacional			
¿Qué estudios respaldan las afirmaciones realizadas sobre la actividad creativa? Validación	Estudios experimentales objetivos [a] sobre la conducta en tanto comportamiento, es decir de otras consideraciones estructurales, mayormente observacionales, asociacionistas y de sujeto único.	Registro de comportamientos observables, usando condiciones experimentales controladas y medibles de análisis multivariado [b] (Test Psicométricos) repaladas por modelos y técnicas matemáticas.	Estudios participativos in situ [c] sobre distintos componentes como la motivación (afectivo-emocionales), el método (modales) y el objetivo (contextuales) para optimizar el proceso creativo.	Hallazgo de sistemas neuronales específicos [d], como las neuronas espejo, que permiten al ser humano sentir como propias (sensaciones, emociones y acciones que son percibidas en lo demás).	Detección del crecimiento y multiplicación de sistemas neuronales independientes complementarios [e] presentes en áreas frontoparietal de la corteza cerebral.	Desafíos de creatividad y Text Psicométricos, monitoreados por imágenes de resonancia magnética funcional [f] (fMRI) para registrar el comportamiento de la estructura cerebral y su conectividad funcional.		Los distintos estudios han pretendido siempre, alcanzar términos de certidumbre. Algunos resultaron determinantes [d][e] y encontraron nuevas posibilidades a partir de la inclusión tecnológica [f]; sin embargo, no siempre han indagado el hecho coincidentemente, abordando en forma unívoca distintas dimensiones [a][b] y posibilidades del fenómeno [c].	Las experiencias capaces de testimoniar el proceso han tendido a asegurar condiciones específicas de observación y registro valorizable. Es oportuno diseñar una nueva herramienta descriptiva y observacional, de lenguaje universal, capaz de abordar el fenómeno integralmente y con una nueva dinámica
POSIBILIDAD DE SINCRETIZACIÓN DE LOS DISTINTOS APORTES INVESTIGATIVOS SOBRE LA CREATIVIDAD									
INTERPRETACIONES							VALORACIONES		
desde la mirada...	PSICOPEDAGÓGICA						f	INFERENCIAS	CONCLUSIONES
CATEGORÍA	Conductista	Cognitivista	Constructivista	Conectivista	Fisiologista	Computacional			
¿Qué antecedentes reconoce el estudio de la actividad creativa? Evolución	Observaciones metodológicas [a] de la psicología y de las ciencias naturales (etología y antropología).	Aportes estructuralistas de la Gestalt, aceptación del método científico y la Teoría de la Medición [b].	Estudios psicométricos parametrizados [c] y modelos operativistas de los procesos mentales.	Inclusión de Teoría de Redes, Instruccionismo. Sistemas conexionistas [d]. Sistemas adaptativos. Teoría del caos.	Interpretación de mapas corticales y el hallazgo de distintos tipos y funciones neuronales [e].	Inclusión de tecnología computacional para el registro e interpretación de estudios in action [f].		La evolución del paradigma observacional [a][b][c], inclusive frente al auge científico tecnológico vigente [e][f], no ha permitido aun, la suficiente complementariedad [d] para completar la observación [a][e] del fenómeno.	Las especulaciones fueron encontrando referencia en teorías, modelos y tecnología en evolución, promoviendo la intervención transdisciplinar. Es posible, acompañar a las investigaciones y emulaciones actuales, con nuevos modelos, mas flexibles y abiertos, capaces de describir e interpretar el fenómeno de manera amplia e integradora.

- El diseño del modelo topológico interpretativo: Buscó la expresión morfológica más sintética y pertinente para representarlo. Lo consigue formulando el desarrollo topológico de un modelo tetraédrico, mínima expresión poliédrica que propone a partir de sus vértices, aristas y caras triangulares, relaciones triárquicas y el arreglo físico para los elementos representativos de la citada integración sincrética. Permite acomodar los conceptos de las teorías y hallazgos considerados, a una arquitectura figurativa y geométrica formal con posibilidades operativas, formulando la pretendida descripción alternativa del fenómeno creativo como una transducción sincrética basada en la citada asociatividad [forma-función-acción]. Rigen su mecánica: patrones morfoconductuales, transformaciones isomórficas y parametrizaciones isométricas propias de su geometría tetraédrica (Aquí hacen aparición matemáticas cualitativas más que cuantitativas, que permiten descubrir nuevas relaciones y patrones de comportamiento en lo complejo). López, f. (2014)

2 – Modelizaciones del autor – García, G. - material de la tesis La forma de las ideas (p42 a 49 y p68)– 2024



- Su aplicación experimental: Buscó la utilidad del modelo diseñado en un contexto específico, aplicando el boceto preliminar de su funcionamiento como herramienta de transferencia didáctica pedagógica; capaz de interpretar el proceso creativo en un área concreta de la actividad ingenieril, y reelaborar programáticamente una asignatura de especialidad, de

cara a la enseñanza y entrenamiento de nuevos contenidos. Surgen de su mecánica, la caracterización de sus partes geométricas para representar relaciones, combinaciones y organizaciones temáticas.

3 – Matrices organizacionales de la mecánica tetraédrica – García,G. - material de la tesis La forma de las ideas (p74 y 75) – 2024

PRISMAS	NODOS	ARISTAS	CARAS
CONCEPTO	ATRIBUTO	TEMA VINCULANTE	Δ CARACTERÍSTICA MODALIDAD
FUNCIÓN	evaluable R	PERTINENCIA R-S	I organizacionista PENSAMIENTO SISTÉMICO
	interpretable S	REPRESENTACIÓN I-R	
	cualificable I	MORFOLOGÍA S-I	
FORMA	discretizable I	MORFOLOGÍA I-S	S gráfica conductal PENSAMIENTO VISUAL
	restringible R	SIMULACIÓN I-R	
	trazable S	GEOMETRÍA S-R	
MÉTRICA	cuantificable R	GEOMETRÍA R-S	I analítica PENSAMIENTO MATEMÁTICO
	calculable I	REPRESENTACIÓN R-I	
	valorizable S	MODELIZACIÓN S-I	
UTILIDAD	trazable I	MODELIZACIÓN I-S	S eficacia dimensional PENSAMIENTO AMBIENTAL
	validable R	SIMULACIÓN R-I	
	aprovechable S	PERTINENCIA S-R	
JERARQUÍA	clasificable I		
	identificable S		
	ordinable R		

3 – Modelizaciones del autor – García,G. - material de la tesis La forma de las ideas (p76)– 2024



El modelo tetraédrico en acción.

Considerando que la investigación, propuso un modelo en condiciones experimentales, el conforme final para esta herramienta exploratoria quedó supeditado a los resultados de su aplicación en la práctica real; pero no sin algunas condiciones preliminares. Resultaba imprescindible describir más específicamente la creatividad ingenieril:

Necesariamente supeditada al hecho social, la puesta en valor de estudios sobre creatividad en la ingeniería requerirá discriminar su valoración en diferentes especialidades y contextos, ya que, en el presente, representa una nueva dinámica de plusvalor que merece una revisión ontológica en relación con su participación y valoración en los nuevos modelos de producción. En este sentido, la Creatividad, define su “ethos” profesional y la transferencia tecnológica su “alter ego”. Por otra parte, l@s Ingenier@s, por definición, han de dominar el modo en que su campo analiza los hechos que observa, argumenta y presenta soluciones nuevas en el contexto de lo ya sabido, apegado a las convenciones de su jerga. El estímulo del pensamiento divergente le asegura un estado permanente de alerta y expectación en relación con su saber. Sin embargo, la originalidad no es sinónimo de creatividad ingenieril, sino una forma de medirla. Mientras el resultado de una creatividad evolutiva sugiere ir adaptando soluciones (remedio), la ruptura, genera nuevos paradigmas y permite cambios importantes (invención). El momento eureka no aparece espontáneamente, sino como síntesis de un proceso; una disposición de elementos conectados causalmente, donde cada elemento tiene efecto sobre el siguiente. Entre ellos se establecen relaciones en forma de “tétradas” y permite pasar de un pensamiento lineal (deductivo), a uno incremental (inductivo).

Con las premisas señaladas y el modelo como guía, se rediseño una asignatura detenida en el tiempo: Una nueva propuesta para “Sistemas de Representación”, materia que dicto desde hace 25 años en UTNBA, fue el ámbito propicio para poner a prueba el modelo experimental, asumiendo personalmente los riesgos que ello implicare y permitiendo poner en práctica la mentada “investigación áulica” que reclaman las nuevas tendencias pedagógicas.-Bain, k. (2007)

Los cambios en el dictado de la asignatura, se aplicaron durante los últimos años; en coincidencia con el final de la pandemia (2020 y 2021) y el regreso a la presencialidad. El nuevo modelo áulico ofrecía una modalidad de dictado

híbrida, permitiéndonos maximizar el provecho de contar con soportes multimediales; incluir el uso de herramientas de tecnología digital en reemplazo del instrumental tradicional; y la presentación de renovadas prácticas de orientación específica, acompañadas de un modelo de evaluación ipsativa y abierta durante todo el proceso de cursada. La organización programática de los contenidos, abandonó la secuencia tradicional (apegada a los manuales normativos), para dar paso a la espontánea incorporación de contenidos por necesidad; apelando a una lógica relacional que sugiera inevitable su incorporación.

Esta ambiciosa tarea, pudo ser monitoreada gracias al respaldo y compromiso del equipo docente.

Testimonios del resultado.

Catalina Arona, comenzó sus estudios para ingeniería Naval en UTNBA, en plena pandemia. Su destacada participación en la asignatura Sistemas de Representación, mereció su designación como docente auxiliar en la Cátedra durante el retorno a la actividad presencial. En sus propias palabras dice: -“Desde hace cuatro años, soy partícipe y testigo de la transición entre la virtualidad forzada y un modelo híbrido que posibilitó explorar las ventajas didáctico-pedagógicas de la integración entre herramientas digitales y el trabajo sincrónico en el aula, bajo un nuevo formato programático y organizativo basado en un modelo experimental.-“

La asignatura, tradicionalmente ceñida a la práctica normativa, encontró nuevas posibilidades para explorar su saber: “- relacionamos aspectos procedimentales (matemáticos) y organizativos (sistémicos), de un modo lúdico e intuitivo (ambientales); redescubriendo el valor de la representación gráfica en la formación de los ingenieros navales.-“

Este enfoque metodológico basado en la investigación áulica, optimiza tiempos de aprendizaje gracias al aprovechamiento de los nuevos recursos tecnológicos sin desatender los fundamentos clásicos del dibujo técnico: “-La materia siempre se planteó como un puente entre lo que el alumno ve y cómo puede expresarlo creativamente de forma gráfica, para que otros futuros ingenieros lo vean de la misma forma.-“

Agrega que: “- En el presente, el pensamiento visual, la comunicación gráfica y el dibujo técnico, conjugados con las posibilidades que brinda la era digital, están transformando la forma en que alumnos y docentes interactúan en aulas donde antes reinaban el lápiz y el papel... Volver al aula presencial como ayudante y de la mano de esta propuesta, fortaleció mi convicción en que las aulas son el mejor espacio para el intercambio de ideas.-“

El aula de formato híbrido nos ha permitido conservar lo mejor de ambos espacios, planteando distintas tareas, integradas en la clase bajo un nuevo esquema organizativo: Administrar contenidos desde el AULA VIRTUAL - Tutorar y orientar prácticas mediante ESPACIOS SINCRÓNICOS - Dirimir, acordar y volcar lo aprendido en el recinto físico AULA-TALLER. Dichas tareas, facilitaron una nueva dinámica tendiente a multiplicar las posibilidades de producción durante las clases: La incorporación del dibujo vectorial digital (CAD) en reemplazo del tradicional instrumental, fue solamente el comienzo de nuestra experiencia. La fusión de plataformas digitales en clase sincrónica, se suman ejercicios de modelización, simulación digital y realidad mixta (RV y RA) como medios para ayudar a comprender ese espacio físico a través de programas específicos de Dibujo Técnico y comunicación gráfico-visual.

Juan Bono, cursó la asignatura durante el ciclo lectivo 2024. Buena parte de la planificación realizada con ayuda del modelo tetraédrico, permitió contemplar las asimetrías posibles de un estudiantado heterogéneo y sin conocimientos previos sobre el tema. Relaciones surgidas del pensamiento ubicuo, permitieron establecer pautas y tiempos para que un nuevo conocimiento resulte asimilable: “-Cabe destacar que no soy un alumno de la media; tengo 52 años y, a mi edad, no pensaba vivir esta experiencia... gran parte de la tarea, se basaba en el uso del CAD... Me desconcertó al principio por no tener ningún manejo de esa herramienta, ¡jamás lo había usado! y hacía mucho tiempo que no usaba una computadora... estamos hablando de más de 25 años-“.

La programación de tareas a partir de las relaciones organizacionistas que propone el modelo experimental, permitió una labor áulica que, aunque guiada, plantea un acercamiento inducido, causal y espontáneo a los contenidos. Esto requiere mayor tiempo dedicado a la finalidad de los mismos: “-el apoyo y el seguimiento docente fue permanente. Sin ello, obviamente, no podría haber llegado a estos resultados.-“ ... -“al pasar el tiempo de la cursada, todos formaron parte de un equipo y se complementaban entre sí; y se podían lograr cosas cada vez mejores y más complejas. Fue increíble la evolución de una clase a otra; de un mes a otro. Comenzamos haciendo trazos a mano alzada, que al principio eran horribles... eso se fue corrigiendo clase a clase... comenzamos con trazos simples ... todo lo que volcábamos en el trazo a mano alzada luego lo pasábamos a CAD; y luego lo visualizábamos modelizado por RV o por RA...-“

La orientación general del curso y de la producción gráfica realizada, siempre mantuvo la ambición de estar explorando un saber profesionalista que destaca el valor del pensamiento visual en la formación de los futuros ingenieros navales: “-parte de los trabajos fueron individuales, y después hicimos un trabajo final, con el que aprendimos a trabajar en equipo... cada uno, como si fuésemos una pequeña empresa fabricante de piezas navales, construimos y modificamos cosas que ya teníamos hechas; otras las hemos creado. Nos hemos reunido cada clase; juntado cada pieza; y se conformó lo que fue el portfolio final que fue ¡terrible!... fue un laburo de verdad... hoy en día lo miro y digo ¡no puede ser!... –“

Conclusiones

Las observaciones preliminares sobre este análisis topológico alientan toda pertinencia frente a un esquema que parece conjugar adecuadamente con las conceptualizaciones reseñadas y acomodarse a los requerimientos planteados por las teorías e investigaciones realizadas en distintos ámbitos consultados.

Expone todo a una permanente valoración teleológica, genealógica y ontológica immanente de su inédita condición, ofreciendo formular modos, temas y conceptos, en relación al contexto influyente y del que es influido. En ese sentido, inclusive puede considerarse alternativo al condicionamiento presente en otras estrategias de enseñanza. La búsqueda que propone, no está limitada al distingo e interpretación de temarios y contenidos, sino también a la pauta asignable a la propia asociatividad no lúdica e intencionada del sistema logrado; que permite definir trazabilidades orientadas a múltiples estrategias de enseñanza y entrenamiento de la creatividad.

En lo taxonómico, el modelo remite a los lugares físicos, funcionales y conductuales que busca sincretizar, gracias a la comprensión visual que Brinda su raigambre geométrica, desarrollada y formalizada por el modelo tetraédrico. Tanto el modelo como el espacio topológico conformado, quedan definidos por los componentes que lo originaron, respetando la lógica de las mecánicas investigadas con sincretismo unificador e integrador. Mientras que su propia mecánica es convergente y tendiente a la síntesis, su dinamismo es divergente en el marco de la multiplicación exponencial ilimitada que ofrece la topología tetraédrica. Sus posibilidades creativas como herramienta analítica de trasposición didáctica, se ponen en evidencia al observar la combinatoria infinita de los prismas, ceñida a las relaciones de afinidad asociativa entre los componentes temáticos involucrados; atento a la pauta de los patrones investigados durante la reseña científica.

Planteadas las diferencias entre invención y creatividad ingenieril, y amparados en la capacidad analítica e integradora del modelo desarrollado, se considera probable que múltiples accesos puedan ser representados por éste, tanto en la interpretación de ciencia aplicada como en el desarrollo de tecnología soporte.

Desde lo metodológico, las diversas posibilidades de acceso temático que brinda el modelo, gracias a la ilimitada combinatoria, permite explorar nuevos saberes; pero también nuevos accesos a saberes ya consagrados dentro de las distintas especialidades ingenieriles.

Las posibilidades descriptivas aplicables a cualquier proceso creativo ingenieril, quedan aseguradas por las relaciones triárquicas derivadas de su geometría inicial, que obligan a un análisis siempre transversal del problema, a resolver creativamente gracias al cruce de los ocasionales componentes temáticos escogidos. La medición y parametrización precisa de cada elemento constitutivo del sistema, está asegurada por las matemáticas topológicas de cálculo que acompañan la geometría del modelo.

Líneas de investigación futura.

La voluntad sincrética de este modelo topológico, tendiente a conjuntar y armonizar corrientes de pensamiento e investigación sobre la creatividad, promete una exégesis; un aporte interpretativo sobre lo dicho por la ciencia enfocada en la investigación y reflexión sobre las teorías educativas.

La transferencia de conocimientos es el proceso mediante el cual los resultados de investigaciones, descubrimientos, procedimientos y conocimientos permiten ser utilizados y/o adaptados por otros campos. Generar, desde esta propuesta, condiciones para su aplicación en otros ámbitos del saber, dentro y fuera de nuestra disciplina, es una ambición de mandato netamente ingenieril. Se espera de esta herramienta exploratoria, el acceso a nuevas orientaciones pedagógicas inducidas por el modelo interpretativo que propone; ya que permite caracterizar los conocimientos y promover decisiones para enseñarlos por medio del entrenamiento como asegura Morales Artero (2001). Podría ayudar a discutir nuevas pautas de enseñanza, más lúdicas y prospectivas, superando las sesgantes posibilidades del aprendizaje condicionado; todavía operante, en todas las áreas de la enseñanza.

Como en todo estudio topológico, su arquitectura y geometría deberán ser siempre acompañadas por sus modelos matemáticos, indispensables para la parametrización y dimensionamiento de cada parte o componente constitutivo específico. Inclusive convertirlo en una aplicación programable y operable. Su dinámica de transformaciones permanentes, admite observar y administrar procesos de evaluación formativa, ofreciendo un verdadero seguimiento permanente, abierto y sistemático en el que se recoge y analiza información para valorar el avance en los aprendizajes, acompañando su evolución. En tal sentido derivaciones de esta herramienta podrían, inclusive, dar acceso a nuevos modelos de evaluación, fundamentalmente orientados a la formación por “competencias”. En el modelo descripto (material a exhibir), el color no ha sido utilizado solamente con valor referencial, sino que las relaciones MODO-CARA-COLOR de la estructura tetraédrica, podrían tener un nuevo correlato en un sistema de calificación no notarial; por ejemplo, basado en saturaciones de color.

Referencias

- BAIN, K. (2007): “What the Best College Teachers Do”. Traducción de Oscar Barberá. 2007. Universitat de Valencia
- GARCÍA, G. (2018): “Control Zeta”, conclusiones del seminario IX de la Maestría en DU-UTNBA. Buenos Aires.
- GARCÍA, G., & Botti, P. (2022). SdR22 Híbrido -una oportunidad.
<https://aulasvirtuales.frba.utn.edu.ar/course/view.php?id=4611>
- GARCÍA, G. (2023). De la geometría Euclidiana a la Era Digital.
<https://aulasvirtuales.frba.utn.edu.ar/course/view.php?id=4611>
- GARCÍA, G. (2024): “La forma de las ideas”. Tesis Magistral. Repositorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Tecnológica nacional Facultad Regional Buenos Aires.
- GUILFORD, J.P. (1977). “La naturaleza de la inteligencia humana”, ed. Paidós. Barcelona.
- LACAN, J. (1975): Conferencia dictada en la Universidad de Yale. Inédito.
- LÓPEZ, F. (2014): “Espacios Topológicos”. Ed. De la UGR. Granada.
- MORALES ARTERO, J. (2001): “La evaluación en el área de la educación visual y plástica”. Ed. ESO UAB. Barcelona.

“Los objetivos del desarrollo sostenible, la evaluación por competencias y otras alternativas para asociar contenidos específicos de Termodinámica en Física II con su aplicación en Ingeniería”

“The objectives of sustainable development, competency assessment, and other alternatives to associate specific contents of Thermodynamics in Physics II with its application in engineering.”

Presentación: 01/08/2025

Fabian R. Gon, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, fgon@frsf.utn.edu.ar
Claudio Enrique, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, cenrique@frsf.utn.edu.ar
Carlos Gutiérrez, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, cgutierrez@frsf.utn.edu.ar
Carlos Sanseverinati, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, cisanseverinati@frsf.utn.edu.ar
Tatiana B. Moschen, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, moschentatiana@gmail.com
FRSF-UTN, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
fgon@frsf.utn.edu.ar

Resumen

La enseñanza de la Física en Ingeniería demanda una base sólida de conocimientos teóricos los que se deben fortalecer con experiencias prácticas para complementar y corregir concepciones erróneas o malas interpretaciones. Esta investigación se centra en el análisis de las actividades desarrolladas por los estudiantes de un curso de Física de Ingeniería Industrial de segundo año de la facultad Regional Santa Fe, en donde se vincula un concepto de transferencia de calor de Termodinámica (ley de Fourier) con desarrollo sostenible y medio ambiente. Los docentes implementaron una actividad en grupos, la cual consistía en mejorar las condiciones de aislación de una vivienda con determinadas condiciones preestablecidas. Se definieron directrices claras para el desarrollo de las actividades, brindando acompañamiento y orientación a los grupos de estudiantes. La evaluación de las presentaciones grupales se llevó a cabo mediante un enfoque basado en competencias. Los resultados obtenidos a través de encuestas permitieron evidenciar la percepción de relevancia atribuida por los estudiantes a los temas tratados, así como su reconocimiento del impacto de estos en su proceso de formación como ingenieros. Aun cuando muchos estudiantes carecían de conocimientos previos, a excepción de los contenidos presentados en la asignatura, la implementación fue bien recibida. Se identificó interés moderado en los contenidos sobre medio ambiente, subrayando la importancia de la vinculación de estos con el currículo de la carrera de Ingeniería.

Palabras clave: Medio ambiente, Competencias, Ley de Fourier, Termodinámica

Abstract

The teaching of Physics in Engineering requires a solid foundation of theoretical knowledge, which must be strengthened with practical experiences to complement and correct misconceptions or misunderstandings. This research focuses on the analysis of the activities developed by the students of a second-year Industrial Engineering Physics course at the Santa Fe

Regional Faculty, where a concept of heat transfer from Thermodynamics (Fourier's law) is linked to sustainable development and the environment. The teachers implemented a group activity that consisted of improving the insulation conditions of a house under certain pre-established conditions. Clear guidelines were defined for the development of the activities, providing support and guidance to the student groups. The evaluation of the group presentations was carried out using a competency-based approach. The results obtained from surveys indicated the relevance perceived by students regarding the topics addressed, as well as their recognition of the impact of these on their training process as engineers. Even though many students lacked prior knowledge, except for the content presented in the course, the implementation was well received. Moderate interest was identified in the content about the environment, emphasizing the importance of linking these to the curriculum of the Engineering degree.

Keywords: Environment, Competencies, Fourier's law, Thermodynamics

Introducción

En el año 1998 comenzó en la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) el dictado de la carrera de Ingeniería Industrial, como una necesidad y requerimiento del medio productivo de la región de influencia de la FRSF y como una nueva oferta educativa.

En el transcurrir de veintisiete años desde el inicio de la carrera y con más de 595 graduados, los cuales se han ido insertando en medios productivos y académicos como docentes e investigadores y organizacionales de la región es de nuestro interés evaluar algunos aspectos necesarios que hoy son demandados y requeridos dentro de las competencias de los ingenieros industriales y que en un comienzo tal vez no se le asignaron una importancia relevante.

La carrera de Ingeniería Industrial desempeña un papel fundamental en la optimización de procesos productivos y en la gestión eficiente de recursos, aspectos que tienen un impacto directo en el medio ambiente. En un contexto global donde la sostenibilidad y la protección del entorno natural son prioridades. Los ingenieros industriales se encuentran en una posición clave para promover prácticas responsables y reducir la huella ecológica de las actividades industriales (García & López, 2010).

Desde sus inicios, la Ingeniería Industrial ha estado orientada a mejorar la eficiencia y la productividad, pero en las últimas décadas ha incorporado también la dimensión ambiental como un componente esencial de su ejercicio profesional. La implementación de sistemas de gestión ambiental, la optimización de cadenas de suministro y la adopción de tecnologías limpias son ejemplos de cómo esta disciplina puede contribuir a minimizar el impacto ambiental (Martínez & Pérez, 2015). En Argentina, donde la industria manufacturera, agrícola y energética representan sectores económicos clave, la influencia de los ingenieros industriales en la sostenibilidad resulta aún más relevante (Rodríguez, 2018).

La creciente conciencia social y normativa en torno a la protección ambiental ha impulsado a las instituciones académicas argentinas a incorporar en sus programas de estudio contenidos relacionados con la gestión ambiental, la responsabilidad social empresarial y la innovación sostenible. Esto ha permitido formar profesionales capaces de diseñar procesos productivos más responsables y de promover prácticas que reduzcan la generación de residuos, el consumo energético y las emisiones contaminantes (Fernández & Gómez, 2020).

Por otro lado, la innovación tecnológica y la digitalización, impulsadas por la ingeniería industrial, facilitan la implementación de soluciones sostenibles en diferentes sectores productivos. La adopción de sistemas de monitoreo en tiempo real, la automatización y el análisis de datos permiten identificar oportunidades para mejorar la eficiencia energética y reducir el impacto ambiental (López & Sánchez, 2022). En Argentina, estos avances contribuyen a un desarrollo industrial más consciente y respetuoso con el medio ambiente, alineándose con los objetivos globales de sostenibilidad.

La carrera de Ingeniería Industrial no solo busca optimizar procesos económicos, sino también promover un desarrollo sostenible que tenga en cuenta el cuidado del medio ambiente. La integración de conocimientos técnicos, éticos y ambientales en la formación de estos profesionales es esencial para afrontar los desafíos ecológicos actuales y futuros, consolidando así un compromiso con la protección del entorno natural desde el ámbito industrial.

La currícula del ingeniero industrial se relaciona con la conservación del medio ambiente de manera directa e integral, ya que muchos de sus contenidos y competencias según lo expresa el “libro rojo del Confedi” están orientados a optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia en el uso de recursos, cómo pueden ser:

1. Gestión de recursos y eficiencia energética: Los ingenieros industriales aprenden a diseñar sistemas productivos eficientes, lo cual implica minimizar el consumo de energía, agua y materias primas. Esto contribuye a la sostenibilidad ambiental.
2. Producción más limpia: Se abordan conceptos de ecoeficiencia y tecnologías limpias, que promueven procesos industriales con menor impacto ambiental.
3. Gestión ambiental: Algunas asignaturas incluyen temas sobre normativas ambientales (como ISO 14001), auditorías ambientales y evaluación de impacto ambiental, preparando al ingeniero para implementar sistemas de gestión ambiental en las organizaciones.
4. Gestión de residuos: Se enseña sobre manejo y reducción de residuos industriales, reciclaje, y economía circular, conceptos clave para disminuir la huella ecológica de los procesos productivos.
5. Logística sostenible: Se estudia cómo optimizar cadenas de suministro no sólo desde el costo y tiempo, sino también desde el impacto ambiental, fomentando el uso de transporte eficiente y embalajes ecológicos.
6. Diseño de procesos sustentables: En la formación en diseño y mejora de procesos, se consideran criterios ambientales junto con los técnicos y económicos, lo cual favorece la sostenibilidad integral.
7. Responsabilidad social y ética profesional: Las materias de ética y responsabilidad social incluyen el análisis de la sostenibilidad y el compromiso con la comunidad y el entorno natural.

En resumen, el ingeniero industrial está capacitado para integrar la conservación del medio ambiente como parte esencial del diseño, operación y mejora de sistemas productivos y de servicios.

Dentro de ese amplio bagaje de conocimientos y competencias que poseen, en este trabajo hemos centrado nuestro análisis en un tema que corresponde con la asignatura Física II y que relaciona conceptos de termodinámica, como son el de transferencia de calor, la ley de Fourier y los conceptos de desarrollo sostenible y medio ambiente.

La ley de Fourier es crucial para el diseño y la optimización de sistemas térmicos, como sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, los ingenieros utilizan esta ley para calcular el flujo de calor en paredes, ventanas, y conductos de aire, ayudando a crear ambientes más eficientes en términos energéticos.

La ecuación que define la ley de Fourier está establecida por:

$$Q = -k.A.dT.dx$$

Donde cada variable representa:

- Q es la tasa de transferencia de calor (flujo de calor).
- k es la conductividad térmica del material.
- A es el área a través de la cual se transfiere el calor.
- dT dx es el gradiente de temperatura en la dirección del flujo de calor.

En la construcción de edificios, la ley de Fourier se aplica para seleccionar materiales con las propiedades térmicas adecuadas. Los materiales utilizados en aislación se diseñan específicamente para reducir la transferencia de calor,

aprovechando las propiedades de baja conductividad térmica, lo que ayuda a mantener la temperatura interior estable y reducir el consumo de energía.

También esta ley tiene aplicaciones en otros casos como en ingeniería de materiales, dispositivos electrónicos, control de procesos térmicos, simulaciones térmicas en ingeniería, entre muchas otras.

La Termodinámica, y en particular los procesos de transferencia de calor desempeñan un papel fundamental en la comprensión y gestión del impacto ambiental de las actividades humanas y las tecnologías modernas. La transferencia de calor, que incluye conducción, convección y radiación, es esencial en numerosos sistemas industriales, energéticos y domésticos, y su correcta gestión puede contribuir significativamente a reducir el impacto ambiental.

Uno de los aspectos más relevantes en relación con la transferencia de calor y el medio ambiente es el consumo energético. La mayoría de las actividades humanas, desde la generación de electricidad hasta la calefacción y refrigeración de edificios, dependen de procesos que involucran la transferencia de calor. Por ejemplo, las centrales térmicas, que queman combustibles fósiles para producir energía, liberan grandes cantidades de calor residual al ambiente, contribuyendo al calentamiento global y a la contaminación del aire (Zhou et al., 2010). La eficiencia en la transferencia de calor en estos sistemas puede reducir el consumo de combustibles y, por ende, las emisiones de gases de efecto invernadero.

Asimismo, la gestión eficiente del calor en procesos industriales puede disminuir la huella ecológica, además en el ámbito de la refrigeración y aire acondicionado, la transferencia de calor es un factor clave en el uso de refrigerantes. Muchos refrigerantes tradicionales, como los CFC y HCFC, tienen un alto potencial de agotamiento de la capa de ozono y contribuyen al calentamiento global. La transición hacia refrigerantes más ecológicos y sistemas de transferencia de calor más eficientes ayuda a reducir estos impactos.

Desarrollo

Este estudio adoptó un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas con el objetivo de obtener una comprensión integral del fenómeno educativo investigado (Creswell, 2014). Se enmarcó en un diseño descriptivo y exploratorio, orientado a diagnosticar percepciones estudiantiles sobre contenidos disciplinares clave, así como a identificar oportunidades de mejora pedagógica desde la perspectiva docente.

Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), los enfoques mixtos son apropiados cuando se busca, simultáneamente, validar instrumentos de medición y profundizar en la interpretación de datos complejos. En este caso, la combinación de ambos enfoques permitió obtener datos cuantificables mediante encuestas estructuradas, así como insumos cualitativos derivados del análisis reflexivo por parte de los docentes.

El proceso metodológico se desarrolló en cuatro fases consecutivas:

1. Diseño de la herramienta de recolección de datos. En esta fase inicial se elaboró un cuestionario tipo encuesta en formato digital, fundamentado en los objetivos de la investigación y en las competencias esperadas en los estudiantes. Se garantizó la validez de contenido mediante revisión por jueces expertos, y se aplicaron criterios de claridad, pertinencia y relevancia en la formulación de los ítems (Ávila Baray, 2010).
2. Aplicación piloto de la encuesta. La segunda fase consistió en la implementación del cuestionario en un contexto real, aplicada al total de los estudiantes del curso de Física II de la comisión de Ing. Industrial. Este ejercicio tuvo como objetivo validar la estructura y funcionalidad del instrumento.
3. Análisis de resultados. Posterior a la recolección de datos, se llevó a cabo un análisis interpretativo de los resultados. Este fue realizado por los docentes involucrados, combinando análisis estadístico descriptivo con discusiones cualitativas. Esta triangulación metodológica facilitó la identificación de patrones y áreas de mejora en la comprensión y apropiación de contenidos curriculares.
4. Evaluación de seguimiento e intervención pedagógica. Finalmente, se diseñó e implementó una intervención en el aula basada en los hallazgos previos. Esta etapa tuvo como propósito reforzar los contenidos que fueron

identificados como deficientes o ausentes en los estudiantes, a partir de una propuesta de mejora construida colaborativamente por el equipo docente. Esta fase se enmarca en una lógica de investigación-acción, orientada a promover transformaciones en las prácticas de enseñanza (Kemmis & McTaggart, 2005).

En conjunto, el enfoque metodológico permitió no sólo validar una herramienta diagnóstica, sino también diseñar acciones concretas de mejora educativa, fundamentadas en datos empíricos y en el análisis crítico de los docentes participantes.

Encuesta:

El diseño de la encuesta exploratoria tuvo el objeto de indagar a los estudiantes sobre diferentes conceptos que tienen una relevancia actual sobre el desempeño del ingeniero industrial en un ámbito laboral totalmente cambiante. La misma se aplicó por medio de Microsoft Forms, donde los alumnos accedieron a través de un link que el docente estableció en el campus virtual de la FRSF-UTN.

Para realizar la recogida de datos, se consideró una técnica que permitiese reunir a los diferentes actores implicados en la realización de las actividades a evaluar, donde previamente los docentes establecieron las preguntas en función de los objetivos establecidos. Con esta finalidad, se decidieron implementar las preguntas que van de lo más general a lo más específico.

Se comenzó con unas preguntas introductorias como cuáles son los datos de quien completa la encuesta, nombre, número de legajo, especialidad que cursa, para seguir con otras preguntas de transición para empezar a introducir el tema de debate: ¿Sabe cuál es el diseño curricular vigente de su carrera ingenieril? ¿Conoce cuál es el plan de estudios? ¿Conoce lo que es el Confedi? ¿Conoce cuáles son los alcances del título de la Ingeniería que está estudiando? ¿Conoce qué son las actividades reservadas de las carreras de Ingeniería (en particular la que usted estudia)? ¿Conoce que la carrera de Ingeniería que está estudiando brinda una sólida formación técnica y principios éticos en el ejercicio de la profesión que permite diseñar y ejecutar creativamente proyectos? ¿Conoce que desde los nuevos planes de estudios de las ingenierías que se dictan en la FRSF-UTN se incorpora la evaluación basada en el Enfoque por Competencias (EC)?

Finalmente se pasó a tratar específicamente los puntos claves que son objeto de evaluación (contenidos, medio ambiente, participación, sostenibilidad, etc.) ¿Se ha informado mediante diferentes vías de comunicación sobre el Desarrollo Sostenible (DS)? ¿Sabe qué son los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS)? ¿Conoce lo que es la Agenda 2030? ¿Considera que es importante el DS para el sostenimiento de la vida en el planeta? ¿Por qué? ¿Sabe qué es el EC? ¿Sabe si la EC contempla la incorporación de dimensiones ambientales o del DS en su perfil profesional? ¿Es factible llevar a cabo las mismas en el desarrollo de la asignatura Física II y de ser así como lo implementaría?

Del total de los alumnos encuestados el 66% dijo conocer el diseño curricular de su carrera y un porcentaje superior del 88% indicó conocer el plan de estudios y el Confedi aun cuando no supieron indicar correctamente que significaban esas siglas, pero en menor proporción 78% indica conocer los alcances del título de su carrera. Sin embargo, sólo un 19% conoce cuáles son sus actividades reservadas.

En cuanto a los temas asociados con los objetivos del desarrollo sostenible solo un 31% respondió que se ha informado en diferentes vías de comunicación, como en clases en la facultad, redes sociales. En cuanto a la agenda 2030, sólo un porcentaje levemente superior del 38% tiene conocimiento al respecto y de los 17 objetivos de la misma, la mayoría señaló a la pobreza y el hambre como los temas más relevantes.

En lo que respecta a la evaluación por competencias los encuestados han manifestado que tienen una muy vaga información, el 31% sobre su significado, pero sin embargo el 47% conoce que la FRSF-UTN incorpora la evaluación basada en el enfoque por competencias y solo el 6% reconoce la incorporación de ODS en su perfil profesional.

Los hallazgos muestran que el uso de la herramienta virtual facilitó la organización de la información en ítems por dimensión, así como el registro de la opinión de los docentes sobre los conceptos analizados.

Evaluación de Seguimiento (EDS)

En función de las respuestas obtenidas en la encuesta en la segunda instancia se implementó una actividad a los alumnos con el objeto de vincular los conceptos de Termodinámica, en particular la Ley de Fourier con el desarrollo sostenible y medio ambiente.

La actividad constó de una EDS, donde los alumnos en primera instancia debían formar grupos de no más de cinco alumnos con los cuales tuvieran mayor afinidad. Luego el docente sugirió un problema para abordar, el cual consistía en mejorar las condiciones de aislación de una vivienda tradicional con determinadas características constructivas. Para este trabajo se daban las dimensiones de la vivienda, materiales de paredes y techo.

Los alumnos debieron aplicar los conceptos de Termodinámica, que se habían desarrollados en el primer trimestre de Física II, teniendo en cuenta los conceptos de medio ambiente y proponer una modificación a la vivienda con el objeto de reducir el consumo de energía para mantener determinados valores de temperatura en la misma.

Los 8 grupos que se conformaron correspondían a 39 estudiantes, quienes fueron evaluados en la EDS en dos etapas. La primera consistió en una presentación oral de 15 minutos, en la cual podían elegir la herramienta a utilizar, como PowerPoint, simuladores o videos, para exponer ante toda la clase. En la segunda etapa, los estudiantes debían presentar un documento en formato PDF que incluyera el desarrollo completo de su trabajo, así como los cálculos realizados, dibujos y la bibliografía utilizada en su análisis.

En la evaluación de las exposiciones orales de los grupos participaron dos docentes: uno de ellos, el responsable del curso, y el otro, un investigador especializado en la temática abordada. Las presentaciones y los documentos entregados por cada grupo fueron evaluados mediante una lista de verificación que analizó diversos aspectos relacionados con la presentación, el desarrollo del contenido, el abordaje de la temática, el cálculo de costos, la bibliografía utilizada, las herramientas empleadas, el desempeño durante la exposición, la creatividad, entre otros.

En las presentaciones orales se evidenciaron diversos aspectos relevantes. En primer lugar, se destacó el trabajo colaborativo llevado a cabo por los estudiantes, caracterizado por una participación activa de todos los integrantes del grupo. Asimismo, fue notable la motivación demostrada hacia la actividad, la cual se diferenciaba significativamente de las clases expositivas tradicionales, tanto de Física I como de Física II. No obstante, también se identificó un aspecto menos favorable: varios estudiantes manifestaron un considerable nivel de ansiedad o temor al momento de exponer frente a sus compañeros en el aula.

Al momento de resolver la EDS, surgieron diferentes maneras de analizar la situación, mientras la mayoría de los grupos analizo directamente cuales eran las características de transferencia de calor de las paredes, techo y piso de la vivienda, otros definieron previamente las dimensiones de la vivienda, analizaron aspectos como cuales eran las empresas dedicadas a la comercialización e instalación de diferentes tipos de aislantes.

En dos casos realizaron un análisis de costos y de la relación de los valores necesarios para poder hacer la modificación y la recuperación de la inversión, teniendo en cuenta aspectos muy relevantes como el medio ambiente, ahorro energético, que eran en si los aspectos que se esperaba un mayor impacto. Todos los alumnos integrantes de los grupos consideraron muy relevante la posibilidad de encontrar la relación entre conceptos básicos de Termodinámica y una aplicación concreta que como ingenieros deberán resolver a futuro.

Los contenidos de la asignatura de Física, en términos generales, presentan un alto nivel de abstracción, lo que puede dificultar su comprensión por parte de los estudiantes. Por esta razón, resulta fundamental establecer vínculos con ejemplos concretos que faciliten su asimilación. En este sentido, la búsqueda de aplicaciones prácticas de los conceptos abordados favoreció la motivación de los estudiantes, incentivándolos a profundizar en el análisis y en el desarrollo de investigaciones relacionadas con otros contenidos más pertinentes a las competencias propias de la formación en Ingeniería.

Los aspectos que en mayor medida se destacaron en todos los grupos fue la explicación inicial que realizaron del problema, el análisis de todas las variables intervinientes y su relación con el concepto de Física aplicado que en este caso estaba definido por medio de la ley de Fourier.

Pudimos observar que los estudiantes tributaron en alguna medida a todas las competencias que se encuentran establecidas en el diseño curricular de la asignatura Física II tanto en lo referente a las competencias tecnológicas como a las sociales, políticas y actitudinales.

Las cinco competencias que se encuentran establecidas en el diseño curricular de la asignatura Física II son: dos Competencias Tecnológicas, CG1 que es identificar, formular y resolver problemas de ingeniería y CG4 que es utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la Ingeniería. Y tres competencias Sociales, Políticas y Actitudinales, CG6 que consiste en desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, CG7 que es comunicarse con efectividad y CG9 aprender en forma continua y autónoma.

En la EDS que se implementó se pudieron evaluar el nivel de desempeño de los estudiantes en estos aspectos que son tan relevantes para su formación como futuros ingenieros, por ejemplo, en:

- CG1: al plantear el problema con un enunciado abierto en donde les daba la posibilidad a los alumnos de analizar diferentes temas concernientes a lo visto en clase y otros que desconocían.

- CG4: al tener que buscar en la bibliografía suministrada por el docente de la cátedra y en otras fuentes de datos como proveedores e industrias especializadas en el tema.

CG6: al trabajar en equipo, si bien los mismos se habían establecido por afinidad entre los estudiantes para hacer el proceso más dinámico, los estudiantes provienen de diferentes formaciones académicas, condiciones y realidades sociales.

- CG7: al exponer el tema en la clase frente a sus pares y docentes. También evaluado por el docente en el desarrollo del trabajo realizado por los grupos en clase.

- CG9: en esta última podemos decir que los resultados surgen de los comentarios positivos que realizaron los alumnos al concluir la actividad, en donde manifestaron que además de poder comprender el concepto básico de Física II estudiado, además debieron buscar en diferentes temáticas que aún no habían desarrollado y de las cuales tenían un conocimiento vago y en algunos casos hasta erróneo.

Conclusiones

Si bien el plan de acción adoptado en 2015 durante la Cumbre de las Naciones Unidas contempla 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que integran dimensiones económicas, sociales y medioambientales, el 19 % de los estudiantes encuestados puso énfasis, principalmente, en los dos primeros: la erradicación de la pobreza y la eliminación del hambre. Estos objetivos están orientados a garantizar la seguridad alimentaria, mejorar los niveles de nutrición y promover una agricultura sostenible.

Mientras que otros aspectos que se consideran cotidianamente como más relevantes como igualdad de género, educación inclusiva, reducir las desigualdades y ciudades más inclusivas, solamente ocuparon un 3%.

La implementación de la EDS evidenció que el abordaje de contenidos abstractos como la Ley de Fourier a través de actividades prácticas, contextualizadas en situaciones reales vinculadas al medio ambiente y la eficiencia energética, favorece significativamente el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería. La actividad permitió no solo una mejor comprensión de los conceptos de Termodinámica, sino también una mayor motivación y compromiso por parte de los estudiantes, en comparación con las clases tradicionales.

Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes fueron capaces de aplicar los conocimientos adquiridos para resolver un problema concreto, desarrollando propuestas viables de mejora en la aislación térmica de una vivienda. Además,

se observaron aportes significativos al desarrollo de competencias establecidas en el diseño curricular de la asignatura Física II, destacándose particularmente la competencia de comunicación efectiva (CG7), así como la capacidad de trabajar en equipo (CG6), resolver problemas de ingeniería (CG1) y aprender de manera autónoma (CG9).

El trabajo colaborativo, la búsqueda de información externa, la inclusión de análisis de costos y la relación con variables medioambientales fueron aspectos clave que enriquecieron la actividad. Si bien se identificó cierta ansiedad al momento de las exposiciones orales, esta experiencia permitió a los estudiantes desarrollar habilidades blandas necesarias para su futuro desempeño profesional.

En síntesis, la actividad propuesta demostró ser una estrategia pedagógica efectiva para integrar contenidos teóricos con aplicaciones prácticas, promoviendo un aprendizaje significativo, interdisciplinario y alineado con los desafíos reales que enfrentarán como futuros ingenieros.

A partir de los resultados alcanzados, se proyecta la implementación de una experiencia similar en la unidad temática de Óptica Física, con el objetivo de analizar la consolidación y transferencia de las competencias desarrolladas por los estudiantes en el presente estudio.

Referencias

Ávila Baray, L. E. (2010). *Elaboración de instrumentos de medición en las ciencias sociales*. Editorial Trillas.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Confedi. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina: Libro rojo de CONFEDI*. Universidad FASTA Ediciones. https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf

Fernández, P., & Gómez, D. (2020). *Formación en gestión ambiental en las universidades argentinas: un enfoque hacia la sostenibilidad*. *Educación y Sociedad*, 41(1), 101-118.

García, M., & López, S. (2010). *Gestión ambiental en la ingeniería industrial: desafíos y oportunidades*. *Revista de Ingeniería y Desarrollo*, 15(2), 45-60.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Participatory action research*. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). SAGE Publications.

López, J., & Sánchez, M. (2022). *Tecnologías digitales y sostenibilidad en la industria argentina: un análisis de casos*. *Revista de Innovación y Tecnología*, 10(2), 55-70.

Martínez, R., & Pérez, A. (2015). *Innovaciones en sostenibilidad para la ingeniería industrial en América Latina*. *Journal of Sustainable Engineering*, 8(3), 123-137.

Rodríguez, L. (2018). *El rol del ingeniero industrial en la promoción de prácticas sostenibles en Argentina*. *Revista Argentina de Ingeniería*, 22(4), 78-92.

Zhou, W., Lou, C., Li, Z., Lu, H., & Yang, H. (2010). *Current status of research on optimum sizing of stand-alone hybrid solar-wind power generation systems*. *Applied Energy*, 87(2), 380–389. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.012>

Evaluación de la conciencia ambiental en estudiantes de ingeniería: una experiencia en la UTN - FRSF.

Assessing Environmental Awareness Among Engineering Students: a case study at UTN-FRSF.

Presentación: 04/09/2025

Susana Noemí Roldán

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina,
snroldan@frsf.utn.edu.ar

Carlos José Suárez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Argentina,
csuarez@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Las instituciones de educación superior son clave en la formación de profesionales para enfrentar desafíos globales. Es vital que se alineen con los principios del desarrollo sostenible, integrando contenidos y pedagogías que reflejen estas prácticas. Este enfoque institucional integral de la educación para el desarrollo sostenible requiere entornos de aprendizaje en los que los alumnos aprendan lo que viven y vivan lo que aprenden. Un aspecto crucial es el desarrollo de un indicador de huella de carbono institucional, siguiendo las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) 2006, bajo los estándares de la norma ISO 14.064, para evaluar y mitigar las emisiones. Este compromiso no solo apoya la reducción del calentamiento global, sino que implica una transformación educativa. La Universidad Tecnológica Nacional se ha adherido a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) de la ONU (2015), y la propuesta de trabajo planteada para la Facultad Regional Santa Fe, como subsistema que interacciona con el medio ambiente, consiste en propiciar la conciencia ambiental de los que conforman el ámbito de la facultad así como fomentar el grado de involucramiento en las prácticas sustentables desde las cátedras en las que se explorarán las propuestas de desarrollo sostenible.

Palabras clave: educación superior – desarrollo sostenible – transformación educativa – conciencia ambiental – objetivos de desarrollo sostenible

Abstract

Higher education institutions play a pivotal role in preparing professionals to address global challenges. In this context, universities must align their missions and pedagogical frameworks with the principles of sustainable development, incorporating content and teaching practices that embody these values. A comprehensive institutional approach to education for sustainable development (ESD) calls for learning environments where students *learn by doing and do by learning*. A critical component of this strategy is the establishment of an institutional carbon footprint indicator. This should adhere to the 2006 guidelines of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and comply with ISO 14064 standards, enabling universities to assess and mitigate their greenhouse gas emissions. This commitment not only contributes to the fight against global warming but also drives a deeper transformation in educational models. The National Technological University (Universidad Tecnológica Nacional, UTN) has formally embraced the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) set forth by the United Nations in 2015. Within this framework, the initiative proposed for the Santa Fe Regional Faculty—conceived

as a subsystem interacting with its environment—seeks to cultivate environmental awareness across the academic community. It also aims to foster meaningful engagement with sustainable practices through curricular strategies, wherein sustainable development proposals are actively explored and implemented.

Keywords: higher education – sustainable development – educational transformation – environmental awareness – Sustainable Development Goals (SDGs)

Introducción

En los últimos años, se ha experimentado un avance significativo en la búsqueda y aplicación de estrategias de desarrollo sostenible en las instituciones de educación superior. Dado el rol central que desempeñan en la configuración social, las instituciones educativas están en posición de orientar el desarrollo de modelos de sociedad más deseables, por lo que el análisis de sus estructuras y dinámicas excede el interés puramente académico. En este contexto, la sostenibilidad ha comenzado a consolidarse mediante la institucionalización de acciones definidas en planes y programas específicos. Gutiérrez Barba y Martínez Rodríguez (2010) destacan la relevancia de integrar dichas acciones en el marco de agendas ambientales oficiales, como estrategia para avanzar hacia un modelo de universidad comprometido con el desarrollo sustentable.

La educación para el desarrollo sostenible promueve la formación de ciudadanos conscientes, comprometidos y capacitados para actuar en favor del ambiente y la sociedad, integrando dimensiones cognitivas, actitudinales y prácticas (Gutiérrez-Mijares y Pellegrini-Blanco, 2023).

La educación para la sostenibilidad permite a los estudiantes comprender la interdependencia entre los sistemas naturales y sociales, desarrollar habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas, y participar activamente en sus comunidades. Estas competencias, fundamentales para enfrentar los desafíos del siglo XXI, son cada vez más valoradas en el mercado laboral por su vínculo con la responsabilidad social y ambiental (UNESCO, 2023; Gutiérrez Pallares et al., 2023).

Entre las perspectivas incorporadas a la agenda se han desarrollado:

- ✓ Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en el curriculum, donde se destaca un estudio realizado en la Universidad de Southampton, Reino Unido, por un grupo interdisciplinario conformado por 5 (cinco) docentes universitarios, con el objetivo de apoyar la reflexión crítica, implementando una investigación-acción cooperativa con el propósito de promover el desarrollo curricular y profesional en EDS al incorporarlas en su práctica docente.
- ✓ Contribución de la Universidad a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Según la Universitat Carlemany (2021), el análisis parte de observar cómo las universidades se han convertido en aliados fundamentales para alcanzar los ODS. Su contribución abarca áreas como la formación, la investigación y el desarrollo, la cooperación internacional y el emprendimiento social. Siguiendo los ODS, las universidades pueden implementar estrategias que promuevan la sostenibilidad y la conciencia ambiental.
- ✓ Responsabilidad Social Universitaria (RSU). Morante Ríos (2022) menciona que la RSU, inspirada en la responsabilidad social empresarial, se ha arraigado cada vez más en la sociedad, siendo en las universidades donde se estudian y aplican. La RSU aborda temas de desarrollo sostenible y protección del medio ambiente y su adopción en las instituciones de educación superior es un paso relevante hacia la sostenibilidad.
- ✓ Acciones Prácticas en las Universidades. Las universidades pueden tomar medidas concretas para cuidar el medio ambiente y promover la sostenibilidad. Algunas acciones incluyen fomentar el reciclaje, reducir el uso de papel, ahorrar energía eléctrica y promover la movilidad sostenible, como el uso de bicicletas.

En resumen, las universidades desempeñan un papel crucial en la promoción de prácticas sostenibles y la conciencia ambiental. La integración de la EDS en el curriculum y la adopción de estrategias específicas contribuyen al desarrollo sostenible en el ámbito universitario.

En el marco del PID FETEEC357, denominado ESTRATEGIAS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO, se han propuesto distintos objetivos, entre ellos, explorar estrategias efectivas para aumentar la conciencia pública sobre la huella de carbono y su impacto en el medio ambiente. Para iniciar el estudio se efectúa un trabajo exploratorio, dirigido a recolectar información acerca de la conciencia ambiental de un grupo de estudiantes del último año de Ingeniería Civil, la cual se empleará para sondear la opinión de una muestra de estudiantes.

Desarrollo

Se inicia la investigación mediante un diseño no experimental, propuesto para observar situaciones ya existentes en las que las variables no se manipulan. La variable de investigación propuesta para este nivel es: Nivel de conciencia ambiental.

Como búsqueda de “profundización y organización del estudio de la conciencia”, Jiménez y Lafuente (2006), realizan un trabajo de operacionalización de la conciencia ambiental que integra cuatro dimensiones: afectiva, cognitiva, activa y conativa o disposicional. Esta conceptualización es retomada y ampliada por Prada Rodríguez (2013), quien articula dichas dimensiones desde una perspectiva psicológica y comportamental.

Estas dimensiones describen diferentes aspectos de la conciencia ambiental, que a su vez es un constructo psicológico. La conciencia ambiental se entiende como la suma de estos cuatro elementos, que influyen en la forma en que las personas perciben, sienten, se comprometen y actúan en relación con el medio ambiente.

Se considera que la conciencia contribuye a la formación integral de la persona, a su educación a todos los niveles. Esta variable es de carácter de cualitativo y politómica ya que varía o presenta dos o más valores que pueden ser ordenados siguiendo un criterio establecido por una escala ordinal, que se caracteriza porque no es preciso que el intervalo entre mediciones consecutivas sea uniforme.

Se inició la investigación realizando una revisión de diferentes fuentes secundarias para obtener datos acerca de la normativa vigente. Luego de la observación se procedió a adaptar una escala de Likert de Medición de Conciencia Ambiental ya validada, aplicada a un grupo de estudiantes del 5° nivel de la carrera Ingeniería Civil, para recabar datos iniciales que permitan realizar el ajuste a la población que representa a los estudiantes de ingeniería de la institución. La escala mencionada consiste en una herramienta de medición que sirve para evaluar la opinión de una persona sobre un tema, producto o servicio (Matas, 2018), que se realiza a través de un cuestionario con un rango de preguntas cerradas y emplea, generalmente cinco niveles, en este caso, utilizando una escala de “acuerdo”, que se subdivide en: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo.

Mediante el empleo de esta escala, se estableció el nivel de acuerdo o desacuerdo de los encuestados con respecto a las preguntas o afirmaciones establecidas. En este caso, se adoptaron particularmente diversos indicadores dentro de la dimensión afectiva, cognitiva, disposicional y activa. Los datos obtenidos de esta escala permitieron medir y evaluar las respuestas. El instrumento utilizado para evaluar la conciencia ambiental en estudiantes fue una encuesta estructurada, adaptada de un diseño metodológico previo presentado en una tesis universitaria desarrollada en el marco de un proyecto educativo con enfoque intercultural (Reátegui Ahuanari y Pinedo Castillo, 2022).

Esta escala contó con 26 afirmaciones, que abarcaron las dimensiones afectiva, cognitiva, disposicional y activa, contando con un valor de alfa de Cronbach de 0,79, valor que, según los estudios de Ruiz Bolívar, 2002, resultó de consistencia alta, considerándose al instrumento confiable. En la Tabla 1 se exhiben los valores destacados por este autor.

Tabla 1

Baremo para interpretar coeficiente alfa de Cronbach

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

Fuente: Ruiz Bolívar (2002)

Resulta oportuno destacar que el coeficiente de consistencia interna de Cronbach expresa el grado en que los ítems miden la misma variable, es decir es un rasgo de homogeneidad. De este modo, su utilidad original se orienta a calcular la confiabilidad de un instrumento cuyos ítems o reactivos conformen un único dominio, esto es, una variable o rasgo único.

Al analizar los resultados obtenidos, se observó que el primer indicador, *la contaminación ambiental no es un tema de mi interés*, obtuvo el mayor valor dentro del nivel *totalmente en desacuerdo*, con una puntuación total de 1,42, cuya distribución de resultados se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Nivel de conciencia ambiental – Indicador 1

Indicador 1: La contaminación ambiental no es un tema de mi interés



Nota: Elaboración propia.

Otros indicadores que presentaron bajas puntuaciones han sido el indicador 26, *no necesariamente la comunidad en su totalidad debe comprometerse en mejorar el medio ambiente*, con un valor de 1,667, que obtuvo 67% en desacuerdo y el indicador 19, *es difícil que me comprometa en el plan de mejora propuesto*, con un 58% en desacuerdo y un valor de 1,75. En la Tabla 2 se exhibe la distribución de resultados correspondientes al indicador 19.

Tabla 2

Nivel de conciencia ambiental-Indicador 19.

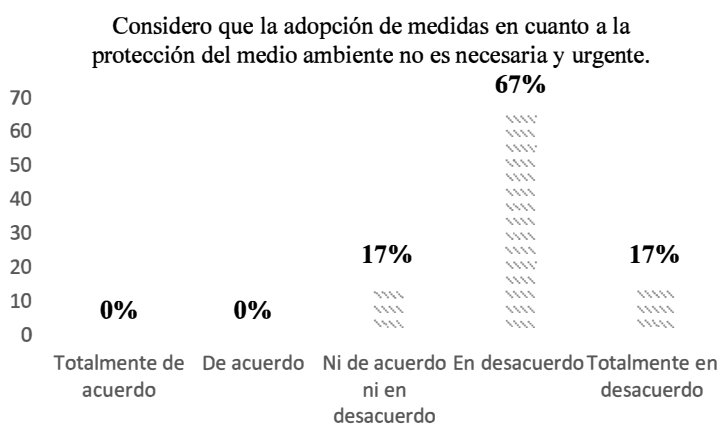
Nivel	fr	%
Totalmente de acuerdo	0	0
De acuerdo	0	0
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	8,33
En desacuerdo	7	58,33
Totalmente en desacuerdo	4	33,33
Total	12	100

Nota: Elaboración propia.

No menos importante resultó la valoración del indicador 3: *Considero que la adopción de medidas en cuanto a la protección del medio ambiente no es necesaria y urgente*, con una puntuación de 2,00, la distribución de resultados se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Nivel de conciencia ambiental-Indicador 3.

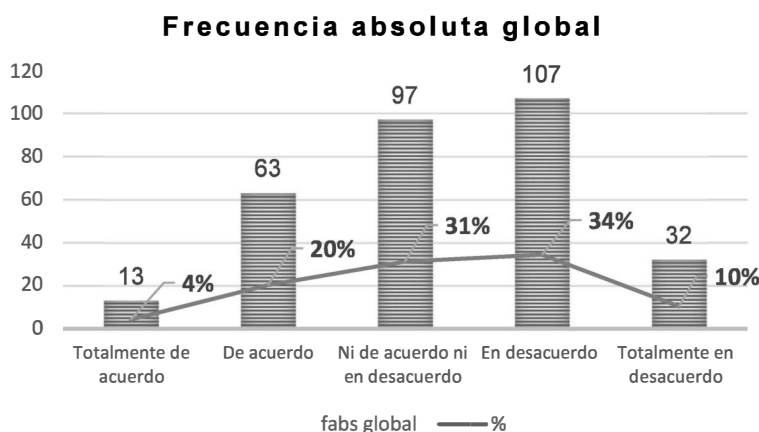


Nota: Elaboración propia.

Otro de los valores calculados fue la frecuencia absoluta global correspondiente a los 26 indicadores estudiados, habiéndose obtenido los números y porcentajes que se muestran en la Figura 3, destacándose un máximo de 34% con 107 respuestas *en desacuerdo* y un mínimo de 4%, con 13 respuestas *totalmente en desacuerdo*.

Se observó que, entre los encuestados, el máximo, 34%, se mostró en desacuerdo, mientras que solo el 4% opinó totalmente de acuerdo. Además, la distribución de frecuencias absolutas estuvo muy poco concentrada, con valores próximos (31% y 34% respectivamente) en los niveles *ni de acuerdo ni en desacuerdo* y *en desacuerdo*.

Figura 3
Valores porcentuales de la frecuencia absoluta global por cada nivel.



Nota: Elaboración propia. Fuente: Trabajo de campo.

Analizados los resultados en función de la catalogación por dimensiones: afectiva, cognitiva, disposicional y activa, se obtuvo que, en las afirmaciones de la primera de estas dimensiones el porcentaje de desacuerdo resultó entre el 28,33% y el 67%. En la dimensión cognitiva, la afirmación 9, Tengo muy poco conocimiento acerca de los tipos de contaminación que existen, recibió un 90 % de respuestas *de acuerdo* en tanto que la afirmación 7, Arrojar basura al piso no tiene repercusión en el medio ambiente, recogió un 38,33% en desacuerdo. La afirmación 18, correspondiente a la dimensión disposicional, No quiero asistir a eventos donde se hable de la contaminación y problemas ambientales, obtuvo un 73% de acuerdo y la 19, Es difícil que me comprometa con un plan de mejora ambiental, alcanzó un 35% en desacuerdo. Por último, la dimensión activa tuvo un 85% de acuerdo en la afirmación 25, Es necesario recibir capacitación para mejorar las actividades de cuidado en la facultad, y un 33% en desacuerdo en la afirmación 26, No necesariamente la comunidad en su totalidad debe comprometerse en mejorar el medio ambiente.

Los resultados obtenidos permitieron revisar el objetivo propuesto y plantar las bases para revisar el comportamiento del instrumento y redactar un borrador con algunos ítems para la propuesta de un plan de mejora continua en aspectos ambientales.

Conclusiones

El objetivo que identifica el propósito principal de este estudio preliminar consiste en explorar estrategias efectivas para aumentar la conciencia pública sobre la huella de carbono y su impacto en el medio ambiente, para lo cual se plantea este trabajo exploratorio para sondear la opinión de los estudiantes.

Los apartados anteriores llevan a pensar que los aportes hechos por el estudio son insuficientes, de modo que no es posible brindar una conclusión taxativa.

Se advierte, sin embargo, del análisis de este primer objetivo, una débil visión de conjunto de la problemática abordada, enfatizando la falta de prioridad de la gestión ambiental. Se observa poca participación ciudadana, carencia de mecanismos adecuados para la resolución de conflictos derivados de la gestión ambiental e insuficiencia de conocimientos técnicos por parte de los estudiantes que han participado.

En ese orden de ideas, se desprende que resulta necesario y urgente adoptar medidas en cuanto a la protección del medio ambiente. La conciencia ambiental debe ser objeto de la gestión ambiental y la implicación de la comunidad educativa exige también cambiar las maneras de pensar y sentir sobre el medio ambiente para cambiar las estrategias de acción.

Referencias

Amar Cabrera, F. y Uribe Castro, H. (2020). *Implementación de "Campus Sostenible": prácticas ambientales positivas en una universidad de Colombia*. Revista Educación Superior y Sociedad (ESS), 32(2), 251–277. <https://doi.org/10.54674/ess.v32i2.253>

Cebrián, G. (2020). *La educación para el desarrollo sostenible en el currículum universitario: una investigación-acción cooperativa con profesorado*. Revista Iberoamericana de Educación Superior, 11(30), 99–114. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.30.5>

Gutiérrez Barba, E. y Martínez Rodríguez, G. (2010). El plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior: Escenarios posibles. *Revista de la Educación Superior*, 39(153), 113–130. [https://doi.org/10.1016/S0185-2760\(10\)70100-9](https://doi.org/10.1016/S0185-2760(10)70100-9)

Gutiérrez-Mijares, S. y Pellegrini-Blanco, A. (2023). *Educación para el desarrollo sostenible y percepción de la comunidad universitaria: caso Universidad Simón Bolívar*. Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad, 5(1), 1–18. <https://doi.org/10.22533/repes.vol5n1.2023.245>

Gutiérrez Pallares, J., Bernal Pérez, M. B. y Gutiérrez Pallares, E. (2023). *Habilidades blandas: pilares fundamentales para la empleabilidad en el siglo XXI* (N.º 9, pp. 48–65). Fundación Universitaria Los Libertadores. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9789998.pdf>

Jiménez Sánchez, M. y Lafuente, R. (2006). La operacionalización del concepto de conciencia ambiental en las encuestas. En R. Castro (Ed.), *Persona, sociedad y medio ambiente* (pp. 121–150). Junta de Andalucía.

Morante Ríos, E. A. (2022). *La Responsabilidad Social Universitaria: retos y perspectivas en el siglo XXI*. Revista de Ciencias Sociales (Cr), III(177), 145–160. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15374228008>

Prada Rodríguez, E. A. (2013). Conciencia, concientización y educación ambiental: conceptos y relaciones. *Temas*, (1), 1–15. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5894306>

Reátegui Ahuanari, P. A. y Pinedo Castillo, A. L. (2022). *Conciencia ambiental en estudiantes de la Institución Educativa N.º 601524, comunidad nativa Nueva Unión, río Chambira, distrito de Urarinas, provincia de Loreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe:8080/server/api/core/bitstreams/064167c1-3fd7-462f-a958-9c41c1a3254a/content>

Secular. (s.f.). *Programas de reciclaje en universidades: iniciativas y proyectos*. <https://secular.es/proyectos-comunitarios/programas-de-reciclaje-en-universidades-iniciativas-y-proyectos/>

UNESCO. (2023). *Los futuros que construimos: habilidades y competencias para los futuros de la educación y el trabajo*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384972>

Universitat Carlemany. (2021). *La sostenibilidad en la universidad*. <https://www.universitatcarlemany.com/sostenibilidad/la-sostenibilidad-en-la-universidad/>

Evaluación de Operaciones de Concentración para Recuperación de Subproductos: Aplicación Académica de un Desarrollo Industrial.

Evaluation of Concentration Operations for Byproduct Recovery: Academic Application of an Industrial Development.

Presentación: 13/06/2025

Romina A. Beltrán

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
romibeltran@gmail.com

Aldana A. Chesta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
chaldana@gmail.com

Luis A. Toselli

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
toselli_l@frvm.utn.edu.ar

Milena V. Monesterolo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Villa María, Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
vaninamonesterolo.vm@gmail.com

Resumen

Se presenta una experiencia didáctica que pretende articular la investigación y la transferencia a industrias con la enseñanza. La actividad fue implementada en la cátedra Operaciones Unitarias II, mediante el abordaje de una problemática real, generada a partir de los requerimientos de una empresa local del sector de pinturas, vinculada a la recuperación de aguas de lavado de reactores batch empleados en la producción de formulaciones de bases acuosas.

Partiendo de un efluente líquido, con sólidos en suspensión ($\approx 3\%$), se diseñó un trabajo práctico orientado a la selección y evaluación de operaciones de separación que permitan la valorización del residuo y su reutilización como materia prima. Se analizaron alternativas como, secado al vacío y destilación en condiciones controladas, de presión y temperatura, para tener un control sobre el comportamiento reológico del sistema y la eficiencia energética. Las operaciones fueron desarrolladas en laboratorio y planta piloto con el equipamiento utilizado en la etapa de investigación previa, realizada en el GISIQ.

La actividad permitió a los estudiantes realizar balances de masa y energía, construir curvas de secado, estimar

demandas térmicas y evaluar parámetros operativos críticos como presión, temperatura y tiempo de residencia. Se discutieron ventajas, limitaciones técnicas y económicas de cada alternativa, con validación experimental de productos recuperados.

El enfoque propuesto consolidó la formación por competencias específicas en diseño y análisis de operaciones de transferencia de masa y energía, con una fuerte vinculación a situaciones reales en el ejercicio de la vida profesional. La experiencia demuestra el valor pedagógico de integrar contextos prácticos de transferencia tecnológica en el aula. Aporta una estrategia concreta para vincular la formación académica con las demandas actuales del sector productivo, fortaleciendo la articulación universidad-industria.

Palabras clave: Recuperación de Subproductos, Aplicación Académica de un Desarrollo Industrial, Operaciones de Concentración.

Abstract

This educational experience aims to articulate research and industrial transfer with teaching. The activity was implemented in the Unit Operations II course by addressing a real-life problem, generated from the requirements of a local paint industry, related to the recovery of wash water from batch reactors used in the production of aqueous formulations.

Starting with a liquid effluent containing suspended solids ($\approx 3\%$), a practical project was designed aimed at the selection and evaluation of separation operations that allow for the recovery of the waste and its reuse as raw material. Alternatives such as vacuum drying and distillation under controlled pressure and temperature conditions were analyzed to control the rheological behavior of the system and ensure energy efficiency. The operations were carried out in the laboratory and pilot plant with the equipment used in the preliminary research phase, conducted at the GISIQ. The activity allowed students to perform mass and energy balances, construct drying curves, estimate thermal demands, and evaluate critical operating parameters such as pressure, temperature, and residence time. The technical and economic advantages and limitations of each alternative were discussed, with experimental validation of recovered products.

The proposed approach consolidated training based on specific competencies in the design and analysis of mass and energy transfer operations, with a strong connection to real-life professional situations. The experience demonstrates the pedagogical value of integrating real-life technology transfer situations into the classroom. It provides a concrete strategy for linking academic training with current industry demands, strengthening university-industry collaboration.

Keywords: Byproduct Recovery, Academic Application of Industrial Development, Concentration Operations.

Introducción

En el contexto de la presente ponencia se pretende poner en evidencia el énfasis que debe darse en cualquier asignatura asociada a procesos industriales respecto de la necesidad de integrar conocimientos básicos y aplicados, enfrentando nuevos desafíos, que demandan disponer métodos innovadores, revisar y actualizar alternativas técnicas y/o procesos, de manera parcial o total, de modo que pueda asegurarse una respuesta tecnológica que otorga una sólida formación profesional de los egresados.

Es lógico considerar que, de manera inherente con el desarrollo de los contenidos específicos, resulta indisoluble en la formación otorgada la visualización completa de la problemática que se ha de enfrentar.

Siempre habrá generación de subproductos o "residuos" que se acumularán si no se encuentra una aplicación de

los mismos en otros procesos. De allí la conveniencia de trabajar, por ejemplo, utilizando compuestos que, en la medida de lo posible sean altamente selectivos a efectos de obtener de modo casi excluyente los productos buscados. Sin embargo, esto muchas veces, puede resultar poco probable, altamente complejo o excesivamente costoso.

Ante estas circunstancias se podrá en algunos casos trabajar bajo el concepto de tratar los problemas medio ambientales a posteriori, diseñando y operando alternativas que permitan reducir o eliminar la contaminación luego que esta se produzca, o bien trabajar en la búsqueda de opciones sustentables para la recuperación y/o reutilización de los residuos generados. Un ejemplo de lo cual, luego será presentado como eje central de la presente ponencia.

En otros casos, será posible la obtención de los productos buscados mediante alternativas que reduzcan los problemas eventuales, recurriendo a soluciones que pueden ser abordadas en el contexto de conceptos propios de la química verde, esto es la utilización de un conjunto de principios que minimizan o eliminan el uso o la generación de sustancias peligrosas en el diseño, fabricación y aplicación de productos químicos (Anastas & Warner, 1998).

Se realiza una presentación resumida de actividades teórico prácticas que son tratadas como un caso de estudio, que es abordado por los estudiantes como ejemplo integral de procesos de ingeniería y que es desarrollado a efectos de fortalecer su capacitación en competencias específicas, requeridas para su formación y que servirán para estudiar la complejidad de situaciones que enfrentarán en su futuro profesional.

Esta actividad se plantea durante el desarrollo de la cátedra Operaciones Unitarias II, asignatura del área de especialidades, correspondiente al bloque de tecnologías químicas que se dicta en el cuarto nivel de la carrera de ingeniería química.

De esta manera la actividad propuesta resulta una versión simplificada de una problemática real que, a requerimiento de una empresa local, fue objeto de estudio y constituyó un desarrollo efectivo realizado por el GISIQ, en el contexto de un convenio vigente con la misma.

La misma cuenta una reconocida trayectoria en la producción y comercialización de una amplia variedad de productos orientados tanto al uso residencial como industrial. Entre sus líneas de productos se encuentran pinturas al agua y al solvente, barnices, impermeabilizantes y productos especiales diseñados para diversas superficies. La empresa se destaca por su firme compromiso con la calidad, la innovación y la sostenibilidad, invirtiendo de forma continua en investigación y desarrollo con el objetivo de optimizar sus procesos productivos y reducir su impacto ambiental; destacándose su compromiso con la calidad y la innovación para ofrecer soluciones efectivas y sostenibles para sus diferentes productos.

En función de lo expuesto podrían mencionarse sus últimas inversiones para disponer de un reactor de pirólisis que permite sostener una economía circular, retirando del mercado un volumen de plásticos que supera considerablemente el que introduce al mercado con los envases de sus productos. En la actualidad se encuentra en montaje la planta de tratamiento de aceites de pirólisis que permite la reutilización de una variedad de subproductos, con aplicaciones en otros procesos, la puesta en marcha de esta nueva etapa está prevista para el año 2025 (Toselli y col., 2024).

Paralelamente se han desarrollado otros estudios que permiten integrar energéticamente una nueva etapa en el tratamiento de efluentes ya existente, que resuelven esta problemática propia de este tipo de productos industriales (Aboulhassan, et al, 2014; Hviktoryová, et al, 2022; Zhang, 2025). En este caso se ha propuesto una variante tecnológica que permitirá la reutilización de componentes residuales presentes en las aguas de lavado de los reactores batch de elaboración de pinturas con base acuosa. Esta condición además de representar una ventaja económica optimiza el procesamiento de aguas residuales minimizando los volúmenes de vertido.

Desarrollo

El estudio dio comienzo evaluando volumen y características del residuo acuoso de partida. A manera de ejemplo en la figura 1 se presenta la imagen de tanques colectores de aguas de lavado de uno de los productos industriales de fase acuosa, en donde se desarrolla parte del tratamiento de efluentes permitiendo finalmente disponer de un "residuo tipificado" de características estándar, 3 % de sólidos totales en suspensión, a partir de la cual se recupera un subproducto que se recicla al proceso como materia prima reutilizable.



Figura 1: a) Tanques colectores de aguas de lavado; b) Aspecto típico del residual a procesar

El estudio realizado sobre el sistema real sirvió como base para plantear una actividad integral que pudo ser bajada a la actividad académica para alcanzar los distintos resultados de aprendizajes (RA) propuestos para la asignatura en la respectiva planificación. Diseñar sistemas de operación de transferencia de masa sin reacción química para su selección óptima y eficiente, incluyendo los que requieren transferencia de energía, resolviendo ejercicios representativos de la práctica profesional. Aplicar equipamiento experimental y recursos bibliográficos e informáticos tales como software, bases de datos; para la resolución de problemas representativos de las distintas operaciones consideradas. Participar de actividades grupales para la realización de trabajos prácticos, actividades experimentales en planta piloto y elaboración de los informes respectivos, desarrollando hábitos de trabajo en equipo.

Los alumnos de la asignatura han podido trabajar durante toda su concreción utilizando el mismo equipamiento de laboratorio y planta piloto que el disponible en la investigación original, contando con lapsos de tiempos adecuados para desarrollar las distintas experiencias las cuales fueron al mismo tiempo discutidas en el ámbito teórico a efectos de encontrar y/o descartar distintas soluciones luego de analizar ventajas y desventajas, tanto técnicas como económicas. Como otro aspecto favorable a destacar se indica que los profesores responsables de la asignatura son investigadores del GISIQ y parte de quienes llevaron adelante el desarrollo que actualmente está siendo implementado a escala industrial.

Dentro de las distintas operaciones que fueron propuestas y evaluadas como alternativas de concentración se pueden mencionar evaporación, secado, destilación, entre otras (Wankat, 2008, Theodore and Ricci, 2010, Benitez, 2009).

Una vez discutidas cada una de ellas tanto en sus dificultades técnicas como económicas se llevó a la práctica aquellas que permitían eliminar agua concentrando el material de partida desde el 3% de sólidos iniciales tratando de alcanzar valores finales de interés.



Figura 2: a) Cápsulas con carga inicial b) Sistema de carga vertical. c) Equipo de secado con sistema de calefacción y vacío. d) Concentración del residuo en las bandejas durante la operación.

Como opción más favorable se trabajó obteniéndose los mejores resultados operando en modo de secado a presión reducida y por ende a bajas temperaturas que permitió alcanzar un subproducto aprovechable. En la figura 2 pueden observarse imágenes del sistema de carga en cápsulas a) y del conjunto vertical que permite el posicionamiento de las mismas en el interior del equipo, el sistema de secado bajo vacío completo y en la última imagen puede visualizar el efecto de evaporación durante el procesamiento permite elevar la concentración del material residual, situación que es observable y clarificadora de conceptos para facilitar la comprensión de los alumnos, de la mecánica de operación.

Luego de concluir con estas experiencias, se pudo obtener información relacionada con el proceso que permitió determinar balance de masa, demanda energética, curvas de secado, concentraciones finales alcanzadas, tiempos y temperaturas de operación que condujeron a analizar ventajas y desventajas que resultan inherentes al proceso. Cada uno de estos aspectos fue analizado antes de proceder a evaluar otro tipo de operación.

Como nuevas alternativas se consideraron distintas opciones relacionadas con la unidad N°4 (Destilación Fraccionada) aun cuando una operación de destilación continua resultaría más atractiva desde el punto de vista

de su demanda energética, ésta opción fue rápidamente descartada, luego de analizar el tipo de material, esto es una solución con sólidos en suspensión que por sus características presentará dificultades en su comportamiento hidráulico en los platos localizados por debajo de la alimentación y con temperaturas más elevadas, generando condiciones para probables reacciones semejantes a las observadas al considerar las primeras opciones de secado. Por otra parte, el reducido volumen de efluentes a procesar hace inadecuada una propuesta de operación continua.

Sin embargo, luego de valorar varios aspectos se procedió a trabajar, en el contexto de los contenidos de la unidad N°3, donde se pudo evaluar experimentalmente a escala laboratorio, la opción de destilación batch, que permitió alcanzar resultados favorables operando a presión reducida. Ver imágenes que se muestran en las figuras 3 a, b y c, en donde se observa el sistema de destilación batch, el manto calefactor y el chiller de refrigeración requerido para una adecuada condensación operando, a presión reducida y con una demanda de bajo caudal de agua de refrigeración. Pudo observarse que el buen ΔT_{ML} resultaba muy favorable con una baja demanda de área de condensación.



Figura 3: a) Equipo de destilación con sistema de calefacción y vacío. b) Manto calefactor
c) Sistema refrigeración.

Luego de analizar los resultados de estas operaciones se encontró que el sistema podía ser más simple todavía concentrando la suspensión mediante una destilación diferencial que se demostró que era innecesario el uso de la columna del sistema Batch, de esta manera se rediseñó la configuración del sistema experimental eliminando esta y reajustando los parámetros de operación de vacío y temperatura, logrando disponer de un sistema más sencillo, y por ende de menor costo, para poder obtener un subproducto concentrado, que respondió mejor a todos los requerimientos establecidos, en este caso se llegó hasta un valor de un 30% de sólidos totales, operando a temperaturas inferiores a 60°C, sin afectar la calidad para su reutilización. Las muestras obtenidas fueron validadas en formulaciones de proceso industrial.

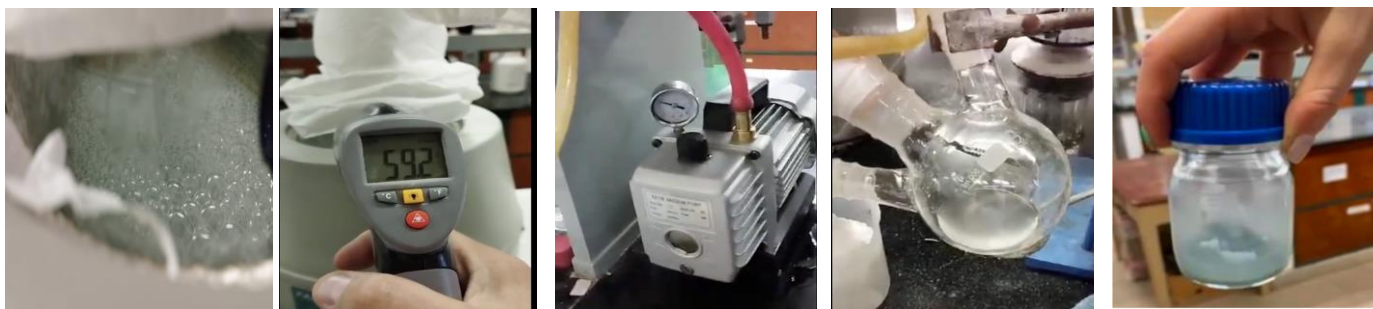


Figura 4: a) Ebullición en condiciones de proceso b) Control de temperatura c) Regulación de presión, d) Condensado e) Producto final.

En la figura 4 se muestra una sucesión imágenes en donde puede observarse distintos momentos de la operatoria en condiciones de destilación diferencial, entre ellas el desprendimiento de la fase vapor de la masa de agua que se separa de la suspensión (a), la necesidad de una adecuada regulación de operación bajo vacío, (b) permitiendo valores controlados de temperatura (c) que resulten adecuados para evitar reacciones indeseables o cambio de las propiedades físicas del residuo. La cuarta (d) muestra el condensado de agua, luego de la evaporación que se recupera para ser reutilizada. Finalmente, la imagen (e), corresponde al producto final obtenido, que se recuperó para su retorno al proceso.

Evaluación de Resultados

Cuando se analizó la viabilidad económica del proceso los alumnos pudieron comprender que, pese a tratarse de operaciones de baja escala con desventajas propias para un adecuado aprovechamiento energético, entre otras razones que, a priori, podrían parecer inadecuadas se pudo demostrar que la integración energética global de los procesos permitía una condición muy razonable para su implementación por cuanto se dispone de un excedente térmico que es utilizado de manera integral a partir de la recuperación de calor de los gases de combustión resultantes de la operación de pirólisis que se disponía como una condición energética remante. Se ha seleccionado un tipo de destilación, no demasiado sofisticado, como hubiera podido esperarse. Sin embargo, operando en modo discontinuo de tipo diferencial con reducidos volúmenes, se diseñó un sistema sencillo de bajo costo, que resulta apto para trabajar a escala industrial en base a una instalación de equipamiento común que permite un doble empleo alternativo, como la recuperación de subproducto de los aceites de pirólisis y el procesamiento de las aguas de lavado operando de acuerdo a un scheduling establecido. En la figura 5 se observa el avance en el montaje de las instalaciones que fueron diseñadas mediante un trabajo conjunto de profesionales del GISIQ con los responsables del área de ingeniería de la empresa. El sistema tiene fecha prevista de puesta en marcha para septiembre de 2025.



Figura 5: a) Instalaciones del sistema en construcción
b) Destilador diferencial.

Conclusiones

Como tales se pueden mencionar:

- i) La experiencia desarrollada permitió validar técnica y académicamente una alternativa viable para la recuperación y valorización de subproductos presentes en aguas residuales industriales.
- ii) A partir del tratamiento de un efluente con baja concentración de sólidos, se diseñó y evaluó un sistema de concentración por destilación diferencial operado a presión reducida, que resultó ser la opción más eficiente desde el punto de vista operativo, energético y económico.
- iii) Desde una perspectiva técnica, se logró alcanzar una concentración del 30% de sólidos totales sin comprometer la calidad del subproducto, el cual fue reintroducido en formulaciones reales de proceso.
- iv) El diseño experimental permitió realizar balances de masa y energía, obtener curvas de secado, identificar variables críticas de operación (temperatura, presión, tiempo de residencia) y validar un esquema de operación escalable con bajo nivel de complejidad.
- v) La integración energética del sistema con otras unidades (como el reactor de pirólisis) fue clave para optimizar el consumo energético, lo que refuerza la viabilidad del esquema propuesto en contextos industriales reales.
- vi) Desde el punto de vista académico, la actividad permitió trasladar un desarrollo industrial a un entorno de enseñanza-aprendizaje concreto.
- vii) Los estudiantes aplicaron conocimientos teóricos en un caso real, emplearon equipamiento a escala piloto y participaron activamente en el análisis técnico-económico de las alternativas evaluadas.
- viii) La propuesta promovió el desarrollo de competencias específicas en diseño de operaciones de separación, y al mismo tiempo, fomentó habilidades transversales como el trabajo en equipo, la argumentación técnica y la toma de decisiones basada en datos reales.
- ix) La articulación entre la investigación aplicada, la transferencia tecnológica y la formación académica no solo fortaleció el vínculo universidad-industria, sino que demostró ser una estrategia pedagógica efectiva para formar profesionales capaces de enfrentar desafíos complejos con una mirada sistémica y sustentable.

x) Todas las instalaciones citadas y los procesos en cuestión son visitados por los alumnos de la cátedra a efecto de visualizar la integralidad del planteo ingenieril que se ha tomado para su implementación académica.

Xi) Durante el desarrollo del proyecto en cuestión, se elaboró un proyecto final sobre la temática de pirólisis y una actividad de práctica supervisada bajo la conducción de otra de las investigadoras del GISIQ.

Referencias

Aboulhassan, M. A., Souabi, S., Yaacoubi, A., & Baudu, M. (2014). *Treatment of Paint Manufacturing Wastewater by the Combination of Chemical and Biological Processes*. International Journal of Science, Environment and Technology, 3(5), 1747–1758.

Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). Green chemistry: Theory and practice. Oxford University Press.

Benitez, J. (2009). Principles and Modern Applications of Mass Transfer. (Second Edition). Hoboken, New Jersey Published by John Wiley & Sons, Inc.

Hviktoryová, N., Szarka, A., & Hrouzková, S. (2022). Recent developments and emerging trends in paint industry wastewater treatment methods. Applied Sciences, 12(20), 10678.
<https://doi.org/10.3390/app122010678>.

Ordenanza 1875/2022 de Consejo Superior Universidad Tecnológica Nacional. Diseño Curricular de Ingeniería Química - Plan 2023.

Theodore, L and Ricci, F. (2010). Mass Transfer Operations for the Practicing Engineer. Hoboken, New Jersey, USA. Published John Wiley & Sons, Inc.

Toselli, L. A., Monesterolo, M. V., Chesta, A. A., & Guiliano Bono, M. (2024). Recuperación Experimental de Subproductos a partir de Aceites de Pirólisis Mediante Aplicación de Destilación Diferencial. Libro de actas 11 Congreso de Inv. y Des. en Tecnología y Ciencia- XI IDETEC 2024. pag 340 – 348. ISBN 978-987-8992-45-7.

Wankat, P. C. (2008). Ingeniería de Procesos de Separación. (2ª edición). México. Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Zhang, T. (2025). Sustainable Wastewater Treatment and the Circular Economy. Water, 17(3), 335.
<https://doi.org/10.3390/w17030335>

Ingeniería: creatividad, prototipos y desafíos reales en el primer año de la carrera.

Engineering: Creativity, Prototypes, and Real-World Challenges in the First Year of the Program

Presentación: 04/09/2025

Gustavo Alberto Bernaola

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Argentina.
gustavo@edesycc.com.ar

Matias Ibarra

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Argentina.
ing.matias.ibarra@gmail.com

Diana Analía Duré

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Resistencia, Argentina.
tecnodiana@gmail.com

Resumen

El presente trabajo analiza la experiencia pedagógica de la asignatura Ingeniería Electromecánica I, correspondiente al primer año de la carrera homónima en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia. Esta materia propone un enfoque innovador basado en el desarrollo de un proyecto integrador que busca acercar a los estudiantes al quehacer ingenieril desde el inicio de su formación.

A lo largo del cursado anual, los estudiantes deben diseñar y construir un prototipo funcional que responda a un desafío real, aplicando sus conocimientos iniciales mediante metodologías de aprendizaje activo. Esta propuesta promueve el desarrollo de competencias clave como la creatividad, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la capacidad de resolución de problemas.

El trabajo expone los fundamentos de esta estrategia, sus beneficios en términos de motivación y aprendizaje, y las dificultades enfrentadas en el proceso. Asimismo, se reflexiona sobre el valor del diseño como herramienta para plasmar ideas y sobre el impacto positivo que este tipo de iniciativas tiene en la formación integral del futuro ingeniero.

Palabras clave: Proyecto integrador, Creatividad, Prototipos

Abstract

This paper analyzes the pedagogical experience of the course *Electromechanical Engineering I*, part of the first year of the Electromechanical Engineering program at the National Technological University – Resistencia Regional Faculty. This course offers an innovative approach based on the development of an integrative project, aiming to bring students closer to real engineering practice from the beginning of their academic training.

Throughout the year-long course, students are challenged to design and build a functional prototype that addresses a real-world problem, applying their initial knowledge through active learning methodologies. This

initiative promotes the development of key competencies such as creativity, critical thinking, teamwork, and problem-solving skills.

The paper presents the foundations of this strategy, its benefits in terms of student motivation and learning, and the difficulties encountered during the process. It also reflects on the value of design as a tool to transform ideas into tangible solutions and the positive impact such experiences have on the comprehensive education of future engineers.

Keywords: Integrative project, Creativity, Prototypes

Introducción

El inicio de las carreras de ingeniería suele estar marcado por un fuerte componente teórico, lo que en muchos casos genera una desconexión entre los conocimientos adquiridos y su aplicación concreta. Frente a este desafío, la asignatura integradora Ingeniería Electromecánica I, correspondiente al primer año de la carrera homónima en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Resistencia, propone una experiencia educativa innovadora: acercar a los estudiantes al quehacer ingenieril desde el comienzo mismo de su formación, a través del desarrollo de un proyecto integrador.

Esta asignatura busca fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo, desafiando a los estudiantes a diseñar y construir un prototipo funcional que responda a una necesidad concreta. A partir de sus conocimientos iniciales y mediante una metodología de aprendizaje activo (aprendizaje basado en el reto y ABP), los estudiantes enfrentan el reto de idear una solución, materializarla y ponerla a prueba, en un proceso que articula saberes técnicos, habilidades comunicacionales y competencias actitudinales [1].

Las competencias que se buscan desarrollar en los estudiantes según el nivel de aporte es uno por ser de 1er.año o nivel son las siguientes Competencias Genéricas (CG) [2], que permiten cumplir con los ejes transversales de formación establecida en la RM 1564/2021 ME, se desarrolla la formación con los siguientes ejes [3], competencias Tecnológicas :CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería y CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas. Como las competencias Sociales, Políticas y Actitudinales: CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.CG7: Comunicarse con efectividad.CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.CG9: Aprender en forma continua y autónoma y CG10: Actuar con espíritu emprendedor. Generando las Capacidades asociadas a cada competencia.

El presente trabajo tiene como objetivo exponer esta estrategia pedagógica, valorando su potencial para estimular la creatividad, el diseño y la capacidad de resolución de problemas en los primeros años de la formación en ingeniería. Asimismo, se analizan los principales aprendizajes, dificultades y logros evidenciados durante el desarrollo de los proyectos, destacando su relevancia en la formación integral del futuro ingeniero.

Desarrollo

En los primeros años de las carreras de ingeniería, fomentar la creatividad y el diseño resulta fundamental para desarrollar habilidades vinculadas a la resolución de problemas y al pensamiento innovador. La creatividad permite generar ideas originales, mientras que el diseño posibilita transformar esas ideas en soluciones prácticas y viables [4].

¿Por qué es importante la creatividad en las etapas iniciales de la formación en ingeniería?

- ✓ Desarrollo de la capacidad de innovación: La creatividad es la base para generar nuevas ideas y soluciones, permitiendo a los ingenieros diseñar productos, procesos o sistemas innovadores que mejoren la calidad de vida o resuelvan problemas de manera más eficiente [4].
- ✓ Resolución de problemas complejos: Facilita el pensamiento lateral y la búsqueda de soluciones no convencionales, habilidades esenciales para el ejercicio de la ingeniería [5].
- ✓ Adaptación a los cambios: Una mentalidad creativa permite a los futuros ingenieros adaptarse con mayor flexibilidad a los cambios tecnológicos y sociales [4].
- ✓ Mejora del proceso de diseño: La creatividad aporta variedad de alternativas en el diseño, aumentando las posibilidades de encontrar soluciones más eficaces [4].

El diseño como herramienta para plasmar la creatividad [6]

- ✓ Transformación de ideas en soluciones: El diseño proporciona la estructura necesaria para convertir ideas creativas en resultados concretos.
- ✓ Visualización de conceptos: Permite representar ideas abstractas, facilitando su comprensión, comunicación y validación.
- ✓ Pruebas y prototipado. Mediante el diseño se crean prototipos que posibilitan la validación de ideas y la mejora continua de las soluciones propuestas.
- ✓ Comunicación efectiva: El diseño facilita la comunicación de las ideas a otros integrantes del equipo o a potenciales usuarios, mejorando la colaboración y la toma de decisiones.

Ejemplos de aplicación de la creatividad y el diseño en los primeros años de la ingeniería

- ✓ Proyectos de diseño de productos: Diseño de objetos ingenieriles, aplicando criterios de innovación y funcionalidad.
- ✓ Desarrollo de interfaces: Creación de aplicaciones móviles o interfaces amigables, integrando creatividad, usabilidad y estética.
- ✓ Modelado 3D y animación: Uso de software de diseño para crear modelos virtuales, desarrollando la creatividad espacial y visual.
- ✓ Diseño asistido por computadora: el diseño del prototipo se realiza en cad.

En resumen, la creatividad y el diseño son herramientas esenciales para el desarrollo de competencias en futuros ingenieros. Al promover propuestas pedagógicas que estimulen estas habilidades, los estudiantes se enfrentan a experiencias de aprendizaje más significativas, desarrollan un pensamiento orientado a la innovación y adquieren mayor capacidad de adaptación frente a los desafíos tecnológicos y sociales del futuro.

Durante el cursado —de carácter anual— se trabaja de forma continua sobre un proyecto integrador, que constituye el eje articulador de la asignatura.

La experiencia:

Se parte de un proyecto inicial (ABP) [7] para evolucionar hacia un Aprendizaje Basado en Retos (ABR) [8] que potencie la creatividad. En la segunda mitad del año, una vez superada la etapa de “desgranamiento” de primer año, los estudiantes trabajan en grupos y eligen su propio tema según sus intereses y posibilidades, tras la aprobación de su propuesta. El proceso comienza con la resolución de problemas básicos de ingeniería, en los que deben aplicar e integrar los conocimientos adquiridos en las materias paralelas para resolver situaciones concretas. A partir de estas consignas, se les solicita el desarrollo de prototipos o diseños experimentales sencillos —o bien dispositivos tecnocientíficos— que materialicen sus soluciones. Organizados en equipos y acompañados por un profesor y un tutor, los estudiantes formulan sus modelos teóricos, planifican el proyecto y diseñan sus prototipos, haciendo énfasis en la experimentación y el aprendizaje activo [9].

El Objetivo de la estrategia es

- Valorar desde el inicio la tecnología sobre la que se sustentará su formación en Ingeniería Electromecánica.
- Desarrollar las competencias necesarias para impulsar la creatividad en el planteamiento y resolución de retos tecnológicos.
- Despertar en los estudiantes la pasión e interés por la ingeniería electromecánica desde el primer contacto con la asignatura.

El otro modelo que tomamos es el aprendizaje experiencial que se adapta a las nuevas demandas profesionales vinculadas con la formación y desarrollo de competencias y habilidades. Sin embargo, la experiencia por sí misma no genera aprendizaje si no está enmarcada en un proceso reflexivo mediante el cual se construye conocimiento a partir de la experiencia realizada[10].

Como se denota, los modelos pueden ir ser incluidas en las estrategias centradas en la generación de aprendizaje significativo y centrados en el estudiante para la generación de competencias en resumen se logra:

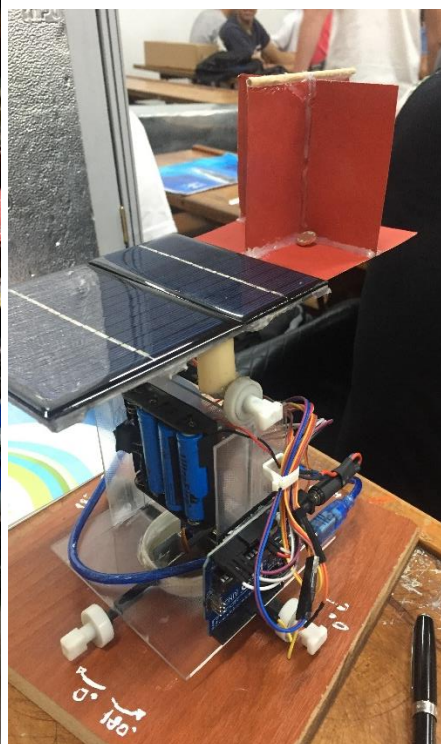
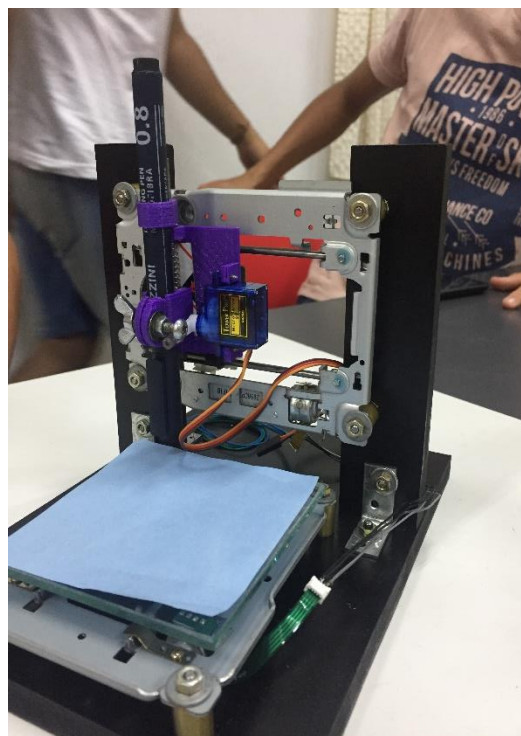
- Solución de problemas reales (aplicación a situaciones de un ámbito de conocimiento donde la solución puede no ser única).
- Análisis de casos (promueven habilidades de aplicación e integración de conocimiento, toma de decisiones y solución de problemas).
- Aprendizaje basado en proyectos
- Trabajo en equipo
- Simulaciones de contextos reales.
- Aprendizajes mediados por TIC.

Los modelos implementados se mostraron eficaces como herramienta práctica para resolver problemas técnicos propios de la ingeniería y, al mismo tiempo, fomentaron la atención creativa de situaciones particulares por parte de los estudiantes. Hasta la fecha de presentación de este trabajo, se evaluó cada etapa y se realizó un análisis conjunto de las alternativas propuestas, del cual se pueden adelantar las siguientes conclusiones, con sus respectivas fortalezas y debilidades:

- Interés y motivación: El desarrollo y la experimentación del prototipo despertaron un alto grado de compromiso y entusiasmo en los estudiantes.
- Documentación técnica: La documentación presentada cumplió con los requisitos mínimos de la consigna, aunque sin profundizar en detalle.
- Diseño en papel: La fase de dibujo técnico fue la más desafiante: muchos alumnos tuvieron dificultades para trasladar sus ideas a planos legibles según normas, demostrando una capacidad limitada de representación gráfica. Sin embargo, durante la construcción y las pruebas, superaron las expectativas mediante un proceso de prueba y error.
- Cumplimiento de plazos: Todos los grupos entregaron sus trabajos en la fecha y hora acordadas y realizaron las pruebas de campo correspondientes.
- Calendario de trabajo: El inicio del trabajo práctico coincide con el cierre del ciclo lectivo, un momento de alta carga de presentaciones y parciales para los estudiantes de primer año. Es necesario adelantar o postergar esta fecha para evitar solapamientos.

Link donde se alojan algunos de los proyectos: https://drive.google.com/drive/folders/12xlN_cD7X9-6FFgPOZ4dPMyzJBGOW6vy?usp=sharing

Imágenes de algunos proyectos terminados:



Lista del portafolio digital de los distintos equipos:

1.COLECTOR SOLAR	GENERADOR HIDROELÉCTRICO	Calefon solar	IMG_8625
2.MOTOR A VAPOR 1	heladera	IMG_0885	IMG_8627
3.COMPACTADORA DE LATAS	Heladera_placas de peltier	IMG_0887	IMG_8628
4.BIODIGESTOR	inductor electromag	IMG_0888	INFORME FINAL 1 incompleto
5.DRON INSTITUCIONAL	Invernadero	IMG_0889	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA I
6.CALENTADOR DE AGUA SOLAR	MONOGRAFIA N 2	IMG_0992	motor a vapor grupo iem
7. BOMBA DE ARIETE	MOTOR A INDUCCIÓN	IMG_0993	MOTOR A VAPOR
8.ARDUINO	PATINETA	IMG_0994	motor a vapor
BALLESTA	rifle de gaus	IMG_0995	PHOTO-2019-10-14-18-05-26
CABLEVISION	seguidor solar	IMG_2016	PHOTO-2019-11-28-15-12-17
freno de prony	WALL-E	IMG_6543	Prototipo Auto AutoCAD 2013.dwg
generador	1	IMG_6545	Proyecto Electromecanico 1
GENERADOR DE HIDROGENO	3	IMG_8611	Proyecto Integrador (1)
GENERADOR ELECTRICO	4	IMG_8612	Video Demostrativo
Generador Eólico	biodigestor	IMG_8613	Vídeo0000

Conclusiones

En los últimos años se ha trabajado para centrar los contenidos en el desarrollo de capacidades que los estudiantes puedan emplear a lo largo de toda su vida: aprender de manera continua, transferir conocimientos entre diferentes contextos y adoptar una actitud flexible, creativa y lateral[1]. Asimismo, deben adquirir las herramientas necesarias para adaptarse al cambio, asumir un rol activo en su propio proceso formativo y crear amplias redes de colaboración [9] mediante habilidades de comunicación, escucha, empatía, liderazgo y cooperación. En definitiva, el objetivo es que desarrollen competencias que les permitan ser protagonistas de su trayectoria profesional.

La creatividad juega un papel esencial en la formación del ingeniero: no basta con dominar conceptos técnicos, sino que es fundamental fomentar la capacidad de generar y evaluar ideas innovadoras, prototipar soluciones y aplicar el pensamiento divergente para afrontar desafíos complejos. Al integrar ejercicios de ideación, diseño experimental y prueba-error en el aula, los estudiantes aprenden a explorar múltiples enfoques, a iterar rápidamente y a recuperar aprendizajes de cada intento, fortaleciendo su ingenio y resiliencia.

Sin embargo, muchos docentes de ingeniería, por su propia formación, aplican técnicas de enseñanza sin cuestionar los principios subyacentes, lo que da lugar a estructuras disciplinares rígidas, con escasa multidisciplinariedad y poca conexión con problemáticas sociopolíticas o ambientales. Por ello, el profesor debe proponer innovaciones pedagógicas orientadas a mejorar las competencias cognitivas, actitudinales y éticas, empleando estrategias que favorezcan aprendizajes significativos, autónomos y creativos, y estimulen el pensamiento complejo[10].

Principales beneficios en Ingeniería Electromecánica:

- Aumenta la motivación intrínseca al vincular teoría y práctica.
- Desarrolla competencias transversales: trabajo en equipo, comunicación y gestión de proyectos.
- Fomenta un aprendizaje profundo y duradero.
- Prepara al estudiante para entornos de ingeniería dinámicos e inciertos.

Aunque la respuesta inicial de algunos grupos consistió en reproducir información de manera pasiva, la experiencia acumulada ha permitido rediseñar las actividades para corregir estas conductas y potenciar un aprendizaje verdaderamente transformador.

Referencias

- [1] Argudín, Y. (2006). Educación Basada en Competencias: nociones y antecedentes. México: Trillas. 111 p
- [2] Consejo Federal de Decanos y Decanas de Ingeniería de la República Argentina (Confedi).
- [3] Diseño Curricular de Ingeniería electromecánica, Ordenanza 1851/2022 del Consejo Superior de UTN
- [4] <https://sites.google.com/site/ingenieriadeldisenio/home?authuser=0>
- [4] <https://www.psu.edu/news/research/story/nsf-grant-supports-research-define-creativity-engineering-design> o <https://sites.google.com/site/ingenieriadeldisenio/creatividad-en-ingenieria>
- [5] Kolb D. (1981). *Inventario de los estilos de aprendizaje. Inventario autoevaluativo y su interpretación*. TRG Hay /Mc Ber.
- [6] Rue, Joan.(2009). El Aprendizaje Autónomo en Educación Superior. Narcea S.A. De Ediciones España.

[7] Fundación YPF (2021). Educación Técnica Nivel Secundario : la enseñanza y el aprendizaje basados en proyectos / Valeria Adriana Assenza Parisi ; Lidia Emilce Rodriguez. - 1a edición para el profesor - Ciudad Autónoma de Buenos Aires .

[8] Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). Aprendizaje Basado en Retos . <http://observatorio.itesm.mx/edutrendsabr/>

[9] Johnson, D. W., Johnson, R., Holubec, E. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Barcelona:Paidós

[10] Sánchez, L., Ferrero, R., Conde, M. Á. y Alfonso, J. (2016). Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras. En XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2016, 109-114.

Diseño de una Herramienta para el Análisis de Prácticas Docentes

Design of a Tool for the Analysis of Teaching Practices

Presentación: 07/08/2025

Manuel Alvarez Dávila

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
madavila@frlp.utn.edu.ar

Gladys Ethel Machado

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
gmachado@frlp.utn.edu.ar

Resumen

La Universidad debe brindar oportunidades para que los estudiantes sean capaces de crear estructuras conceptuales "de afuera hacia dentro", de manera que éstas cobren nuevos significados cuando son empleadas en procesos que incluyen relaciones entre individuos. Es por este motivo que la intervención del docente es muy importante, dado que induce a progresivos razonamientos en aquellos, que no sucederían de forma espontánea, ni con el aliciente de sus pares o compañeros.

Por otro lado, la formación de nuevos profesionales es una de las actividades más comunes para muchos ingenieros en nuestro país, quienes día a día cumplen el rol de profesores en carreras de ingeniería, ayudando a su inserción en el mercado laboral; motivo por el cual la gran cantidad de cambios que ocurren en la enseñanza universitaria están vinculados al quehacer docente en donde su experiencia y la forma en que fundamentan y exponen su conocimiento puede servir como marco referencial para entender su accionar, es decir, las prácticas que desarrollan se ven influenciadas por los saberes, concepciones, creencias y motivaciones inherentes a ellos; razón para que el análisis y la evaluación de sus actividades deba realizarse antes, durante y después de su intervención didáctica en el aula.

En base a lo expuesto, el objetivo de este trabajo es desarrollar el guion de una entrevista que posibilite el análisis de las prácticas de enseñanza que llevan adelante los profesores de Química General de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Cabe señalar que la elaboración del presente instrumento se encuentra enmarcada en la tesis de maestría de uno de los autores del trabajo junto a su directora.

Palabras clave: prácticas de enseñanza, formación docente, creencias, entrevista

Abstract

The University must provide opportunities for students to be able to create conceptual structures "from the outside in", so that they take on new meanings when they are used in processes that include relationships between individuals. It is for this reason that the teacher's intervention is very important, since it induces progressive reasoning in those who would not happen spontaneously, nor with the encouragement of their peers or companions.

On the other hand, the training of new professionals is one of the most common activities for many engineers in our country, who every day fulfill the role of professors in engineering careers, helping their insertion into the labor market; which is why the large number of changes that occur in university teaching are linked to the teaching profession where their experience and the way in which they base and present their knowledge can serve as a reference framework to understand their actions, that is, the practices they develop are influenced by the

knowledge, conceptions, beliefs and motivations inherent to them; reason why the analysis and evaluation of their activities must be carried out before, during and after their didactic intervention in the classroom.

Therefore, the objective of this work is to develop the script of an interview that enables the analysis of the teaching practices carried out by the General Chemistry teachers of the National Technological University, La Plata Regional Faculty. It should be noted that the development of this instrument is framed in the master's thesis of one of the authors of the work together with its director.

Keywords: teaching practices, teacher training, beliefs, interview

Introducción

Los trabajos científicos relacionados con las prácticas de enseñanza han sido una constante en la investigación educativa, aunque son reducidos los que pertenecen al ámbito universitario (Montes Pacheco et al., 2017); esto condujo a nuevos enfoques centrados en la identificación y análisis de las prácticas docentes (Guzmán-barra et al., 2021).

Es así como, en la actualidad, se percibe un aumento en la investigación de las creencias del profesor al igual que los aspectos particulares de las prácticas docentes en el aula, tal el caso de las decisiones antes y después de clase, los recursos e instrumentos empleados, entre otros (Benavides Lara et al., 2024; Jaime y Insuasty, 2015; Ficarra y Quinn, 2014) Además de existir una heterogeneidad muy grande respecto a las condiciones de enseñanza y la mentalidad del profesorado en relación con los contenidos y los sujetos a quienes van dirigidos (Litwin, 2022; Moreno y Rojas, 2018).

Por otro lado, la discrecionalidad de los docentes y su corolario de “libertad de cátedra” hacen impracticable cualquier propuesta que intentara estandarizar y/o forzar un estilo particular de enseñanza (Pérez et al., 2012); lo que resultó en la necesidad de profundizar sobre el estudio de la interacción didáctica de acuerdo con los contextos sociales específicos de cada uno (Tichnor-Wagner et al., 2016; Villalta Páucar y Martinic Valencia, 2016), y así discernir las competencias profesionales y de gestión de procesos dialogales, emergentes y de innovación que impulsan los docentes en el logro de la calidad de los aprendizajes en el aula (Rodríguez-Ojeda et al., 2024; García et al., 2015).

Es por estos motivos que muchos de los cambios que se manifiestan en la enseñanza universitaria, están vinculados a un mejor conocimiento de lo que hacen y lo que piensan los docentes. Su experiencia y la forma en que fundamentan y desarrollan su conocimiento pueden servir como marco referencial para entender su accionar (Suarez, 2016; Preiss et al., 2014). Así, para abordar el concepto de práctica de enseñanza o práctica docente se debe partir de la definición de “práctica” propiamente dicha, entendiéndola como la forma en la que un profesor hace las cosas, considerando tanto las acciones observables como la elección de situaciones específicas y toma de decisiones (Anijovich et al., 2021; Altet, 2002).

Así, cualquier iniciativa de formación y/o mejora de la docencia ha de basarse en dichas concepciones ya que en ellas se integran los elementos generales (conocimientos y creencias de la enseñanza), los componentes biográficos (experiencia, motivación personal, etc.) y también los situacionales incluidos aquellos que se refieren al contenido de las materias que imparten y al contexto institucional donde desarrollan sus actividades (González Castellano et al., 2023; Fernández March et al., 2012).

De esta forma, las prácticas docentes se pueden definir como el conjunto de acciones que conforman el quehacer cotidiano de los profesores, ejercido a través de interrelaciones subjetivas con los estudiantes, en función de determinados propósitos formativos (Martínez-Rizzo, 2012).

Estas prácticas están influenciadas por los saberes, las concepciones y creencias de los profesores e incluso sus motivaciones (de Alba Fernández et al., 2024), es decir que el análisis de las prácticas docentes tiene un fuerte componente contextual, sea enmarcado directamente en políticas públicas o en escenarios institucionales (Barrón, 2015).

En base a lo expuesto, el objetivo de este trabajo es desarrollar el guion de una entrevista que posibilite el análisis de las prácticas de enseñanza que llevan adelante los profesores de Química General de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata.

Desarrollo

La investigación tendrá un enfoque metodológico de tipo cualitativo multimetódico, el cual implica una visión interpretativa hacia el objeto de estudio, debiéndose analizar la realidad en su contexto natural e intentando obtener sentido de éste y/o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas involucradas (Schenkel y Pérez, 2018).

De esta forma, la vinculación entre la mirada propia del docente y su práctica son factibles de ser investigados, y es así como se obtienen jerarquías, las que clasifica Fernández March et al. (2012) y se detallan a continuación:

- Experiencia y perfil docente.
- Estrategias didácticas (planificación, coordinación, metodologías, etc.).
- Concepciones sobre la docencia universitaria desde las perspectivas personal e institucional.

No obstante, y dada la imposibilidad de sintetizar el total en un formato único, se debería mantener la estructura narrativa que aporte cada uno de los entrevistados en el instante de realizar el análisis de los datos, al momento de obtener los resultados y cuando se expresen las conclusiones (García Martínez et al., 2015), es por eso que la entrevista semiestructurada tendrá la finalidad de examinar las denominadas “prácticas declaradas”, tal y como lo indican Pérez et al. (2012). Asimismo, resulta, como pretensión, evidenciar del docente su testimonio subjetivo y que materializado en su historia de vida o retrato autobiográfico se muestre la evaluación que aquel tiene de su propia actividad (Gonzalez Ángel, 2022).

De esta forma, el diseño del guion de la entrevista requiere la articulación de criterios metodológicos, pedagógicos y contextuales que aseguren la coherencia entre el objetivo de la indagación, el tipo de información buscada y la modalidad de producción de datos. En este sentido, el propósito de la entrevista es doble: por un lado, relevar las percepciones que los docentes tienen respecto a sus propias prácticas, y por otro, indagar en las trayectorias de formación y experiencia profesional que podrían incidir en las mismas. Esta doble perspectiva permite una aproximación comprensiva al fenómeno educativo, al considerar tanto las acciones visibles en el aula como los marcos conceptuales, históricos y biográficos que las sustentan.

Para cumplir con este propósito, se optó por una entrevista de tipo semiestructurada, la cual resulta especialmente adecuada en investigaciones cualitativas centradas en experiencias subjetivas. Como sostienen Kvale y Brinkmann (2009), este tipo de entrevista permite combinar una estructura temática previa con la flexibilidad necesaria para profundizar en aspectos emergentes, generando un clima de conversación reflexiva más que de interrogatorio

formal. Esta apertura es clave cuando se busca explorar concepciones docentes, narrativas profesionales y significados atribuidos a la práctica pedagógica.

Así, en la construcción del guion se identificaron cinco bloques o áreas temáticas que permiten organizar el recorrido de la entrevista:

- 1) Trayectoria profesional y formativa;
- 2) Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje;
- 3) Prácticas de enseñanza cotidianas;
- 4) Reflexión sobre el contexto institucional y la propia práctica;
- 5) Perspectivas de mejora y cierre.

Esta organización responde a una lógica interpretativa que reconoce que las prácticas docentes no pueden analizarse aisladas del recorrido biográfico, las creencias pedagógicas y el entorno institucional en que se insertan (Duarte, 2025; De Alba, 2007). En particular, el bloque referido a la trayectoria busca relevar experiencias formativas previas, motivaciones vocacionales y desempeños en otros ámbitos profesionales, lo cual puede iluminar las decisiones didácticas actuales de los entrevistados.

Además, se ha tenido especial cuidado en la redacción de las preguntas para que éstas sean formuladas con un lenguaje claro, no técnico ni evaluativo, lo cual favorece la generación de un espacio de confianza y apertura. Según Maxwell (2013), la formulación de preguntas abiertas, que promuevan la narración y la reflexión, permite acceder a significados más profundos que aquellos que surgirían de respuestas cerradas o inducidas. Por ello, las preguntas fueron construidas para habilitar relatos personales y descripciones de situaciones reales de aula, evitando formular juicios de valor o sugerir respuestas esperadas.

Otro aspecto clave a considerar en el diseño es la especificidad del campo disciplinar. La enseñanza de la Química en el nivel universitario presenta desafíos particulares, como el abordaje de contenidos abstractos, el vínculo entre teoría y práctica experimental, y la heterogeneidad en los saberes previos del estudiantado. En este marco, resulta pertinente indagar sobre las estrategias didácticas que los docentes emplean para mediar estos desafíos, así como las decisiones que toman en torno a la planificación, la evaluación y el uso de tecnologías. Estas cuestiones se abordarán con el objeto de describir las prácticas concretas y los criterios que las sustentan, retomando aportes de Díaz Barriga y Hernández (2002) sobre estrategias para el aprendizaje significativo en ciencias.

Por último, se incorporarán preguntas orientadas a la reflexión sobre la práctica, tanto en relación con el cambio a lo largo del tiempo como con el impacto de la formación continua y el contexto institucional. Esta dimensión de análisis reconoce que la práctica docente es dinámica, situada y atravesada por múltiples condicionantes, por lo que resulta indispensable recuperar la voz del docente como sujeto reflexivo y no solo como ejecutor técnico (Otondo, 2023; Vasilachis de Gialdino, 2006).

En definitiva, el diseño del guion se fundamenta en una perspectiva interpretativa que asume que las prácticas de enseñanza son construcciones complejas, situadas e históricamente configuradas, cuyo estudio requiere atender tanto a los relatos biográficos como a las acciones pedagógicas concretas. La combinación de dimensiones conceptuales y contextuales, junto con un enfoque metodológico flexible y ético, que permita producir información rica y significativa para el análisis del campo educativo universitario.

Guion de la Entrevista

Historia de vida y profesional

1. ¿Cuál es su formación académica?
2. ¿Cómo se insertó profesionalmente?
3. ¿Cuándo comenzó a dictar clases en la Universidad?
4. ¿Qué la/lo motivó a dedicarse a la docencia?
5. ¿De qué manera evolucionó en las anteriores hasta llegar a su rol actual como docente de Química General en la UTN-FRLP?
6. ¿Qué otras experiencias laborales, de gestión o de investigación ha tenido o tiene?
7. ¿Cómo considera que influyen en su modo de enseñar?
8. ¿Qué lugar ocupa la enseñanza en su identidad profesional?

Procesos de enseñanza y el aprendizaje

1. ¿Cómo definiría una “buena clase” de Química General?
2. ¿Qué objetivos estima prioritarios al planificar sus clases?
3. ¿Cómo cree que aprenden mejor las y los estudiantes los contenidos de Química General?
4. ¿Cuál considera es su rol como docente en los procesos de enseñanza y aprendizaje?

Práctica de enseñanza cotidiana

1. ¿Cómo suele planificar su clase? ¿Qué aspectos prioriza?
2. ¿Qué tipos de actividades o estrategias utiliza con mayor frecuencia en el aula?
3. ¿De qué manera aborda los contenidos prácticos o experimentales de la asignatura?
4. ¿Utiliza tecnologías digitales en sus clases? ¿Con qué finalidad?
5. ¿Cómo evalúa el aprendizaje de sus estudiantes?
6. ¿Qué criterios utiliza?

Práctica en el contexto institucional

1. ¿Qué cambios ha experimentado en su forma de enseñar desde que comenzó a dar clases?
2. ¿Ha tenido oportunidades de formación docente continua? ¿Cómo impactaron en su práctica?
3. ¿Cómo influye el contexto institucional o curricular en sus decisiones de enseñanza?
4. ¿Qué desafíos percibe actualmente en la enseñanza de Química General en el nivel universitario?
5. ¿Qué aspectos de su práctica le generan mayor satisfacción?
6. ¿Cuáles considera que podrían mejorar su práctica docente?

Cierre y proyección

1. Si pudiera pensar en una mejora concreta para fortalecer la enseñanza de Química General, ¿cuál sería?
2. ¿Hay algo más que le gustaría agregar sobre su experiencia como docente universitario?

Conclusiones

Estudiar las prácticas de enseñanza desde las creencias del profesorado tiene implicancias directas en el diseño de programas de formación. Estos deben incluir espacios de reflexión donde los docentes puedan analizar y cuestionar sus propias creencias, facilitando procesos de cambio en forma gradual. Además, este enfoque fomenta una visión más humanista de la formación, que reconoce la importancia de las experiencias y perspectivas individuales.

Así, el desarrollo de este trabajo representa un valioso aporte tanto en el plano académico como institucional dado que, al tener como eje el diseño de una herramienta cualitativa situada y contextualizada, se orienta no solo a describir prácticas docentes, sino también a comprender los sentidos, saberes y trayectorias que las configuran.

Su importancia radica en la capacidad para poner en diálogo la práctica docente con las biografías profesionales y personales de quienes enseñan, con preguntas orientadas a explorar la experiencia de vida y la trayectoria profesional de los docentes que permite reconocer la enseñanza como una práctica situada, que no se reduce a la mera aplicación de métodos o contenidos, sino que se nutre de saberes acumulados, creencias, valores, vivencias y contextos institucionales específicos. En este sentido, el presente trabajo se alinea con enfoques pedagógicos contemporáneos que promueven la comprensión integral del rol docente y la revalorización de su dimensión reflexiva.

Asimismo, al indagar en las percepciones y representaciones que los propios docentes tienen sobre su tarea, la investigación habilita un espacio de reflexión y autoevaluación que puede redundar en procesos de mejora continua. La sistematización de estas voces, a través de un instrumento cuidadosamente diseñado, puede contribuir a identificar fortalezas, desafíos y oportunidades para el desarrollo profesional y didáctico dentro del campo de la Química, especialmente en carreras de perfil tecnológico e ingenieril como las que ofrece la UTN.

Otro aspecto destacable es el valor institucional de la herramienta resultante. Un guion de entrevista con fundamento pedagógico, epistemológico y metodológico no solo cumple un propósito exploratorio, sino que también puede convertirse en un recurso aplicable en instancias de formación, evaluación o planificación curricular, permitiendo a la Facultad contar con insumos empíricos para repensar sus políticas de enseñanza y acompañamiento docente.

Finalmente, al proponer una metodología cualitativa y comprensiva, la investigación no solo visibiliza las prácticas de enseñanza en su complejidad, sino que también reconoce el valor del conocimiento experiencial, la experticia y la práctica situada como dimensiones fundamentales del saber pedagógico. En un contexto en el que muchas veces se tiende a estandarizar la labor docente, este enfoque permite restituir la singularidad y la riqueza de las trayectorias que dan forma a la enseñanza universitaria.

Referencias

Altet, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants. Analyse des pratiques et situations pédagogiques*. PUF.

- Anijovich, R., Cappelletti, G., Mora, S., Sabelli, M. J. (2021). *Transitar la formación pedagógica: dispositivos y estrategias*. Tilde editora. Buenos Aires.
- Barrón, C. (2015). Concepciones epistemológicas y práctica docente. Una revisión. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 13(1), 35-56.
- Benavides Lara, M. A., Rendón Cazales, V. J. y Sánchez Mendiola, M. (2024). Creencias del profesorado universitario sobre tecnologías y educación: un estudio de correspondencias. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 15(1).
- de Alba Fernández, N., Navarro Medina, E. y Pérez-Rodríguez, N. (2024). Progressions in the teaching knowledge of university social science professors: the issue of teaching content. *Formación universitaria*, 17(1), 93-106.
- De Alba, A. (2007). *La formación docente: perspectivas sociocríticas*. Paidós.
- Díaz Barriga, F., Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill.
- Duarte, C. (2025). *Tejidos identitarios: desentrañando narrativas sobre la construcción profesional en docentes noveles de biología*. Universidad Nacional de La Plata.
- Fernández March, A., Maiques March, J. M. y Ábalos Galcerá, A. (2012). Las buenas prácticas docentes de los profesores universitarios: estudio de casos. *REDU, Revista de Docencia Universitaria*, 10 (1), 43-66.
- Ficarra, L. y Quinn, K. (2014). Teachers' Facility with Evidence-Based Classroom Management Practices: An Investigation of Teachers' Preparation Programmes and In-service Conditions. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 16(2), 71-87.
- García Martínez, A., Guerrero Proenza, R. S., Granados Romero, J. M. (2015). Buenas prácticas en los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. *Revista cubana de educación superior*, 34(3), 76-88.
- García, E., Jiménez, R., Navarrete, A. y Azcárate, P. (2015). La metodología docente como estrategia para promover la sostenibilidad en las aulas universitarias. Un estudio de caso en la Universidad de Cádiz. *Foro de Educación*, 13(19), 85-124.
- González Ángel, C. (2022). *Historias de vida. Constitución de la subjetividad de maestros. trayectos de formación y actividad pedagógica*. Universidad de Antioquia.
- González Castellano, N., Berrios Aguayo, B., Runte Geidel, A. y Muñoz Galiano, I. M. (2023). Buenas prácticas docentes y tutoriales en el ámbito universitario: la visión del docente. *Estudios Sobre Educación*, 45, 97-121.
- Guzmán-barra, I., Marín-Urbe, R. y Ortega-Alderete, C. L. (2021). El enfoque por competencias: un acercamiento a la práctica docente. *Cultura Educación Sociedad*, 12(2), 27-48.
- Jaime, M. F. y Insuasty, E. A. (2015). Analysis of the Teaching Practices at a Colombian Foreign Language Institute and Their Effects on Students' Communicative Competence. *How*, 22(1), 45-64.
- Kvale, S., Brinkmann, S. (2009). *InterViews: Learning the Craft of Qualitative Research Interviewing*. Sage Publications.
- Litwin, E. (2022). *El oficio de enseñar*. Tilde Editora.

Martínez-Rizo, F. (2012). Procedimientos para el estudio de las prácticas docentes. Revisión de la literatura. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 18(1), 1-22.

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Sage Publications.

Montes Pacheco, L. C., Caballero Guichard, T. P. y Miranda Bouillé, M. L. (2017). Análisis de las prácticas docentes: estado del conocimiento en DOAJ y EBSCO (2006-2016). *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 25, 197-229.

Moreno, A. y Rojas, L. (2018). *Diseño curricular desde la perspectiva ingenieril*. Editorial Académica Latinoamericana.

Otondo, E. (2023). *La práctica docente, como práctica situada*. Universidad Nacional de La Plata.

Pérez, A., Sarmiento, J. A. y Zabalza, M. A. (2012). Las prácticas de enseñanza de los mejores profesores de la Universidad de Vigo: el ámbito de conocimiento tecnológico. *REDU, Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 145-175.

Preiss, D., Calcagni, E., Espinoza, A. M., Gómez, D., Grau, V., Guzmán, V., Müller, M., Ramírez, F. y Volante, P. (2014). Buenas prácticas pedagógicas observadas en el aula de Segundo Ciclo Básico en Chile. *Psykhé*, 23(2), 1-12.

Rodríguez-Ojeda, F. J., Chinga-Mármol, P. K., Ron-Barahona, V. M. y Salinas-Domínguez, R. (2024). Innovación pedagógica a través del desarrollo profesional docente: Impacto en la calidad educativa. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 4(especial), 11-21.

Schenkel, E., Pérez, M. I. (2018). Un abordaje teórico de la investigación cualitativa como enfoque metodológico. *Acta geográfica*, 12(30), 227-233.

Suárez, G. (2016). Co-enseñanza: concepciones y prácticas en docentes de una Facultad de Educación en Perú. *REDIE, Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(1), 166-182.

Tichnor-Wagner, A., Parkhouse, H., Glazier, J. y Montana, J. (2016). Expanding Approaches to Teaching for Diversity and Social Justice in K-12 Education: Fostering Global Citizenship Across the Content Areas. *Education Policy Analysis Archives*, 24(59).

Vasilachis de Gialdino, I. (2006). *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.

Villalta Páucar, M. y Martinic Valencia, S. (2013). Interacción didáctica y procesos cognitivos. Una aproximación desde la práctica y discurso del docente. *Universitas Psychologica*, 12(1), 221-233.

Diagnóstico del conocimiento demostrado por estudiantes del nivel primario correspondiente al sexto grado de las escuelas públicas del distrito Berisso, respecto de la sostenibilidad ambiental

Diagnosis of the knowledge demonstrated by elementary school students corresponding to the sixth grade of public schools in the Berisso district, regarding environmental sustainability

Presentación: 27/06/2025

Vanina L. Diez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
vaninadiez05@gmail.com

Paola Girbal

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
paolagirbal@frlp.utn.edu.ar

Gladys E. Machado

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
gmachado@frlp.utn.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo consistió en realizar un diagnóstico del conocimiento acerca de la sostenibilidad ambiental sobre una muestra de estudiantes cursando el sexto grado de todas las escuelas públicas del distrito Berisso. La investigación está clasificada como descriptiva con diseño de campo, transeccional contemporánea de una variable y se llevó a cabo en el entorno escolar. Con una población de 357 estudiantes a los que se les realizó una encuesta que exploraba el nivel de conocimiento que demostraban hacia el ambiente. El instrumento utilizado fue la Escala de Likert, operando las cantidades con la Correlación de Pearson que permitió evidenciar lo trascendente de la educación ambiental en preadolescentes, en temas como la contaminación, conservación y prevención de manera significativa, obteniendo un 0,28% de excelente nivel, 0,28% medio, 21,3% básico y 77,9% en proceso de aprehender. El sistema de software Statistical Package for the Social Sciences versión 26,0 sirvió para hacer análisis de las encuestas.

A futuro se considera sumar a esta investigación la vinculación de los conocimientos adquiridos con las actitudes demostradas por las y los estudiantes respecto del cuidado ambiental.

Palabras clave: conocimiento, educación ambiental, sostenibilidad ambiental.

Abstract

The objective of this study was to diagnose students' knowledge of environmental sustainability in a sample of sixth-grade pupils from all public schools in the Berisso district. The research was classified as descriptive with a field design, contemporary cross-sectional on a single variable and was conducted in the school setting. A population of 357 students were surveyed to explore their level of environmental knowledge. The instrument used was a Likert Scale, and the data were analyzed using Pearson's correlation, which revealed the importance of environmental education among preadolescents in topics such as pollution, conservation, and prevention. The study yielded a score of 0.28% with an excellent level, 0.28% with an average level, 21.3% with a basic level, and 77.9% in the process of understanding. The surveys were analyzed using Statistical Package for the Social Sciences version 26.0.

In future work, it is considered to add to this research the linking of the knowledge acquired with the attitudes demonstrated by the students regarding environmental care.

Keywords: knowledge, environmental education, environmental sustainability

Introducción

La contaminación ambiental es un proceso cíclico, el cual daña los recursos naturales que, por extensión involucran tanto a los emisores como a los receptores de los contaminantes que comprometen diariamente la calidad medioambiental del planeta, sin una adecuada planeación y sin tener en cuenta los impactos ambientales (Mendoza Vargas et al. 2019).

Por otra parte, Domínguez Gual (2015) manifiesta los enormes costos que generan las consecuencias ambientales y la remediación de la contaminación, pasivo del uso indebido e indeterminado de los plaguicidas en los cultivos; con la excusa de ser esenciales en la mejora en el crecimiento, protección contra plagas y optimización en el rinde.

Entonces, siendo una indiscutible problemática ocasionada por las actividades antropogénicas, la sostenibilidad ambiental representada por el cuidado, preservación, remediación y respeto, se deben investigar formas de evitar se continúe dañando el medio ambiente; pues en forma directa o indirecta afectan la vida de todos los organismos integrantes de la biota (Guillén de Romero et al., 2020).

Así, se hace necesario reflexionar sobre las actividades relacionadas con el medio ambiente, en este caso en concordancia con el desarrollo sostenible a nivel local y el conocimiento que del tema han adquirido los estudiantes, objeto de estudio del presente trabajo de investigación.

Ya que según Lalama, & Bravo (2019) es aquel país en vías de desarrollo y más aún desarrollado quien propicia el crecimiento económico, político y fundamentalmente social con una eficiente y real distribución de la riqueza tanto como el engrandecimiento de la industria y sostiene la protección de la calidad de vida de los individuos es la sostenibilidad.

Y dado los avances tecnológicos se hace necesario sembrar a través de los saberes una conciencia ambiental que llegue al colectivo social con la finalidad de minimizar o modificar todo proceso que genere sustancias nocivas.

Asunto fundamental en la sociedad, tanto que se hace necesaria la formación de profesionales especializados que puedan plantear alternativas de manejo, soluciones oportunas y efectivas a dichos problemas (Palacios Anzules et al., 2022).

Por tal razón Domínguez Gual (2015) considera que la responsabilidad social de liderar proyectos de educación ambiental han de ser profesionales. Cuyo propósito tiende a controlar, minimizar o eliminar la contaminación. Con un planteamiento vertical pone el acento en el grupo etario menor de la sociedad quien generará el verdadero y duradero cambio actitudinal.

Y ratificando la importancia de la educación, Yarlequé Chocas (2004) pondera la misma aduciendo que justamente en la educación para la sostenibilidad, conocida como educación ambiental es fundamental el cambio actitudinal en la sociedad que excede a conductas individuales y a la simple y exclusiva información de temas sobre el medio ambiente. El fundamento racional de las citadas incluye un factor cognitivo, además de un factor afectivo aportado energéticamente para sostener la actividad y finalmente uno reactivo que incluye la

disposición del sujeto para hacer. El conjunto representa la carga emocional, que para la determinación del comportamiento humano es sumamente importante.

Educar y sensibilizar es esencial para lograr una modificación en la forma en que se toman las medidas y contribuye a formar ciudadanos que preserven, respeten y eviten dañar el medio ambiente de manera sostenible (Vázquez Burguete & García Miguélez, 2018).

Y destacando que, la educación ambiental desde la sostenibilidad ha de desarrollarse como un eje transversal dentro del diseño curricular del grado con motivo de impedir el fraccionamiento del saber, para proporcionar a los estudiantes un conocimiento más profundo e integral de la problemática ambiental (Iñigo Dehud, 2019).

Por lo tanto, siendo los agentes multiplicadores para con la sociedad, es importante diagnosticar el nivel de conocimientos de los estudiantes del nivel primario correspondiente al sexto grado de las escuelas públicas del distrito de Berisso, respecto de la sostenibilidad ambiental.

Considerando a futuro sumar a esta investigación la vinculación de los conocimientos adquiridos con las actitudes demostradas por las y los estudiantes respecto del cuidado, conservación y prevención del ambiente.

Desarrollo

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], (2012), cuando considera que la “Educación Ambiental desarrolla en las personas un mayor sentido de responsabilidad y aumenta la conciencia sobre las consecuencias de sus acciones al tiempo que promueve una cultura que contribuye a superar la falta generalizada de conciencia ambiental”, es importante diagnosticar el conocimiento obtenido respecto de la sostenibilidad ambiental.

La muestra estuvo representada por las y los estudiantes del nivel primario correspondiente al sexto grado de las escuelas públicas de Berisso, Tabla1.

Tabla 1
Número y ubicación de las Escuelas Públicas, Nivel Primario del Distrito Berisso

Número	Ubicación
1	Montevideo 335
2	Montevideo y 12
3	16 - 4298 (esq. 165)
4	32 y 169
5	172 N°2450 e/ 25 y 26
6	158 esq. 8 N°601
7	151 N°683
8	125 y 63
9	2 y 170
10	Ruta 15 y 74
14	126 y 96
15	40 y 3 de abril
17	164 y 26
18	38 y 176
19	6 e/ 143 y 144
20	Ruta 11 km 13
21	154 y 14 N°1191
22	Avda. Palo Blanco y 173
23	Ruta 15 pje A° El Pescado
24	122 e/ 80 Y 81
25	126 e/ 29 y 30

La presente investigación tuvo como propósito ser básica pura, considerada de campo ya que se obtuvieron datos de las encuestas realizadas a las y los estudiantes, teniendo en cuenta los aprendizajes que deberían haber adquirido, dado el grupo etario al que se aplicarían. Con un nivel de medición y análisis de la información de tipo cuali-cuantitativa con una técnica de obtención de datos participativa y sincrónica. Y dados los objetivos y el nivel de saberes, es no experimental. Pero fundamentalmente muy actual y necesaria, debido a los acontecimientos climáticos que se están presentando últimamente (Rojas Cairampoma, 2015).

Las escuelas públicas del distrito de Berisso cuentan con un promedio de 30 estudiantes por 6to grado representando entonces una población de 750 individuos, de la que se tomará una muestra de 357 individuos sobre los que se compilarán los datos, extraídos de una encuesta en forma de cuestionario que indagaba sobre el nivel de conocimientos.

Como instrumento se usó la Escala Lickert, en la que se evaluó lo cognitivo (Hernandez Valz, 2000); empleando como base elementos estadísticos (Yarlequé Chocas, 2004); esta técnica elabora escalas de valoración en las que se miden datos referidos a comportamientos específicos, y cada ítem contiene la comparación entre un valor seleccionado y un blanco (Sagiv & Schwartz, 2022).

Para operar las cantidades en este análisis se utilizó la Correlación de Pearson que permitió evidenciar lo trascendente de la educación ambiental en preadolescentes, en temas como la contaminación, conservación y prevención de manera significativa.

De esta forma, se obtuvieron los siguientes resultados acerca de los conocimientos adquiridos, en forma genérica, un 0,28% de excelente nivel, 0,28% medio, 21,3% básico y 77,9% en proceso de apprehender, Figura 1.

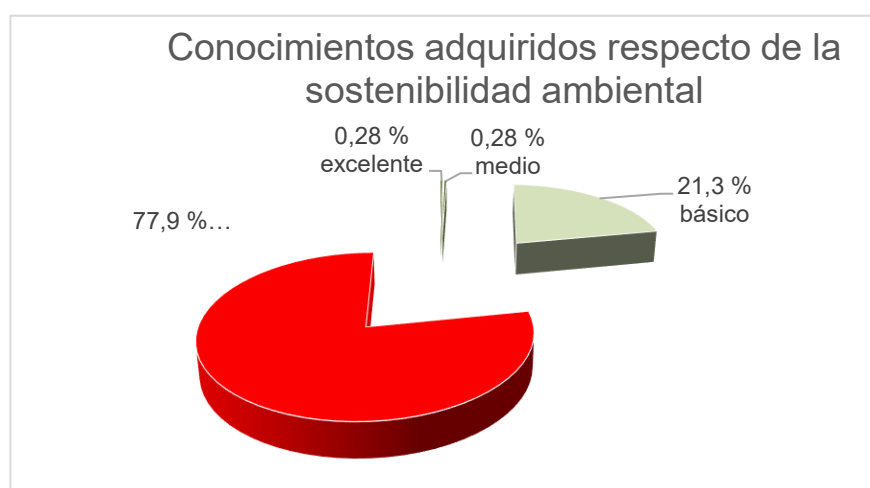


Figura 1
Conocimientos adquiridos respecto de la sostenibilidad ambiental

De la observación de los resultados, más allá de las condiciones socioeconómicas familiares, que no fueron tenidas en cuenta, tanto como la distinción de género, es mínimo el bagaje de saberes que poseen las y los estudiantes; representado por el bajo rendimiento al contestar las diversas preguntas sobre el ambiente y los recursos naturales que lo integran.

Se hace necesario, entonces, a futuro sumar a esta investigación la vinculación de los conocimientos adquiridos con las actitudes demostradas por las y los estudiantes respecto del cuidado, conservación y prevención del ambiente, luego de haber adquirido los conocimientos necesarios para ser aplicados.

Siendo conscientes que dicho dominio puede afectar la respuesta en cuanto a actitudes de cuidado, conservación y prevención del entorno, la recomendación es propiciar actividades de contacto, con sentido de pertenencia hacia ámbitos comunes, empezando por sus hogares y la institución educativa.

Conclusiones

El diagnóstico derivó en una formación deficiente en cuanto al conocimiento para la conservación y el cuidado del ambiente en las escuelas de educación primaria. No obstante, se observó que las y los estudiantes poseen

actitudes críticas, propositivas y reflexivas. Se llega de esta forma a pensar que el aprendizaje significativo es un reto y una oportunidad para la construcción de los nuevos saberes, lo que implica la necesidad de cambios estructurales en los programas de formación primaria en cuanto a la conservación y cuidado del ambiente, para evitar producir más contaminación sobre la casa común, el planeta Tierra. Perteneciendo a una generación de estudiantes jóvenes que pueden llegar a propiciar auténticos cambios positivos, concretos y de forma responsable en la prevención y respeto ambiental, para el futuro de la humanidad.

Referencias

- Domínguez Gual, M. C. (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. *Producción + Limpia*, 10(1), 9-21.
- Guillén de Romero, J., Calle García, J., Gavidia-Pacheco, A., Vélez Santana, A. G. (2020). Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano. *Revista de ciencias sociales*, 26(4), 293-307.
- Hernandez Valz, H. (2000). Procedimiento para la construcción de escalas de valoración según la técnica de Likert. *Revista de investigación en psicología*, 3(2), 117-121.
- Iñigo Dehud, L. S. (2019). Educación para la preservación del medio ambiente. *Collectivus. Revista de Ciencias Sociales*, 6(1), 215-234.
- Lalama, R., y Bravo, A. (2019). América Latina y los objetivos de desarrollo sostenible: Análisis de su viabilidad. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXV(E-1), 12-24.
- Mendoza Vargas, E. Y., Boza Valle, J. A., & Escobar Terán, H. (2019). Educación ambiental y la práctica de valores de los estudiantes universitarios. *Revista Cognosis*, 4(2), 25-
- Palacios Anzules, I., Moreno Castro, D. W. (2022). Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2), 93-103.
- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). GEO-5: Perspectivas del medio ambiente mundial. Medio Ambiente para el futuro que queremos.
- Rojas Cairampoma, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *REDVET Rev. Electrón. Vet.*, 16(01).
- Sagiv, L., Schwartz, S. H. (2022). Personal values across cultures. *Annual Review of Psychology*, 73, 517-546.
- Vázquez Burguete, J. L., García Miguélez, M. P. (2018). El planeta no tiene un plan B. Ecoalf. Casos de marketing público y no lucrativo - Casos de marketing público. *E Não Lucrativo*, 5, 99-105.
- Yarlequé Chocas, L. A. (2004). Actitudes hacia la conservación ambiental en estudiantes de educación secundaria [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional – Facultad de Psicología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Propuesta de Innovación en Prácticas Experimentales: Implementación de un Laboratorio Remoto de Intercambio de Calor

Proposal for Innovation in Experimental Practices: Implementation of a Remote Heat-Exchange Laboratory

Presentación: 27/06/2025

Paola Girbal

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
paolagirbal@frlp.utn.edu.ar

Manuel Alvarez Dávila

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
madavila@frlp.utn.edu.ar

Mario Daniel Flores,

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
mdflores@frlp.utn.edu.ar

Gladys Ethel Machado,

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
gmachado@frlp.utn.edu.ar

Resumen

Las prácticas de laboratorio representan un componente esencial para consolidar aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales. Con la pandemia de COVID-19 se evidenció la necesidad de desarrollar estrategias de enseñanza que permitan sostener experiencias prácticas a través de tecnologías de acceso remoto. Esta necesidad, lejos de ser transitoria, puso de manifiesto la importancia de construir alternativas pedagógicas flexibles, accesibles y sostenibles en el tiempo, especialmente en carreras donde el desarrollo de habilidades técnicas es central.

En el marco del proyecto “Formación experimental por competencias para estudiantes de Ingeniería Química” (UTN PID10150), se propone remotizar las prácticas de laboratorio de análisis de distintos tipos de intercambiadores de calor que forman parte de las asignaturas “Termodinámica” y “Tecnología de la Energía Térmica” para la carrera de Ingeniería Química que se dicta en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata (UTN FRLP), donde se prevé trabajar con una cohorte de entre 40 y 60 estudiantes por año, en función de la inscripción estimada y las posibilidades logísticas del equipamiento. Esta actividad permitirá comparar los aprendizajes y experiencias de los estudiantes que realizan esta práctica de manera presencial contra quienes la realizan de manera remota, donde los estudiantes utilizarán el mismo equipamiento que se utiliza presencialmente y que se encuentra en el Laboratorio de Ingeniería Química de la UTN FRLP, operado a través de un software en tiempo real y con asistencia de transmisión de video.

Palabras clave: prácticas experimentales, laboratorios remotos, intercambiador de calor, ingeniería química

Abstract

Laboratory practices are an essential component for consolidating conceptual, procedural, and attitudinal learning. The COVID-19 pandemic revealed the need to develop teaching strategies that sustain practical experiences via remote-access technologies. Far from being merely temporary, this need underscored the importance of creating flexible, accessible, and sustainable pedagogical alternatives, especially in programs where technical-skill development is central.

Within the framework of the project “Competency-Based Experimental Training for Chemical Engineering Students” (UTN PID10150), we propose to remote-enable the laboratory exercises analyzing various types of heat exchangers included in the courses “Thermodynamics” and “Thermal Energy Technology” for the Chemical Engineering career at the National Technological University, La Plata Regional Faculty (UTN FRLP). We plan to engage a cohort of 40–60 students per year, based on projected enrollment and equipment logistics. This initiative will allow comparison of the learning outcomes and experiences between students performing the lab work in person and those conducting it remotely, using the same equipment housed in the UTN FRLP Chemical Engineering Laboratory, operated through real-time software with video-streaming support.

Keywords: experimental practices, remote laboratories, heat exchanger, chemical engineering

Introducción

Las prácticas de laboratorio representan en la formación en ingeniería un espacio privilegiado para el aprendizaje significativo de conceptos técnicos, el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y la construcción de actitudes propias del trabajo profesional. Sin embargo, este componente formativo enfrenta históricamente limitaciones logísticas que restringen la participación: disponibilidad horaria, capacidad limitada de los laboratorios, residencia del estudiante fuera del área urbana o conflictos con responsabilidades laborales y/o familiares. Estas dificultades se evidenciaron con mayor fuerza durante la pandemia de COVID-19, donde la enseñanza remota forzada reveló que no todos los aprendizajes prácticos podían ser reemplazados por simuladores o clases virtuales.

Los entornos remotos permiten a los estudiantes interactuar con equipos físicos reales a distancia, ofreciendo una experiencia distintiva frente a los laboratorios presenciales y las simulaciones o laboratorios virtuales, que replican experimentos mediante software. El presente trabajo busca extender como avance de proyecto el uso remoto de equipamiento de procesos a escala laboratorio para la carrera de Ingeniería Química.

Actualmente, el equipo es utilizado de forma presencial, con la participación de los estudiantes durante el horario habitual de dictado de clases. Esta modalidad ha permitido a quienes integran el mencionado PID llevar a cabo diversas modificaciones y mejoras a lo largo del tiempo, en virtud del sostenido interés que esta temática ha despertado dentro del grupo de trabajo. Como resultado de esta línea de desarrollo, se han culminado exitosamente dos proyectos de I+D+i desde el año 2017, de los cuales se destacan las siguientes producciones:

- Girbal, P.; Andrade, F.; Biscardi, R.; Chora, F.; Conlon, A.; Alvarez Dávila, M.; Flores, M. D. “Experimental comparison of heat exchangers in countercurrent flow” (2023) CABA, Argentina. 11th World Congress of Chemical Engineering (WCCE11).

- Flores, M. D.; Alvarez Dávila, M.; Girbal, P.; Marino, S. D.; Breceovich, N. M. “Importancia de los Recursos Tecnológicos en la Enseñanza en Ingeniería”. Actas de la VII Jornada de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN 2019). Octubre 2019. ISSN 2313 9056.

- Flores, M. D.; Alvarez Dávila, M.; Marino, S. D.; Girbal, P.; Breceovich, N. M. “Aplicaciones tecnológicas para la enseñanza de sistemas de intercambio de calor”. Memoria Académica del VIII Congreso Iberoamericano de Pedagogía (CIP2018), Vol. IV, pp. 1050-1060. ISBN 978-987-4151-69-8.

- Flores, M. D.; Alvarez Dávila, M.; Marino, S. D.; Girbal, P.; Breceovich, N. M. “Implementación de herramientas tecnológicas para la enseñanza de procesos de intercambio de calor”. Libro de Actas del XIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET-2018) ISBN 978-950-766-124-2.

- Flores, M. D.; Alvarez Dávila, M.; Marino, S. D.; Girbal, P. “Enseñanza de Sistemas de Transferencia de Calor en Ingeniería Química”. Libro de Memorias de las XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica (JEQUSST-2017) ISBN 978-987-46579-3-0.

- Flores, M. D.; Alvarez Dávila, M.; Girbal, P.; Marino, S. D.; Breceovich, Norma M. “Metodologías de Enseñanza para el Diseño, Desarrollo y Evaluación de Sistemas de Transferencia de Energía”. Actas de la V Jornada de Enseñanza de la Ingeniería (JEIN 2017). Octubre 2017. ISSN 2313 9056.

Uno de los inconvenientes observados durante el desarrollo de actividades fue la imposibilidad que algunos estudiantes presentan para asistir a la práctica presencial, quedando así excluidos de la experiencia, y es aquí donde la remotización del equipamiento podría resolver esta problemática. De esta forma, se podría dar respuesta a una preocupación concreta que concierne a muchas entidades educativas: ¿es posible desarrollar alternativas de prácticas de laboratorio que, mediante tecnologías remotas, ofrezcan una experiencia formativa auténtica y de calidad comparable a la presencial? Esta se inscribe en debates contemporáneos sobre innovación pedagógica, accesibilidad y el uso crítico de la tecnología en la educación superior, donde no se trata de reemplazar la presencialidad, sino de ampliar el derecho a experiencias formativas relevantes, sin perder rigurosidad ni compromiso con el aprendizaje.

Desde el punto de vista teórico, el estudio se apoya en el enfoque del constructivismo social, particularmente en los aportes de autores como (Vygotsky, 1978; Bruner, 1997), quienes destacan la importancia de la actividad práctica, el andamiaje docente y la interacción con otros como elementos clave para construir conocimiento. Esta perspectiva permite analizar si los entornos remotos, cuando están bien diseñados y acompañados, pueden sostener experiencias de aprendizaje activas, colaborativas y significativas.

Asimismo, se retoman nociones del enfoque socio-técnico de la educación, que entiende las tecnologías no como instrumentos neutros sino como artefactos que median y modelan la práctica pedagógica (Feenberg, 2010). Bajo esta óptica, la implementación de un laboratorio remoto no es solo una innovación técnica, sino una transformación del dispositivo pedagógico que requiere repensar roles, interacciones, tiempos y condiciones de acceso, y así producir resultados de aprendizaje equivalentes a los obtenidos en laboratorios presenciales

En este sentido, el proyecto no solo tiene valor práctico, sino también valor científico y académico, al aportar evidencia empírica sobre los efectos de una propuesta concreta de remotización en carreras de ingeniería, situada en un contexto institucional argentino. A la vez, busca contribuir al debate sobre cómo garantizar una formación inclusiva y de calidad, enmarcada en los desafíos que impone la industria 4.0 y las transformaciones contemporáneas de la educación superior.

Corter et al. (2011) compararon tres modalidades: presencial, remoto y simulaciones en experimentos de física armando grupos de estudiantes en forma aleatoria y observaron que los puntajes conceptuales post-práctica obtenidos en los exámenes no difirieron significativamente entre presencial y remoto, aunque sí detectaron diferencias en la motivación y la dinámica grupal. Si bien la modalidad remota presenta ventajas, también enfrenta desafíos vinculados al sentido de pertenencia y a la interacción con docentes y pares, algo

que es mejor logrado con la presencialidad (Deng & Yeter, (2024)), aunque no afecte a los procesos cognitivos, la predilección por el laboratorio presencial sigue siendo alta debido al apoyo social y docente directo, sugiriendo la necesidad de reforzar estas dimensiones en entornos remotos (Zhang et al. (2025)). Por otro lado, Van den Beemt et al. (2022) demostraron que integrar pedagogías de aprendizaje activo en laboratorios remotos que incluyan tareas abiertas, retroalimentación continua y seguimiento en tiempo real incrementa significativamente el entusiasmo (“engagement”) de los estudiantes. Monzo et al. (2021) encontraron una elevada satisfacción con la accesibilidad y flexibilidad (“anytime, anywhere”) y con la adquisición de competencias prácticas, subrayando que en este sentido la usabilidad y el diseño de la interfaz son determinantes. La conveniencia y facilidad de uso de los laboratorios remotos son aspectos apreciados por los estudiantes, estos fueron los mejor calificados en la sub-escala de conveniencia. También puede fomentar la autonomía del estudiante, ya que la disponibilidad “en cualquier momento y lugar” exige autorregulación y planificación de los experimentos.

En un contexto similar al del presente trabajo, Furlong & Pegg (2023) diseñaron un banco con un intercambiador de calor controlado en forma remota con Arduino y LabVIEW, los resultados también arrojaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en pruebas y calidad de informes entre ambas modalidades.

Colton et al. (2003) y Lyons (2017) muestran que la robustez de la interfaz gráfica y la calidad del video-feed son críticos para la satisfacción y el rendimiento, los fallos en estos elementos reducen drásticamente la efectividad del laboratorio remoto mientras que los sistemas estables no disminuyeron el rendimiento académico. La interacción con datos reales y equipos físicos en los laboratorios remotos puede inducir niveles más altos de motivación en comparación con las simulaciones, donde los estudiantes valoran poder tomar datos de un equipo real y sienten que los experimentos remotos los hacen pensar y comprender cosas que no habrían logrado solo con conferencias o libros de texto.

A su vez, la revisión sistemática de Villalobos & Romero (2023) de 53 estudios sobre laboratorios remotos en educación superior publicados entre 2011 y 2021 evidencia un crecimiento sostenido de las experiencias de laboratorio remoto, aunque con escasa representación de prácticas en ingeniería química y, puntualmente, de transferencia de energía térmica. Esta revisión también identifica categorías clave de análisis (aprendizaje conceptual, habilidades prácticas, satisfacción, percepción de eficacia), que servirán como guía para el diseño de los instrumentos de evaluación y para establecer comparaciones con otras experiencias regionales.

De esta forma, se propone, en el marco del proyecto “Formación Experimental por Competencias para Estudiantes de Ingeniería Química” (PID UTN 10150), analizar la viabilidad de remotizar las prácticas de laboratorio para el estudio de distintos tipos de intercambiadores de calor que forman parte de las asignaturas “Termodinámica” y “Tecnología de la Energía Térmica” para la carrera de Ingeniería Química que se dicta en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata (UTN FRLP), donde se prevé trabajar con una cohorte de entre 40 y 60 estudiantes por año, en función de la inscripción estimada y las posibilidades logísticas del equipamiento, con la intención de obtener evidencia empírica que permita responder si la modalidad remota es equivalente a la presencial en términos de aprendizaje y experiencia en laboratorios de procesos. Además, se prevé identificar factores que favorecen u obstaculizan la participación remota, contribuyendo al diseño de propuestas pedagógicas más inclusivas y sostenibles.

Desarrollo

Los antecedentes sobre prácticas de laboratorio remotas para sistemas de intercambio de calor se sitúan en contextos internacionales, con recursos tecnológicos o esquemas de organización muy diferentes al sistema argentino. De allí la importancia de desarrollar estudios situados, que consideren las condiciones materiales, institucionales y pedagógicas locales, donde si bien la investigación regional en el tema ha crecido de manera

sostenida, existe una escasa representación de estudios en áreas como ingeniería térmica, lo que justifica el enfoque de este trabajo para el desarrollo de actividades experimentales empleando el intercambiador de calor que se encuentra disponible en el Laboratorio de Ingeniería Química de la UTN FRLP. Por otra parte, en la región han surgido redes colaborativas como la Red Argentina de Laboratorios de Acceso Remoto (R-Lab) propuesta por el Consejo Federal de Decanas y Decanos de Ingeniería (CONFEDI), que busca optimizar recursos y compartir equipamiento. De esta forma, el laboratorio podría ingresar a dicha red, posibilitando a estudiantes ajenos de la institución el poder participar de la experiencia práctica.

Es así que, haciendo un análisis de los contextos de aplicación de laboratorios remotos y sus implicancias tanto académicas como socioculturales, la implementación de este tipo de actividades para los estudiantes de Ingeniería Química de la UTN FRLP adquiere relevancia en distintos niveles que impactan tanto en su formación como en la planificación estratégica institucional. De esta forma, surge la necesidad de plantear un avance de proyecto que incluya a aquellos estudiantes que no pueden asistir en forma presencial al laboratorio e investigar su aplicabilidad y eficiencia en el contexto argentino.

En primer lugar, desde una perspectiva de equidad educativa, la implementación de prácticas de laboratorio en modalidad remota permitiría ampliar el acceso a experiencias formativas de calidad a estudiantes que, por motivos tales como responsabilidades laborales, compromisos familiares o residencias alejadas del centro universitario, no pueden asistir de manera presencial, donde se contribuye a garantizar una educación más inclusiva, reduciendo las barreras que tradicionalmente limitan la participación activa en actividades prácticas.

En segundo lugar, en el plano de la formación profesional orientada a la industria 4.0, la propuesta posibilita incorporar herramientas y metodologías alineadas con los entornos productivos contemporáneos, donde la operación remota de equipos y sistemas es una práctica habitual. La familiarización temprana con el uso de interfaces digitales y tecnologías de monitoreo a distancia en contextos académicos controlados fortalece competencias esenciales para el ejercicio profesional en el ámbito de la ingeniería moderna, promoviendo la adecuación entre la formación universitaria y las demandas del sector productivo.

Por último, se ofrece una contribución significativa a la optimización institucional, para así generar evidencia empírica sobre la equivalencia pedagógica entre las modalidades presencial y remota en experiencias de laboratorio permitiendo entonces a la Universidad tomar decisiones fundamentadas respecto de futuras inversiones en infraestructura híbrida. De este modo, se favorece una planificación estratégica que atienda a la sostenibilidad del sistema educativo, maximizando el uso de recursos disponibles sin comprometer la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En conjunto, la literatura demuestra que los laboratorios remotos:

1. Alcanzan equivalencia formativa con la presencialidad en términos de aprendizaje conceptual y técnico.
2. Requieren diseños pedagógicos que fortalezcan la interacción social y docente.
3. Dependen de plataformas técnicamente robustas y de interfaces amigables.
4. Han sido sub-representados en áreas de ingeniería clave, como la transferencia de calor.

Es por estos motivos que el panorama actual de los laboratorios remotos en la educación superior en ingeniería es prometedor, aunque existan desafíos relacionados con la interacción social y las percepciones de los estudiantes, su capacidad para ofrecer una experiencia de aprendizaje equivalente a la presencial, con ventajas significativas en accesibilidad y flexibilidad, los posiciona como una herramienta invaluable para el futuro de la educación en ingeniería. La clave reside en un diseño pedagógico cuidadoso, interfaces de usuario robustas y una investigación continua que explore la combinación óptima de modalidades y aborde las necesidades y percepciones de los estudiantes en diversos contextos.

De esta forma, para el desarrollo de las prácticas de laboratorio remotas se propone un enfoque de estudio mixto, combinando herramientas cuantitativas (evaluaciones pre y post práctica, análisis de informes, encuestas) con técnicas cualitativas (entrevistas semiestructuradas a estudiantes). Esta decisión metodológica responde a la necesidad de abordar no solo los resultados de aprendizaje desde un punto de vista objetivo y medible, sino también de comprender cómo los estudiantes experimentan subjetivamente la práctica en cada modalidad, y qué significado atribuyen a su participación.

Para el estudio se establecerán dos grupos de estudiantes, uno que realice la práctica presencial y otro en modalidad remota. Ambos recibirán la misma consigna y trabajarán sobre el mismo equipamiento.

Bajo este contexto, las técnicas previstas serán las siguientes:

- Evaluación conceptual pre y post práctica: se aplicará un cuestionario con preguntas teórico-prácticas para medir los aprendizajes antes y después de la realización del laboratorio.
- Análisis de informes de laboratorio: se utilizará una rúbrica elaborada ad hoc para evaluar la calidad técnica, la argumentación, la correcta interpretación de resultados y el uso de conceptos clave.
- Encuesta tipo Likert: se administrará un cuestionario con ítems cerrados sobre percepción de autonomía, motivación, claridad de consignas, interacción con el equipo docente, dificultad técnica, entre otros.
- Entrevistas semiestructuradas: se entrevistará a una muestra de estudiantes de ambas modalidades (presencial y remota), procurando diversidad de género y trayectoria académica. Las entrevistas buscarán reconstruir la experiencia vivida en la práctica, los obstáculos encontrados, la valoración global y sugerencias de mejora.
- Análisis de datos:
 - Para los datos cuantitativos se aplicarán pruebas estadísticas descriptivas e inferenciales (t de Student, ANOVA).
 - Para los datos cualitativos se utilizará análisis temático, codificando las transcripciones de entrevistas con categorías emergentes y previamente definidas.

Esta metodología permitirá abordar la complejidad del fenómeno desde múltiples perspectivas, en coherencia con el enfoque constructivista-social y socio-técnico adoptado, dado que combina instrumentos cuantitativos y cualitativos. Así, las técnicas previstas permiten abordar de manera sistemática tanto los aprendizajes logrados como las experiencias subjetivas de los estudiantes.

Por otra parte, este enfoque metodológico no solo posibilita medir el rendimiento académico, sino también indagar en dimensiones clave como la autonomía, la motivación, la claridad de consignas y la interacción pedagógica, factores determinantes para el éxito de las experiencias virtuales. La triangulación de datos obtenidos mediante cuestionarios, rúbricas y entrevistas permite construir un diagnóstico riguroso, equilibrado y representativo, que da cuenta de la efectividad de la propuesta y de los aspectos a mejorar.

Asimismo, el uso de herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales y de análisis temático para los datos cualitativos asegura una interpretación válida y confiable de los resultados. En este sentido, la metodología propuesta se constituye en una herramienta valiosa no solo para evaluar la experiencia en curso, sino también para generar evidencia que respalde decisiones institucionales futuras sobre la implementación de prácticas híbridas o totalmente remotas en la enseñanza de la ingeniería, contribuyendo en la consolidación de una cultura de mejora continua, centrada en la evidencia y orientada a garantizar una formación práctica de calidad, inclusiva y alineada con los desafíos pedagógicos y tecnológicos contemporáneos.

Conclusiones

La implementación de un laboratorio remoto que emplea un intercambiador de calor representa una estrategia pedagógica de gran relevancia para la formación de ingenieros químicos en el contexto actual. En primer lugar, su importancia radica en la posibilidad de sostener el componente experimental de la enseñanza, incluso en entornos no presenciales, garantizando la continuidad de las prácticas fundamentales para la comprensión de fenómenos de transferencia de energía.

Asimismo, la propuesta se distingue por su versatilidad, ya que permite su aplicación en diversas modalidades de cursado (presencial, remota o híbrida), y se adapta a distintos niveles de complejidad según los objetivos de aprendizaje. Esta flexibilidad didáctica posibilita su integración en múltiples asignaturas y trayectos curriculares, optimizando el uso de recursos técnicos y humanos.

Finalmente, desde una perspectiva de inclusión, el laboratorio remoto ampliaría significativamente el acceso a experiencias formativas de calidad para estudiantes que, por razones geográficas, laborales o personales, no pueden participar de actividades presenciales. Al reducir las barreras físicas y temporales, esta modalidad contribuye a democratizar la educación en ingeniería, asegurando que un mayor número de estudiantes pueda desarrollar competencias clave para su futuro profesional, en sintonía con las exigencias de la industria 4.0 y la transformación digital.

Referencias

- Bruner, J. S. (1997). *The culture of education*. Harvard University Press.
- Colton, C. K., Knight, M., Khan, R. A., Ibrahim, S. & West, R. (2003). A web-accessible heat exchanger experiment. *International Conference on Engineering Education*. Valencia, Spain.
- Corter, J. E., Esche, S. K., Chassapis, C., Ma J. & Nickerson, J. V. (2011). Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratories. *Computers & Education*, 57(3), 2054–2067. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.009>
- Furlong, A. J., & Pegg, M. J. (2023). Low-cost heat exchanger benches for remote operation. *Education for Chemical Engineers*, 44, 14–20. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.04.002>
- Deng, Y., & Yeter, I. H. (2024). Exploring undergraduate engineering students' perspectives on laboratory learning: comparing hands-on, remote, and virtual environments. Conferencia presentada en *The Future of Engineering Education 2024 Annual Conference & Exposition*. Portland, Oregon.
- Feenberg, A. (2010). Between reason and experience: Essays in technology and modernity. *The MIT Press*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8221.001.0001>
- Lyons, L. (2017). *Enhancing engineering education through remote laboratories*. PhD thesis. Deakin University. Victoria, Australia.
- Monzo, C., Cobo, G., Morán, J.A., Santamaría, E. & García-Solórzano D. (2021). Remote laboratory for online engineering education: The RLAB-UOC-FPGA case study. *Electronics*, 10(9), 1072. <https://doi.org/10.3390/electronics10091072>
- Van den Beemt, A., Groothuijsen, S., Ozkan, L. & Hendrix, W. (2022). Remote labs in higher engineering education: engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*, 35, 320–340. <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09331-4>

Villalobos M., A., & Romero A., R. (2023). Laboratorios remotos en educación superior: una revisión bibliográfica sistematizada. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 35, 58–68. <https://doi.org/10.24215/18509959.35.e7>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society, the development of higher psychological processes*. Harvard University Press Cambridge, Mass.

Zhang, Y., Stöhr, C., Jämsvi, S.S., Kabo, J. & Malmqvist J. (2025). Student experiences of hybrid and online engineering labs in a logic control course. *Computer Applications in Engineering Education*, 33, Issue 3. <https://doi.org/10.1002/cae.70032>

Diseño y validación de instrumentos para evaluar competencias genéricas en estudiantes de Ingeniería Civil

Design and Validation of Instruments for Assessing Generic Competencies in Civil Engineering Students

Presentación: 25/06/2025

Gerardo González del Solar

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica, Argentina.
gerardo.gdelsolar@frm.utn.edu.ar

Alberto Marcelo Guzmán

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica, Argentina.
mguzman@frm.utn.edu.ar

María Carolina Domizio

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica, Argentina.
mcarodomizio@gmail.com

Claudio Dagne

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica, Argentina.
cdagne@frm.utn.edu.ar

Sergio Acosta

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica, Argentina.
sergio.acosta@docentes.frm.utn.edu.ar

Resumen

El presente artículo expone el diseño y la fundamentación de un conjunto de instrumentos destinados a evaluar el desarrollo de competencias genéricas en estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Civil, en el marco de un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID). Estas competencias —entre ellas, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, la autonomía en el aprendizaje y la capacidad investigativa— son reconocidas como componentes esenciales para una formación profesional integral en contextos académicos y laborales complejos. A partir de una revisión conceptual se definieron las competencias prioritarias y se desarrollaron dos tipos de instrumentos: una encuesta de percepción con escala Likert aplicada al inicio y al final de la experiencia formativa, y una serie de rúbricas con criterios de evaluación estructurados en niveles de desempeño. Se establecieron además mecanismos de seguimiento en diferentes etapas del proceso formativo, con el objetivo de facilitar la retroalimentación, identificar avances y orientar intervenciones pedagógicas. Los instrumentos propuestos representan un aporte metodológico que busca sistematizar la evaluación de

competencias genéricas en entornos de formación orientados a la investigación, y constituyen una base para futuras aplicaciones y validaciones empíricas.

Palabras clave: competencias transversales, aprendizaje basado en la investigación, formación en Ingeniería Civil

Abstract

The article presents the design and rationale of a set of instruments aimed at assessing the development of generic competencies in advanced Civil Engineering students, within the framework of a Research and Development Project (*Proyecto de Investigación y Desarrollo*, PID). These competencies — including critical thinking, effective communication, teamwork, autonomous learning, and research skills— are recognized as essential components of comprehensive professional training in complex academic and professional contexts. Based on a conceptual and regulatory review, priority competencies were identified, and two types of instruments were developed: a perception survey using a Likert scale, administered at the beginning and end of the training experience, and a set of rubrics with performance-based evaluation criteria. In addition, follow-up mechanisms were implemented at different stages of the process to support feedback, monitor progress, and guide pedagogical interventions. The proposed instruments represent a methodological contribution toward systematizing the evaluation of generic competencies in research-oriented learning environments and provide a foundation for future applications and empirical validation.

Keywords: Cross-cutting skills, inquiry-based learning, Civil Engineering education

Introducción

La investigación constituye un pilar esencial para el descubrimiento, perfeccionamiento y aplicación de nuevos conocimientos. Su desarrollo sistemático permite abordar interrogantes complejos y generar soluciones relevantes para la sociedad. En este contexto, la universidad cumple un rol fundamental como espacio de creación, articulación y difusión del conocimiento, así como ámbito formativo para los futuros profesionales, tanto en su dimensión técnica como intelectual.

La Universidad Tecnológica Nacional, a través de su Plan Estratégico, subraya la importancia de la investigación básica y aplicada, promoviendo el trabajo colaborativo entre docentes, graduados, estudiantes y actores externos (Universidad Tecnológica Nacional, 2008). Este enfoque reconoce la necesidad de generar espacios de interacción donde los distintos protagonistas del proceso educativo construyan y compartan saberes. En particular, la vinculación entre docentes y estudiantes resulta clave para la formación integral de los futuros ingenieros, quienes deben desarrollar competencias tecnológicas, sociales y actitudinales, en consonancia con las exigencias de un entorno profesional dinámico (CONFEDI, 2016).

Blanco Guzmán (2020) sostiene que la preparación profesional abarca tanto la formación en competencias específicas propias de la disciplina como el desarrollo de competencias genéricas, comunes a diversas profesiones. Estas últimas —relacionadas con el “saber ser”— son transferibles a múltiples contextos laborales y constituyen una base esencial para el desempeño en entornos complejos y cambiantes.

Por su parte, Ayala (2020) afirma que la integración entre formación académica e investigación representa una necesidad fundamental para formar profesionales capaces de responder a las demandas sociales. Las potencialidades transformadoras desarrolladas a través del aprendizaje basado en la investigación permiten fortalecer capacidades clave, en un proceso donde formación e investigación conforman una unidad indisoluble.

En este marco, los autores desarrollaron un Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) orientado a mejorar la calidad de la formación de estudiantes avanzados de Ingeniería Civil mediante su participación activa en proyectos de investigación. Esta experiencia busca no solo fortalecer competencias genéricas y fomentar el

interés por estudios de posgrado, sino también facilitar la inserción laboral en un mercado que exige profesionales altamente capacitados (González del Solar et al., 2024). La hipótesis que guía el proyecto plantea que la participación en actividades de investigación contribuye significativamente al desarrollo de competencias genéricas y estimula la vocación científica, enriqueciendo el perfil profesional del estudiante.

Con el fin de valorar la influencia de dicha participación, se definieron, por un lado, las competencias genéricas a desarrollar y, por otro, se elaboraron instrumentos específicos para evaluar su adquisición. El presente artículo tiene como objetivo presentar las competencias seleccionadas y los instrumentos de evaluación diseñados, así como establecer los mecanismos de seguimiento que permitirán analizar la evolución de dichas competencias e implementar ajustes formativos cuando sea necesario.

La población en estudio está compuesta por cuatro estudiantes avanzadas de la carrera de Ingeniería Civil: una cursando cuarto año, dos en quinto año y una con el cursado finalizado, próxima a egresar. La selección se realizó en función del interés voluntario manifestado por las participantes en la temática propuesta. Los resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados serán analizados mediante técnicas estadísticas apropiadas.

Metodología

La metodología implementada consta de dos etapas: en primer lugar, la selección de las competencias genéricas a tributar; y en segundo lugar, el desarrollo del instrumento para su evaluación.

En relación con la primera etapa, cabe mencionar que esta se basa en una cuidadosa selección de las habilidades necesarias para participar en un proyecto de investigación. En este sentido, Espinoza Freire et al. (2016) identifican como competencias fundamentales para la investigación la capacidad de identificar, formular y resolver problemas en contextos reales o simulados, así como la generación y difusión del conocimiento obtenido a partir de dicho proceso.

Por su parte, Figueroa Céspedes et al. (2020) señalan que competencias genéricas como el pensamiento crítico, la reflexión, la toma de decisiones, la observación y la comunicación constituyen habilidades propias del pensamiento científico, cuyo fortalecimiento se desarrolla a lo largo de la vida mediante experiencias intencionadas que permiten modelar tanto el conocimiento científico como la forma de abordar las temáticas científicas.

Asimismo, Araya Cabrera y Martínez Clarés (2023) plantean que el aprendizaje basado en proyectos busca potenciar no solo el desarrollo de competencias específicas, sino también de competencias genéricas como aprender a aprender, organizar y planificar, analizar y sintetizar, aplicar los conocimientos a la práctica, expresarse con claridad de forma oral y escrita en la propia lengua, desarrollar capacidad crítica y autocrítica, trabajar de manera colaborativa y ejercer la iniciativa y el liderazgo, entre otras.

De la revisión de los aportes realizados por los tres autores, se advierte una convergencia en torno a un conjunto de competencias genéricas fundamentales para el desarrollo de procesos formativos vinculados a la investigación. Entre ellas, se destacan el pensamiento crítico y autocrítico, la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones fundamentadas, la comunicación efectiva tanto oral como escrita, y la habilidad para trabajar de forma colaborativa, asumiendo roles y responsabilidades dentro de un grupo. Asimismo, se subraya la importancia de aprender a aprender, organizar y gestionar el propio proceso de aprendizaje con autonomía, ejercer la iniciativa y el liderazgo en entornos académicos, y desarrollar la observación sistemática como base del análisis riguroso de la realidad. Estas competencias resultan esenciales no solo para la actividad investigativa, sino también para una formación integral orientada a contextos complejos y cambiantes.

En relación con la segunda etapa, referida a la elaboración de instrumentos para la evaluación de las competencias genéricas, se espera que estos permitan recoger evidencia del desempeño de los estudiantes participantes en función de los resultados de aprendizaje esperados.

En este sentido, Araya Cabrera y Martínez Clares (2023) proponen dos instrumentos para la obtención de información: encuestas de percepción y rúbricas. La encuesta diseñada por los autores contiene preguntas

relacionadas con los resultados de aprendizaje esperados, tanto para las competencias específicas como para las genéricas, con respuestas valorativas según una escala tipo Likert. Este instrumento se aplica al inicio y al final de la experiencia, con el propósito de relevar la percepción del nivel de logro alcanzado. Por su parte, las rúbricas están orientadas a valorar tanto el conocimiento técnico como la presentación de la información. Para ello, los autores diseñaron tres rúbricas complementarias: una para la evaluación de informes técnicos, otra para valorar la presentación y defensa de los resultados obtenidos, y la última para evaluar el trabajo en equipo.

Asimismo, Cárdenas y Bustamante García (2022) afirman que las rúbricas son instrumentos valiosos para la evaluación de competencias, al presentarse como matrices de puntuación que incluyen tres elementos esenciales: los ítems de evaluación, los descriptores y la escala de valoración. Esta estructura permite valorar el nivel de logro y facilita la retroalimentación, ya sea centrada en el proceso, en la evidencia, en la intervención docente o en la autorregulación. Además, las rúbricas promueven el diálogo entre docentes en torno a sus prácticas evaluativas, incrementan la confianza del estudiante y favorecen la autoevaluación y la coevaluación.

Sobre la base de estas referencias teóricas y metodológicas, se diseñaron los instrumentos específicos de evaluación utilizados en la presente investigación, cuyos resultados se detallan a continuación.

Resultados

A partir de las experiencias recabadas, se priorizan como objetivos de evaluación las competencias vinculadas al pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, la autonomía en el aprendizaje y la capacidad investigativa. Para su evaluación, se proponen los siguientes instrumentos:

Encuesta de percepción

La encuesta elaborada (Tabla 1) se trata de un instrumento de autocompletado que permite medir de manera cuantitativa y cualitativa las diferentes competencias en estudio. Cada habilidad se evalúa a través de tres afirmaciones concretas las que se responden empleando la escala de valoración de Likert de 4 puntos (1 = Nunca, 2 = Rara vez, 3 = Frecuentemente, 4 = Siempre). Los resultados obtenidos antes y después de la experiencia serán comparados estadísticamente mediante la prueba t de Student para muestras apareadas o bien, a través de análisis no paramétricos. A su vez, el cuestionario incorpora una pregunta abierta para comentarios adicionales, cuya información será evaluada cualitativamente.

Rúbrica de evaluación

Las rúbricas de evaluación (Tabla 2) han sido elaboradas como instrumentos para valorar el desarrollo de competencias genéricas clave en los egresados de Ingeniería Civil, especialmente en contextos formativos vinculados a la investigación y al trabajo académico colaborativo. Su propósito es ofrecer criterios claros, objetivos y progresivos que permitan valorar el nivel de logro alcanzado en las cinco competencias genéricas en estudio.

Competencia	Descriptor	1	2	3	4
Pensamiento crítico y resolución de problemas	Analizo problemas desde diferentes perspectivas antes de tomar una decisión.	☐	☐	☐	☐
	Identifico las causas raíz de los problemas y propongo soluciones efectivas.	☐	☐	☐	☐
	Evalúo la validez de las fuentes de información antes de utilizarlas.	☐	☐	☐	☐
Comunicación efectiva	Expreso mis ideas de forma clara y coherente en presentaciones orales.	☐	☐	☐	☐
	Redacto informes y documentos técnicos con precisión y claridad.	☐	☐	☐	☐
	Utilizo recursos visuales (gráficos, diagramas) para complementar mis explicaciones.	☐	☐	☐	☐
Trabajo en equipo	Participo activamente en las tareas grupales, aportando ideas y esfuerzo.	☐	☐	☐	☐
	Escucho y valoro las opiniones de mis compañeros en el trabajo en equipo.	☐	☐	☐	☐
	Contribuyo a resolver conflictos dentro del equipo de manera constructiva.	☐	☐	☐	☐
Aprendizaje autónomo	Busco activamente nuevas oportunidades de aprendizaje relacionadas con mi campo.	☐	☐	☐	☐
	Gestiono mi tiempo de manera eficiente para cumplir con mis objetivos de aprendizaje.	☐	☐	☐	☐
	Reflexiono sobre mis experiencias para mejorar continuamente.	☐	☐	☐	☐
Capacidad investigativa	Formulo preguntas de investigación relevantes en el ámbito de la ingeniería civil.	☐	☐	☐	☐
	Diseño metodologías adecuadas para abordar problemas de investigación.	☐	☐	☐	☐
	Analizo e interpreto datos para obtener conclusiones fundamentadas.	☐	☐	☐	☐
Observaciones adicionales (opcional):					

Tabla 1: Encuesta de percepción

Cada competencia se desglosa en indicadores específicos y se evalúa mediante una escala de cuatro niveles de desempeño: Insuficiente, Básico, Satisfactorio y Avanzado. Este instrumento busca no solo facilitar la retroalimentación formativa, sino también fomentar la autorreflexión, la mejora continua y la toma de decisiones pedagógicas fundamentadas.

El instrumento será aplicado en tres momentos del proceso: (a) al inicio del proyecto de investigación, con el objetivo de identificar el nivel inicial de desarrollo de las competencias, lo que servirá como base para comparar avances y ajustar estrategias pedagógicas o de acompañamiento; (b) durante el desarrollo del proyecto, en etapas como la formulación del problema, la revisión bibliográfica, el diseño metodológico y el análisis de resultados parciales, con la finalidad de detectar dificultades y orientar mejoras; y (c) al finalizar el proyecto, para valorar integralmente el logro de las competencias.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se centrará en métodos descriptivos y en técnicas no paramétricas.

Conclusiones

El presente trabajo presentó un conjunto de instrumentos diseñados para la evaluación sistemática de competencias genéricas en estudiantes avanzados de Ingeniería Civil, en el marco de su participación en

proyectos de investigación. Estas competencias —el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo y la capacidad investigativa— resultan clave para una formación profesional integral, particularmente en entornos complejos y colaborativos.

La cuidadosa selección de dichas competencias, respaldada por una revisión bibliográfica, permitió orientar el diseño de instrumentos específicos que favorecen una valoración objetiva del desempeño estudiantil más allá de los saberes técnicos. En particular, la combinación de encuestas de percepción y rúbricas estructuradas ofrece herramientas complementarias que permiten relevar tanto la autopercepción de los estudiantes como la evaluación externa por parte de docentes. Esto posibilita identificar fortalezas, detectar áreas de mejora y orientar procesos de retroalimentación pedagógica.

Competencia	Descriptor	Niveles de logro			
		Nivel 1 - Insuficiente	Nivel 2 - Básico	Nivel 3 - Satisfactorio	Nivel 4 - Avanzado
Pensamiento crítico y resolución de problemas	Identifica y formula problemas de manera clara y fundamentada, considerando el contexto y sus implicancias	Tiene dificultades para identificar problemas o los plantea de manera ambigua o descontextualizada.	Formula problemas generales, aunque con limitadas justificaciones o comprensión del contexto.	Reconoce y formula problemas de forma clara, considerando su relevancia y contexto.	Identifica con precisión problemas complejos, justificando causas y consecuencias con base en evidencia.
	Explora creativamente diversas alternativas de solución y selecciona la más adecuada con criterios técnicos, éticos y contextuales	No propone soluciones viables o la elección no se basa en criterios técnicos claros.	Propone una única solución, sin considerar otras alternativas. La elección no está claramente justificada.	Plantea más de una solución posible y elige una justificando su elección con algunos criterios relevantes.	Propone múltiples soluciones innovadoras y justifica la elección final con criterios sólidos y pertinentes.
	Implementa técnicamente la solución propuesta, articulando conocimientos y recursos disponibles	Tiene dificultades en la implementación o depende de otros para ejecutar la solución.	Aplica la solución con limitaciones técnicas o errores menores en la ejecución.	Aplica adecuadamente la solución con uso correcto de recursos y procedimientos técnicos.	Ejecuta con solvencia técnica la solución elegida, integrando herramientas y métodos pertinentes.
	Evalúa los resultados obtenidos y ajusta el proceso de resolución de problemas en función de los aprendizajes y evidencias generadas.	No evalúa los resultados o no realiza ajustes significativos al proceso.	Evalúa parcialmente los resultados y realiza ajustes limitados o tardíos.	Evalúa los resultados con sentido crítico y realiza ajustes razonables al proceso.	Evalúa críticamente los resultados, identifica mejoras y ajusta eficazmente el proceso para optimizarlo.

Aprendizaje autónomo	Reconoce la necesidad de un aprendizaje continuo, identificando oportunidades de mejora personal y profesional a lo largo de la vida.	Reconoce solo cuando se le indica que necesita seguir aprendiendo.	Muestra disposición al aprendizaje, pero no siempre identifica necesidades formativas propias.	Identifica necesidades de actualización y busca oportunidades de formación pertinentes.	Integra el aprendizaje continuo en su desarrollo profesional, planificándolo estratégicamente.
	Organiza y gestiona de forma autónoma su proceso de aprendizaje, estableciendo metas, estrategias y recursos adecuados.	Depende completamente de instrucciones externas para organizar su estudio.	Organiza sus tiempos y actividades con ayuda o siguiendo indicaciones.	Planifica su aprendizaje de manera autónoma, con estrategias adecuadas.	Gestiona eficientemente su proceso de aprendizaje, evaluando y ajustando sus métodos de forma autónoma.
Comunicación efectiva	Comunica con claridad problemáticas profesionales a audiencias no especializadas, adaptando el lenguaje al interlocutor.	Utiliza un lenguaje confuso o excesivamente técnico, generando incompreensión.	Presenta dificultades para simplificar términos técnicos o adaptar su discurso al interlocutor.	Comunica con claridad general, aunque con menor adecuación terminológica o explicativa.	Expone con claridad y precisión, empleando un lenguaje accesible, sin perder rigurosidad técnica.
	Interpreta adecuadamente textos técnicos (memorias, informes, normativas, etc.) vinculados a la profesión.	Presenta comprensión superficial o errónea de los textos técnicos.	Requiere apoyo para interpretar conceptos clave o estructura de los textos técnicos.	Interpreta los textos con comprensión general, aunque con algunas limitaciones terminológicas o estructurales.	Comprende integralmente los contenidos técnicos, identifica propósitos, estructura y vocabulario especializado.

Tabla 2: Rúbricas de evaluación

Comunicación efectiva (cont.)	Elabora textos técnicos estructurados y coherentes, adecuados al propósito comunicativo y al público destinatario.	No logra redactar textos técnicos adecuados ni cumplir con el propósito comunicativo.	Redacta textos con escasa claridad, organización débil o errores frecuentes de forma o contenido.	Produce textos comprensibles y coherentes, con estructura básica y algunos errores menores.	Redacta textos claros, lógicos y bien organizados, con terminología técnica pertinente y adecuada formalidad.
--------------------------------------	--	---	---	---	---

	Realiza presentaciones públicas claras y bien organizadas, utilizando recursos expresivos y/o visuales apropiados	La presentación es desorganizada, poco comprensible o sin recursos de apoyo adecuados.	Presenta con dificultad para organizar el contenido o utilizar adecuadamente los recursos.	Realiza presentaciones claras y comprensibles, aunque con limitaciones en recursos o expresión.	Expone con fluidez, seguridad y claridad, apoyándose eficazmente en recursos visuales o expresivos.
Trabajo en equipo	Identifica las metas y responsabilidades individuales y colectivas, y actúa de acuerdo con ellas.	No reconoce metas ni responsabilidades; actúa de manera individual o desinteresada.	Tiene dificultades para comprender las metas o asumir responsabilidades; su participación es irregular.	Reconoce metas y responsabilidades y actúa conforme a ellas, aunque requiere ocasional orientación.	Identifica claramente las metas del equipo y sus responsabilidades; actúa con iniciativa y constancia para cumplirlas.
	Reconoce y respeta los puntos de vista y opiniones de los demás miembros del equipo, y contribuye a la toma de acuerdos.	Ignora o rechaza las opiniones de otros, y obstaculiza el consenso del equipo.	Muestra resistencia a opiniones distintas o tiene dificultades para colaborar en acuerdos.	Acepta otros puntos de vista y colabora en la toma de decisiones.	Escucha activamente, valora diferentes opiniones y promueve consensos con actitud colaborativa.
	Asume responsabilidades y roles asignados dentro del equipo de trabajo, cumpliéndolos con compromiso	No asume responsabilidades o incumple sus compromisos con el equipo.	Asume roles con poca disposición o cumplimiento limitado.	Acepta los roles asignados y cumple sus funciones en forma adecuada.	Asume roles con disposición y cumple sus responsabilidades de forma eficaz y oportuna.
Capacidad investigativa	Identifica el problema, delimitando sus alcances, y formula hipótesis explicativas, reconociendo adecuadamente las variables de estudio.	Presenta una idea general del problema, sin delimitarlo ni proponer hipótesis claras.	Delimita parcialmente el problema y formula hipótesis poco fundamentadas.	Delimita adecuadamente el problema y formula hipótesis claras, identificando variables relevantes.	Analiza críticamente el problema, lo delimita con precisión y plantea hipótesis bien argumentadas con variables pertinentes.
	Localiza fuentes de información confiables y pertinentes.	Utiliza fuentes poco confiables o irrelevantes.	Consulta algunas fuentes confiables, pero no siempre son pertinentes al tema.	Selecciona y utiliza fuentes confiables y relevantes para su investigación.	Identifica, compara y selecciona críticamente diversas fuentes confiables, integrándolas de forma pertinente y rigurosa.

	Genera y difunde conocimientos a partir de los resultados de la investigación.	Presenta información sin análisis ni organización adecuada.	Expone resultados con cierto nivel de análisis, pero con dificultades en la coherencia o la comunicación.	Comunica resultados de manera clara y estructurada, con análisis coherente.	Genera nuevos aportes a partir del análisis crítico de los resultados y los difunde con claridad y rigor académico.
--	--	---	---	---	---

Tabla 2: Rúbricas de evaluación (continuación)

Asimismo, la incorporación de mecanismos de seguimiento en distintas etapas del proceso formativo permite monitorear el avance de los estudiantes, realizar ajustes oportunos y reforzar el carácter formativo de la evaluación. En conjunto, estos recursos metodológicos contribuyen a sistematizar la valoración de competencias genéricas en contextos académicos centrados en la investigación, en consonancia con las demandas actuales del ejercicio profesional y el fomento de la vocación científica.

Finalmente, la propuesta presentada sienta las bases para futuras aplicaciones, validaciones empíricas y adaptaciones que permitan optimizar su alcance y efectividad, promoviendo una mejora continua en la calidad educativa y en el desarrollo integral del estudiantado.

Fuente de financiación

Trabajo realizado en el marco del Proyecto PID METEECI370, “Formación en investigación del estudiante de grado de la carrera de ingeniería civil como un aporte a las competencias genéricas del futuro egresado”, financiado por la Universidad Tecnológica Nacional.

Referencias

- Araya Cabrera, M. P. & Martinez Clares, P. (2023). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia de seguimiento de las competencias del perfil de egreso. Una experiencia en Ingeniería Civil en la Universidad de Valparaíso. *Educatio Siglo XXI*, 41(2), 11-38. doi: 10.6018/educatio.503551
- Ayala, O. (2020). Competencias informacionales y competencias investigativas en estudiantes universitarios. *Revista Innova Educación*. 2 (4), 668-679. doi: <https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.04.011>
- Blanco Guzmán, M. (2020). Desarrollo de competencias básicas de investigación. *Ajayu*, 18 (1), 24-51. doi: <https://doi.org/10.35319/ajayu.181226>
- Cárdenas, S.I., & Bustamante García, B. (2022). Desarrollo y validación de rúbricas para evaluar los desempeños de las competencias genéricas desde la percepción de los estudiantes de Ingeniería Agronómica de una universidad estatal de Huánuco, 2021 [Tesis de segunda especialidad, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8361>
- CONFEDI (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. Ed. ASIBEI.
- Espinoza Freire, E.; Rivera Ríos, A.R. & Tinoco Cuenca, N.P. (2016). Formación de competencias investigativas en los estudiantes universitarios. *Atenas*, 33 (1), 2016.

González del Solar, G., Guzmán, M, & Domizio, C. (2024). Formación de estudiantes de grado en investigación como un aporte a sus competencias genéricas. *Acta de Resúmenes del VIII ECEFI*.

Figueroa Céspedes, I., Pezoa Carrasco, E., Godoy, M.E. & Díaz Arce, T. (2020). Habilidades de Pensamiento Científico: Una propuesta de abordaje interdisciplinar de base sociocrítica para la formación inicial docente. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19 (41), 257 – 273. doi: 10.21703/rexe.20201941figueroa14

Universidad Tecnológica Nacional (UTN), (2008). Resolución UTN N° 133/2008: Plan Estratégico de la Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina.



9 JEiN

X Jornada de Enseñanza
de la Ingeniería 2025