Libro de Actas

EMCI

XXV ENCUENTRO NACIONAL
XVII ENCUENTRO INTERNACIONAL

2025 DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA (EMCI)

15 al 17 de octubre de 2025
Facultad Regional Concepción del Uruguay

confedi
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina

FCyT
Sede Concepción del Uruguay

UTN
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

AJEA
Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay
XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería - EMCI : libro de actas ; Compilación de Laura Evangelina Navas ; Macarena De Los Santos ; Coordinación general de Laura Evangelina Navas ; Macarena De Los Santos. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-42-0260-8

1. Matemática. 2. Ingeniería. I. Navas, Laura Evangelina, comp. II. De Los Santos, Macarena , comp. III. Navas, Laura Evangelina, coord. IV. De Los Santos, Macarena , coord.
CDD 510

Libro de Actas
XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI)
Fecha del Congreso: 15 al 17 de octubre de 2025
Lugar de las Jornadas: Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025
ISBN: 978-950-42-0260-8
Fecha de Publicación: 12/2025



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



XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI)

del 15 al 17 de octubre de 2025

Facultad Regional Concepción del Uruguay

www.frcu.utn.edu.ar/emci

Libro de Actas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Resumen

El Encuentro de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI) se ha consolidado, a lo largo de sus veinticinco ediciones nacionales y diecisiete internacionales, como un espacio donde convergen miradas, enfoques y experiencias que enriquecen profundamente la enseñanza de la matemática en el ámbito de la ingeniería.

En esta ocasión, el XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional tuvo lugar entre el 15 y el 17 de octubre de 2025, con actividades desarrolladas en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Concepción del Uruguay (UTN FRCU) y en la Universidad Autónoma de Entre Ríos – Facultad de Ciencia y Tecnología (UADER FCyT). La realización conjunta de ambas instituciones permitió ampliar la participación, sumar nuevas voces y fortalecer la colaboración interuniversitaria, rasgo distintivo de este encuentro.

El programa del EMCI 2025 se estructuró en torno a desafíos contemporáneos que atraviesan la educación matemática: la irrupción de la Inteligencia Artificial en procesos educativos, la necesidad de generar propuestas didácticas mediadas por tecnologías innovadoras, la importancia de pensar la articulación e ingreso con nuevos criterios pedagógicos, y la producción de evidencia desde la investigación educativa para orientar decisiones académicas. A lo largo de conferencias, talleres y sesiones de ponencias, estas cuestiones fueron analizadas desde múltiples enfoques y con un marcado espíritu de apertura y debate.

Entre las actividades más destacadas se desarrollaron conferencias centrales sobre temáticas representativas actuales como IA generativa, alfabetización digital, modelización, desafíos éticos en la docencia universitaria y el papel de la matemática en la formación cognitiva de los futuros ingenieros. La presencia de referentes de CONFEDI permitió, además, vincular estas discusiones con los lineamientos nacionales de formación en ingeniería y con los marcos de competencias que orientan las transformaciones curriculares en el país.

Los talleres abordaron problemáticas diversas: estrategias para el acompañamiento pedagógico en el primer año, diseño de actividades desde el enfoque ontosemiótico, herramientas digitales para la evaluación formativa, creación de situaciones matemáticas mediante IA, análisis en componentes principales, aprendizaje invertido, entre muchas otras propuestas. Las ponencias, distribuidas en cinco ejes temáticos, ofrecieron un panorama amplio del trabajo que la comunidad académica viene desarrollando para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el ámbito ingenieril.

El conjunto de aportes reunidos en este libro de actas refleja un movimiento educativo en constante evolución, comprometido con revisar sus prácticas, innovar en sus métodos y sostener un diálogo permanente con los cambios tecnológicos, sociales y formativos que caracterizan al presente. Lejos de ofrecer respuestas cerradas, el EMCI 2025 invita a pensar, discutir y construir colectivamente nuevas formas de enseñar y aprender matemática en ingeniería.

Esperamos que estas actas constituyan un recurso valioso para quienes investigan, enseñan o gestionan procesos educativos en carreras de ingeniería, y que contribuyan a seguir fortaleciendo una formación matemática rigurosa, pertinente y creativa, orientada a los desafíos del siglo XXI.

The Meeting on Mathematics Education in Engineering Careers (EMCI) has established itself, over the course of its twenty-five national and seventeen international editions, as a space where perspectives, approaches, and experiences converge, profoundly enriching the teaching of mathematics in the field of engineering.

On this occasion, the XXV National Meeting and XVII International Meeting took place between October 15 and 17, 2025, with activities held at the National Technological University – Concepción del Uruguay Regional Faculty (UTN FRCU) and the Autonomous University of Entre Ríos – Faculty of Science and Technology (UADER FCyT). The joint organization of both institutions allowed for greater participation, added new voices, and strengthened inter-university collaboration, a distinctive feature of this meeting.

The EMCI 2025 program was structured around contemporary challenges facing mathematics education: the emergence of artificial intelligence in educational processes, the need to generate teaching proposals mediated by innovative technologies, the importance of considering articulation and entry with new pedagogical criteria, and the production of evidence from educational research to guide academic decisions. Throughout conferences, workshops, and presentation sessions, these issues were analyzed from multiple perspectives and with a marked spirit of openness and debate.

Among the most notable activities were keynote lectures on current topics such as generative AI, digital literacy, modeling, ethical challenges in university teaching, and the role of mathematics in the cognitive training of future engineers. The presence of CONFEDI representatives also made it possible to link these discussions to national engineering education

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

guidelines and the competency frameworks that guide curricular transformations in the country.

The workshops addressed a variety of issues: strategies for pedagogical support in the first year, designing activities from an ontosemiotic perspective, digital tools for formative assessment, creating mathematical situations using AI, principal component analysis, flipped learning, among many other proposals. The presentations, divided into five thematic areas, offered a broad overview of the work that the academic community has been developing to improve the teaching and learning of mathematics in the field of engineering.

The collection of contributions gathered in this book of proceedings reflects an educational movement in constant evolution, committed to reviewing its practices, innovating its methods, and maintaining an ongoing dialogue with the technological, social, and educational changes that characterize the present. Far from offering closed answers, EMCI 2025 invites us to think, discuss, and collectively build new ways of teaching and learning mathematics in engineering.

We hope that these proceedings will be a valuable resource for those who research, teach, or manage educational processes in engineering degree programs, and that they will contribute to further strengthening rigorous, relevant, and creative mathematical training geared toward the challenges of the 21st century.

Autoridades

Esp. Ing. Martín Herlax
Decano
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Mg. Adriana María Gras
Vicedecana
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Comisión Permanente del EMCI

Miembros:

Marys Arlettaz
Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Argentina.

Sandra Baccelli
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.

María Beatriz Bouciguez
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Argentina.

Marta Graciela Caligaris
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Argentina.

Nori Cheeín de Auat
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.

José Job Flores Godoy
Universidad Católica del Uruguay, Uruguay, Argentina.

Ernesto Klimovsky
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.

Ana María Narváez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Argentina.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Laura Rivara
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Argentina.

Mónica Scardigli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.

Silvia Seluy
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.

María Mercedes Simonetti
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.

Susana Edith Pintos
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Comisión Organizadora

Coordinadores de Sede:

Laura Evangelina Navas

Susana Edith Pintos

Natalia Albert

Jésica Racigh

Miembros:

Diego Jesús Conte
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Laura Evangelina Navas
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Susana Pintos
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Julio Ponce de León
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Natalia Albert
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay / Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Macarena De Los Santos
Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Jésica Racigh
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Comisión Evaluadora

Coordinadores:

Macarena De Los Santos
Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Julio Ponce de León
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Jésica Racigh
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Miembros:

Marys Arlettaz
Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Argentina.

Sandra Baccelli
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.

María Beatriz Bouciguez
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Argentina.

Nori Cheeín de Auat
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.

José Job Flores Godoy
Universidad Católica del Uruguay, Uruguay.

Ernesto Klimovsky
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.

Ana María Narváez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ingeniería, Argentina.

Laura Rivara
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, Argentina.

Mónica Scardigli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.

Silvia Seluy
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.

María Mercedes Simonetti
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.

Carlos Casanova
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Melisa Romano
Universidad Tecnológica Nacional Facultad, Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Marisa Romero
Universidad Tecnológica Nacional Facultad, Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Rodolfo Echazarreta
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Valeria Corne
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Justina Maskavizan
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Facundo Retamal
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Julio Ponce de León
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Federico Gonzalez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Eugenia Dalibón
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Adriana Poco
Universidad de Concepción del Uruguay , Argentina.

Viviana Rougier
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Laura Evangelina Navas
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Facundo Ferrado
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Diego Conte
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Omar Faure
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Pamela Fank
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Miqueas Denardi
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.

Jésica Racigh
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología, Argentina.

Macarena De Los Santos
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concepción del Uruguay / Universidad Autónoma de Entre Ríos Facultad de Ciencia y Tecnología

Auspiciantes

Auspicio Institucional

Agradecimientos

La Comisión Organizadora Local del XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI) desea expresar su profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización del Encuentro 2025, desarrollado conjuntamente en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Concepción del Uruguay (UTN FRCU) y en la Universidad Autónoma de Entre Ríos – Facultad de Ciencia y Tecnología (UADER FCyT). Destacamos la importancia de la articulación y el trabajo mancomunado entre dos Universidades la cual constituye un valor fundamental para la consolidación de proyectos académicos de calidad. La organización conjunta de un evento no solo permite optimizar recursos y compartir experiencias, sino que enriquece las perspectivas, potencia las capacidades institucionales y fortalece los vínculos interuniversitarios. Esta cooperación amplía el impacto de las iniciativas, favorece la construcción de conocimiento colectivo y reafirma el compromiso común con la formación, la investigación y la extensión al servicio de la comunidad.

La organización de un evento académico de esta magnitud implica un trabajo colaborativo sostenido, en el que numerosas áreas institucionales aportaron su compromiso, profesionalismo y dedicación. Por ello, queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todo el personal de gestión de ambas sedes, cuyo esfuerzo constante, predisposición y responsabilidad hicieron posible llevar adelante cada instancia del encuentro. Su labor fue fundamental para garantizar una experiencia organizada, accesible y de calidad para todos los participantes.

En particular, queremos destacar la labor de la Dirección Académica de UTN FRCU y del Departamento Alumnos de FRCU, cuyas gestiones fueron fundamentales para asegurar el adecuado desarrollo de las actividades, la coordinación de espacios y el acompañamiento a los participantes.

Asimismo, queremos extender nuestro agradecimiento a todas las Subsecretarías de la UADER FCyT por su compromiso institucional y su valiosa gestión. Su participación activa, la disposición para coordinar tareas y el acompañamiento permanente en cada etapa del proceso fueron fundamentales para garantizar el desarrollo

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

integral del evento. La articulación entre áreas, la resolución eficiente de necesidades y la dedicación demostrada reflejan la fortaleza del trabajo colectivo que caracteriza a nuestra Facultad. A cada subsecretaría y a cada integrante que aportó su tiempo y esfuerzo, nuestro reconocimiento más sincero.

Lo antes expuesto se extiende a los Centros de Estudiantes de ambas facultades, por su constante apoyo en tareas de acreditación, asistencia a disertantes y acompañamiento logístico. Por otro lado, agradecemos profundamente el trabajo de la Secretaría de TICs de UTN FRCU y al área de Coordinación Informática de UADER FCYT cuyo soporte técnico permitió garantizar la calidad de las transmisiones, las aulas híbridas y la operatividad digital de las jornadas; destacando su participación siendo el primer encuentro en la trayectoria de EMCI bajo la modalidad híbrida.

Hacemos llegar también nuestro agradecimiento a los equipos de servicios generales, comunicación, soporte audiovisual y a todos los colaboradores que participaron en la preparación, coordinación y desarrollo de conferencias, talleres y ponencias.

Finalmente, extendemos nuestro reconocimiento a las autoridades de ambas instituciones, a los conferencistas invitados, a los talleristas, moderadores y autores, y a cada una de las personas que, con su presencia y aporte, hacen posible que este Encuentro siga creciendo y consolidándose como un espacio de referencia en la enseñanza de la matemática en ingeniería.

A todas y todos quienes participaron, acompañaron o brindaron su colaboración: muchas gracias.

Ejes Temáticos

A continuación se presentan los ejes temáticos propuestos para el XXV Encuentro Nacional y XVII Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI). Estos ejes organizan y orientan las discusiones, investigaciones y experiencias que se compartirán durante el evento, ofreciendo un marco conceptual que promueve el intercambio académico y la reflexión crítica sobre la enseñanza de la matemática en el ámbito de la ingeniería. Cada eje permite abordar problemáticas actuales, desafíos pedagógicos y avances disciplinares que enriquecen la formación de futuros profesionales.

1. Articulación e ingreso a las carreras de Ingeniería

Orientado a compartir propuestas sobre estrategias de articulación entre instituciones de diferentes niveles educativos (educación superior y secundaria). También se busca socializar experiencias relacionadas con la adaptación de los estudiantes a carreras de ingeniería: estrategias de inserción, permanencia, programas de nivelación y adaptación curricular, factores socioemocionales y motivacionales, experiencias de tutoría y acompañamiento, entre otros.

Las ponencias coinciden en la necesidad de políticas institucionales sostenidas que fortalezcan la articulación entre niveles, acompañen la inserción universitaria y desarrollen competencias cognitivas, actitudinales y metacognitivas desde el ingreso. Se destacan estrategias de tutorías, talleres, módulos de nivelación y prácticas innovadoras que combinan el enfoque por competencias con la contención emocional y académica.

2. Educación mediada por tecnología. Educación a distancia en Matemática

Dedicado a explorar y compartir experiencias educativas que integren el uso de tecnologías digitales e Inteligencia Artificial (IA) en la enseñanza de ciencias básicas, especialmente matemática en carreras de ingeniería. Se promueve el uso de la tecnología como medio estratégico para el entrenamiento, la comunicación educativa, y la difusión y asimilación de información en una base global.

Las ponencias del eje incluyeron experiencias de educación a distancia en el ingreso, el diseño de materiales para aula invertida gamificada y secuencias didácticas apoyadas en aplicaciones interactivas como Shiny, así como propuestas basadas en herramientas de evaluación formativa tales como Edpuzzle y H5P. También se presentaron trabajos sobre el uso de IA generativa para la creación de situaciones matemáticas, el desarrollo de asistentes virtuales para acompañamiento académico y la incorporación de recursos tecnológicos en contextos de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

aprendizaje invertido orientado a competencias. Además, se expuso un análisis didáctico de Máquinas de Soporte Vectorial, evidenciando la presencia creciente de técnicas de ciencia de datos en la enseñanza de matemática para ingeniería. En conjunto, los trabajos evidencian un interés sostenido por aprovechar ambientes digitales para enriquecer las prácticas docentes, promover la participación activa y diversificar los formatos de enseñanza.

3. Experiencias de cátedra: articulación, integración y modelización en el campo de las ingenierías

Este eje se centra en la reflexión e intercambio de experiencias docentes en la enseñanza de la matemática en carreras de ingeniería. Se enfatiza la articulación e integración de contenidos, las adaptaciones curriculares, y el uso de la modelización matemática como herramienta pedagógica. El objetivo es fomentar prácticas que propicien una comprensión profunda de los conceptos matemáticos y su aplicación efectiva en problemas de ingeniería.

Las ponencias presentadas abordaron diversas propuestas orientadas a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en ingeniería, incluyendo el diseño de guías orientativas para la formación por competencias, actividades interactivas multidisciplinarias, experiencias de modelización de problemas y propuestas de innovación en la evaluación. También se destacaron trabajos basados en tecnologías y simulaciones —incluyendo software especializado e IA— con el fin de integrar contenidos y favorecer la comprensión conceptual. La modelización, la contextualización de problemas, el aprendizaje basado en problemas y la enseñanza por competencias se presentaron como ejes transversales comunes. Entre las experiencias que generaron mayor interés se resaltaron el Plan de Clase como propuesta didáctica activa y el rol del coloquio en matemática universitaria.

4. Compromiso social universitario relacionado con matemática en carreras de Ingeniería

Busca compartir y valorar experiencias que jerarquicen el compromiso social desde una dimensión formativa-académica. Las propuestas se orientan a prácticas que vinculen contenidos académicos con situaciones reales vinculadas a la matemática en ingeniería, promoviendo la curricularización de la extensión. También se incluyen temas como diversidad, multiculturalidad, interculturalidad, género e inclusión.

Ambos trabajos resaltan la función social de la universidad y la importancia de las experiencias colaborativas y de extensión en la formación matemática. La enseñanza en contextos reales y el acompañamiento entre pares fortalecen tanto las competencias académicas como las sociales y éticas del futuro ingeniero.

5. Investigación educativa en Matemática aplicada a la Ingeniería

Este eje abarca trabajos de tesinas, tesis o Trabajos Finales Integradores (TFI) en curso o finalizados en carreras de grado o posgrado. Se propone analizar propuestas que articulen e integren conceptos matemáticos aplicados a la ingeniería, evaluando si sus aportes resultan significativos para los problemas y necesidades del campo. Los trabajos deben formar parte de proyectos o programas de investigación aprobados por la Facultad o Universidad.

En la mayoría de las propuestas se destacó la adopción del Modelo de Formación por Competencias y del Aprendizaje Centrado en el Estudiante, en consonancia con los lineamientos promovidos por CONFEDI. Los trabajos abordaron temas vinculados a la integración curricular, la articulación horizontal y transversal entre asignaturas, la contextualización de problemas propios de distintas terminales de ingeniería y la aplicación de modelos matemáticos en situaciones relevantes del campo profesional. Se puso en valor a la matemática como disciplina fundamental para el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes y para la formación del ingeniero, mostrando cómo la intervención didáctica contribuye al desarrollo de competencias tales como la creatividad, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Asimismo, varios trabajos situaron sus aportes en el marco de procesos de acreditación de carreras, destacando la relevancia de estos procesos para la mejora continua de la enseñanza.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Talleres Dictados

Taller N° 1: Acompañamiento situado al primer nivel: estrategias de asistencia pedagógica para la articulación y permanencia en carreras de ingeniería UTN FRCU

Talleristas: Bonin, Liliana Marina - Avancini, Rolando

Resumen:

El taller presentó la experiencia de asistencia pedagógica situada desarrollada por la Asesoría Pedagógica de UTN FRCU para acompañar el ingreso a las carreras de ingeniería, un proceso que implica importantes desafíos cognitivos y socioemocionales. A partir del trabajo articulado con el Departamento de Materias Básicas, responsable de las asignaturas del primer nivel, se diseñó un dispositivo centrado en tres ejes: relevamientos sobre hábitos y estrategias de estudio, microlearning orientado al desarrollo de competencias de aprendizaje, y tutorías presenciales semanales en formato taller. La propuesta busca fortalecer las habilidades académicas básicas, favorecer la adaptación a la vida universitaria y atender la diversidad de trayectorias estudiantiles.

Durante el taller se socializó la experiencia institucional, se analizan los resultados de los relevamientos iniciales y finales, y se comparten materiales y dispositivos de apoyo pedagógico. Asimismo, se recuperan percepciones estudiantiles como insumo para la mejora continua y se promueve el trabajo colaborativo entre los distintos actores involucrados. La dinámica incluye exposición, análisis de casos reales y espacios grupales de reflexión orientados a proponer mejoras para el proceso de articulación entre secundaria y universidad.

Taller N° 2: O emprego do ChatGPT para a criação de situações matemáticas no contexto da Engenharia

Talleristas: Gabriel Loureiro de Lima; Juliana Martins Philot; Barbara Lutaif Bianchini.

Resumen:

El presente taller se basó en la Teoría de la Génesis Instrumental de Rabardel, que distingue entre artefacto, un objeto creado para ciertos usos, e instrumento, entendido como la combinación del artefacto y los esquemas de utilización que desarrolla el usuario. Desde esta perspectiva, las herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG), como ChatGPT, deben convertirse en verdaderos instrumentos para la práctica docente, lo que implica que el usuario construya esquemas de uso significativos y ajustados a sus necesidades pedagógicas.

Durante el taller se abordó el proceso de instrumentalización, es decir, la manera en que los participantes atribuyen funciones a la herramienta, modifican su uso, elaboran y refinan prompts, seleccionan contenidos pertinentes y transforman los resultados producidos por la IA mediante análisis crítico. El propósito fue favorecer un uso consciente, reflexivo y didácticamente pertinente de ChatGPT para la creación de situaciones matemáticas en el ámbito de la ingeniería. La propuesta se orientó a ampliar la capacidad docente para integrar estas tecnologías en su práctica, articulando criterios pedagógicos, juicio profesional y dominio conceptual.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Taller N°3: Comprendiendo el Análisis en Componentes Principales

Talleristas: Giovanni Sanabria Brenes, Félix Núñez Vanegas

Resumen:

Este taller abordó el Análisis en Componentes Principales (ACP), una de las técnicas fundamentales del análisis multivariado de datos, cuyo uso se ha potenciado gracias al avance de las computadoras y su aplicación en diversas disciplinas científicas. Partiendo del proyecto desarrollado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, orientado a facilitar la comprensión didáctica de métodos multivariados como ACP, AFC y AFCM, la propuesta buscó ofrecer una aproximación accesible a estas herramientas, que suelen presentar dificultades conceptuales y metodológicas para muchos investigadores.

El taller se estructuró en dos partes: primero, se analizarán datos de tres variables asociadas a diez individuos, permitiendo que los participantes construyan de forma didáctica los conceptos esenciales del ACP; luego, se trabajó con una tabla de datos más compleja vinculada al rendimiento de estudiantes de ingeniería en cursos de matemática, para aplicar la técnica y exponer resultados. La actividad se apoyó en la Teoría de Situaciones de Brousseau como marco didáctico y emplea software gratuito como GeoGebra, R y DiscoveR.

La propuesta tuvo como propósito comprender el ACP como herramienta clave del análisis de datos, favorecer el análisis de tablas de individuos por variables cuantitativas e introducir a los investigadores en el estudio del análisis multivariado para que puedan aplicarlo en sus propias investigaciones.

Taller N° 4: Diseño de cuestionarios de bajo impacto para evaluación sumativa

Talleristas: Alejandro Rodriguez, Patricia Cuadros, Adriana Jofré

Resumen:

En el marco de los nuevos paradigmas de la educación superior orientados al desarrollo de competencias, la evaluación adquiere un rol formativo y estratégico para acompañar el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería. En este contexto, los cuestionarios de bajo impacto se presentan como una herramienta eficaz para la evaluación sumativa frecuente, permitiendo monitorear el progreso, retroalimentar oportunamente y reducir efectos negativos como la ansiedad evaluativa o la sobrecarga cognitiva.

Este taller propuso abordar el diseño de estos cuestionarios desde una mirada pedagógica e instrumental, articulando principios del aprendizaje activo, la evaluación auténtica y el testing effect, que favorecen comprensiones profundas más allá de la memorización. Asimismo, se discutieron los aportes de esta estrategia a la construcción de una cultura evaluativa justa, continua y coherente con el enfoque por competencias requerido en la formación de ingenieros/as, así como su contribución a los procesos de acreditación y mejora de la calidad.

La propuesta incluyó reflexión teórica, análisis de fundamentos psicopedagógicos y aplicación práctica de criterios para la elaboración de ítems de calidad, orientados a obtener evidencias válidas y contextualizadas del desarrollo de las competencias del perfil de egreso.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Taller N° 5: Diseño de Actividades en Ciencias Básicas para Ingeniería: Aportes desde el Enfoque Ontosemiótico

Talleristas: María Beatriz Bouciguez; Mariano Ferreyro; Juliana Martins Philot; Eloiza Gomes

Resumen:

El taller abordó el desafío de articular las ciencias básicas con la formación profesional en ingeniería, invitando a los docentes a reflexionar sobre sus concepciones, dificultades y criterios al diseñar actividades. Se presentaron aportes de estándares oficiales y estudios recientes, introduciendo el Enfoque Ontosemiótico (EOS) como soporte para fundamentar decisiones didácticas. Además, se analizó colectivamente una actividad basada en un trabajo final de carrera, con el fin de discutir su pertinencia y su relación con la práctica profesional. La propuesta retomó una experiencia previa con estudiantes y buscó obtener la perspectiva y evaluación de pares.

Conferencias Centrales

Desafíos actuales de la enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería. Reflexiones sobre la incorporación del ABP, el enfoque STEAM y la IA en las prácticas de enseñanza, el diseño de actividades de vaprendizaje y la evaluación.

Dr. Mario Alejandro Di Blasi Regner

En la era de la IA, ver ya no es creer

Dra. Julieta Cecilia Rozenhauz

El aporte de la matemática en el desarrollo cognitivo de los estudiantes

Dr. Daniel Morano

La IA en el aula: ¿Herramienta o desafío ético?

Dr. Carlos Casanova Pietroboni

La biblioteca sin bibliotecario: matemáticas en tiempo de reels y shorts

Ing. Silva Juan Ignacio

Inteligencia Artificial en Álgebra y Análisis Matemático

Dr. Mario González Olmedo

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Índice

Eje 1: Articulación e ingreso a las carreras de Ingeniería

Aportes para la reflexión sobre las competencias de acceso a la Universidad y la articulación interniveles Pág.21
Yris Bettiana Rafael, Viviana del Carmen Ledda, Alejandra Beatriz Lima

La dinámica del Programa de Acompañamiento y Nivelación (PANI) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora Pág.28
Torres Zulma, Boychenko Darina, Minnaard Claudia, Garrido Guillermo

Relación entre la Ansiedad Matemática y factores sociodemográficos y académicos en estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional, Sede Regional Brunca Pág.35
Johan Espinoza González, Eric Mata Delgado, Elizabeth Corrales Ureña, Islande Delgado Monge Eli

Nivelar para avanzar: impacto positivo del Módulo de Ingreso en Matemática 2025 en Carreras de Ingeniería Agronómica y Zootecnista Pág.42
Mazzucco Andrea Carolina

¿Cómo argumentar en Matemática? Experiencia de un taller introductorio para ingresantes Pág.48
Marilina Carena, Fabiana Montenegro, Elisabet Haye

Estrategias para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en matemática. La autoevaluación y el aprendizaje colaborativo. Pág.55
Gabriel Paisio, Jorge Daghero, Rodolfo Stoll, Jorge Morsetto

El problema de la deserción en Álgebra Lineal: desde el análisis cuantitativo al abordaje pedagógico. Pág.63
Cristina Elizabeth Basualdo Soria, María José Benac, Loren Cordero Tamer Villalba, Valeria Magdalena Pacheco

Eje 2: Educación mediada por tecnología. Educación a distancia en Matemática

Enseñanza de Matemática a distancia en el marco del ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UNLP Pág.72
Tulio Semento y Rossana Di Domenicantonio

Desarrollo de materiales didácticos para propuesta de aula invertida gamificada realizada en Álgebra y Geometría I para Ingenierías Pág.80
Carolina Pozzebon y Eduardo Gago

Diseño de una secuencia didáctica apoyada en una aplicación Shiny, para la enseñanza de temas de Estadística en Ingeniería Pág.87
Leonardo D. Barrea, José Campos, Graciela V. Gonzalez, Noemí M. Ferreri

Do prompt ao problema: IA Generativa como ferramenta para a criação de situações matemáticas no contexto da Engenharia Pág.94
Juliana Martins Philot, Gabriel Loureiro de Lima, Barbara Lutaif Bianchini e Eloiza Gomes

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Edpuzzle como herramienta de evaluación formativa en la enseñanza de Cálculo Avanzado Pág.101
Lorena Laugero, Georgina Rodríguez y Gabriel Bertero

Materiales y herramientas en el contexto del aprendizaje invertido y la evaluación de competencias Pág.108
Alejandro Rodriguez, Patricia Cuadros

Integración de actividades H5P en la evaluación formativa de métodos numéricos..... Pág.115
Lorena Laugero, Georgina Rodríguez, Lucía Chiapparoli

Desarrollo de un asistente virtual para facilitar el aprendizaje en Matemática I de Ciencias Agropecuarias Pág.122
Ruben Dario Ponce, Magalí Judit Soldini, Gabriela Adriana Martínez, Sabrina Noelia Ramirez

Eje 3: Experiencias de cátedra: articulación, integración y modelización en el campo de las ingenierías

Diseño de una Guía Orientativa para el desarrollo de una asignatura basada en el Modelo de Formación por Competencias Pág.129
Lorena Grabiela Robles, Viviana del Carmen Ledda, Rosa Alicia del Valle Kairuz, Yris Bettiana Rafael

Diseño de Actividades Interactivas Multidisciplinarias: Matemática en la Formación en Ingeniería Pág.136
Eduardo Alberto Gago, Marcelo Matías Zurbriggen, Matías Francisco Romero

De la realidad al modelo: una experiencia concreta en Análisis Matemático II. Pág.143
Gabriela Righetti; Flavia Álvarez; Stella Boutet; Vanesa Brunovsky

Estructuras celulares homogéneas discretas en la enseñanza del álgebra lineal Pág.150
Eduardo Alberto Gago, Paola Andrea Szekieta, Caren Loreley Brstilo

Utilización de la modelización matemática como estrategia didáctica para los ingresantes a carreras de ingeniería: El modelo SIR Pág.157
Viviana Cappello, Tomas Mendez, Jorge Paruelo

Comparación del Rendimiento Académico en las Tres Instancias de Evaluación en Carreras de Ingeniería de la UNCAUS Pág.163
Ana Elena Gruszycki, Patricia Mónica Maras, Clara Yanina Orellana, Marina Beatriz Bloeck

Continuidad: uso en la resolución de inecuaciones para las carreras de ingeniería..... Pág.169
Giovanni Sanabria Brenes

Enseñanza Activa de Métodos Numéricos: Un Enfoque Basado en Competencias para la Formación de Ingenieros en Alimentos..... Pág.175
Gustavo Salcedo y Lucrecia Chaillou

Modelización de Problemas de Ingeniería en Alimentos mediante Valores y Vectores Propios: Una Propuesta Didáctica Contextualizada Pág.182
Gustavo Salcedo y Lucrecia Chaillou

Del saber hacer a la reflexión: el rol del coloquio en matemática universitaria..... Pág.190
María Florencia Acosta, Natalia Dallia, Analía Demarchi; Mario Garelik

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Evaluación comparativa de la Transformada de Fourier de Tiempo Corto y la Transformada Wavelet Continua para el análisis de señales no estacionarias Pág.197
Gastón Argeri y Victoria Vampa

El Plan de Clase como Propuesta Didáctica activa Pág.204
Gustavo de Dios Pita, Milton Tadeo Martin, Jesús Gustavo Raúl Demaria, Matías Alejandro Gareis

Explorando el Teorema de los Ejes Principales a través de la Calibración de un Acelerómetro 2D Pág.212
Agustín Menuet, Fernanda Uvieta, Gabriela Andino

Articulación entre Matemática e Ingeniería: Desarrollo de Competencias mediante Modelización con Datos Reales en Primer Año..... Pág.218
Natalia Inés Cuello, Maria Nelay Colussi Artusso, Gastón Néstor Gagliardo, Agostina Córdoba

Experiencia de innovación en la evaluación de contenidos en el espacio curricular Álgebra y Geometría Analítica..... Pág.225
Agostina Córdoba, Carla Fermanelli, Florencia Muratore, Natalia Inés Cuello.

Uso del modelado matemático como puente formativo en estudiantes de ingeniería para la comprensión y aplicación de algoritmos heurísticos complejos en contextos profesionales..... Pág.232
Sara Ester De Federico

Laboratorio y análisis de señales y sistemas: una propuesta práctica para enseñar transformadas de Fourier y Laplace Pág.240
Luciano Savoie, Ernesto Klimovsky

Curvas suaves: Un trabajo práctico para dar sentido a un “misterioso” requisito Pág.248
Alberto Miyara

Aplicación de Ecuaciones Diferenciales en el Cálculo de la Deflexión de una Platea: Propuesta Didáctica para Futuros Ingenieros Pág.255
Miguel O. Oliveira, Juan P. Parvanoff , Pablo A. Beneyto , Jirina C. Tirner

De las Celdas al Código: Estrategias escalonadas con Excel y Octave en la enseñanza de Álgebra Lineal..... Pág.262
Juan Carlos Rodríguez Gijón, Roberto Emanuel Gallo

Las Series de Fourier y la Formación por Competencias en Ing. Mecánica en la UTN – Bahía Blanca..... Pág.268
Carlos Vera, Nicolás Virla, Franco Dotti

De la Teoría a la Práctica: Una Unidad Didáctica de Ecuaciones Diferenciales Parciales para la Propagación de Ondas en la Troposfera Pág.274
Edwin Cristian Julian Trujillo, Joan Gomez Urguelles

Eje 4: Compromiso social universitario relacionado con matemática en carreras de Ingeniería

Matemática en contexto: una propuesta de extensión con escuelas rurales Pág.282
Mariana Schmithalter, Marcela Hecklein, Silvia Vrancken, Lucía Gariglio

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El rol de los auxiliares alumnos en la cursada, relato desde una experiencia Pág.289
Ignacio Gabriel Martinez

Eje 5: Investigación educativa en Matemática aplicada a la Ingeniería

Vibraciones en barras utilizando funciones de bessel aproximadas con series de potencias..... Pág.297
Héctor Martín, Mario Ros

Incidencia de una actividad de repaso en las prácticas matemáticas de estudiantes de Álgebra para Ingeniería Pág.303
Carolina Pandolfi, Lucia Viviana Palauro y María Andrea Aznar

Entornos personales de aprendizaje. Estudio de percepciones y preferencias de estudiantes de Matemática I de Ingeniería Agronómica..... Pág.310
Silvia Vrancken, Mariana Schmithalter, Ana Leyendecker, Regina Meyer

El Cálculo en Ingeniería Química: una Propuesta Didáctica desde el Significado de Referencia a partir del análisis de trabajos finales de carrera..... Pág.317
Mariano Ferreyro y María Beatriz Bouciguez

Eventos contextualizados: Una experiencia didáctica aplicada en Matemática Superior de Ingeniería en Sistemas de Información..... Pág.323
Pedro Daniel Leguiza, Marina Beatriz Bloeck, Viana Rosa Ruiz, Analía Elisabeth Almirón

Aplicación de Métodos Numéricos en Ingeniería Mecatrónica con Arduino: Control Lumínico Automatizado en un Taller de Joyería..... Pág.329
Agustín Menuet, Federico García Casarrota

Relación entre el Examen de Ingreso y el rendimiento en Parciales de Álgebra y Geometría Analítica..... Pág.336
Gabriela Beatriz Tomazzeli, Noemí Sonia Vega, Ana Beatriz Angelelli, Ana María Narvaez

Actividades y acciones para la lectura comprensiva de expresiones simbólicas matemáticas: el caso de estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería..... Pág.343
Marina Morzán, Daniela Emmanuele

Competencias digitales desde el espacio curricular de matemática en ingresantes universitarios. Reflexiones educativas Pág.350
Stella Vaira - Liliana Taborda

Explorando la creatividad matemática en ingeniería: aportes desde una revisión documental..... Pag.357
Graciela Demti, Daniela Emmanuele

Estudio de Caso en el área de la Ingeniería empleando tópicos de las Ciencias Básicas. Un enfoque sustentado en el Diseño Instrucciona..... Pág.363
Alejandro Hossian, Mónica Boiles, Maximiliano Alveal, Natalia Caravajal

Trabajos



Eje 1:

Articulación e ingreso a las carreras de Ingeniería

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Aportes para la reflexión sobre las competencias de acceso a la Universidad y la articulación interniveles

Contributions to the reflection on university access competencies and inter-level coordination

Yris Bettiana Rafael
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
bettianarafael74@yahoo.com.ar

Viviana del Carmen Ledda
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
vcledda@gmail.com

Alejandra Beatriz Lima
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
alejandra.b.lima@gmail.com

Resumen

Este trabajo constituye un aporte a la reflexión sobre las competencias necesarias, que obran como prerrequisitos para el acceso y la permanencia en el Nivel Superior, y que implican una ineludible articulación con el Nivel Medio, si deseamos que el tránsito de los estudiantes de un nivel a otro sea más exitoso.

Así, se describen políticas académicas de articulación implementadas en la Universidad Nacional de Santiago del Estero para incrementar las posibilidades de éxito académico en los estudios universitarios de los egresados de las escuelas secundarias.

La implementación de acciones en pro de la articulación permitió analizar la diversidad de realidades y problemáticas de los estudiantes de último año de escuelas secundarias, observándose en los mismos, a través de las actividades desarrolladas, un progresivo afianzamiento de conocimientos y competencias necesarias para el estudio de carreras universitarias y también como un aumento de la estima para cursar estudios superiores con éxito.

Palabras clave: Articulación – Ingreso – Permanencia – Formación por Competencias

Abstract

This work contributes to the reflection on the necessary competencies that serve as prerequisites for access to and retention in higher education, and which imply an unavoidable connection with secondary education if we want students' transition from one level to another to be more successful.

Thus, it describes academic connection policies implemented at the National University of Santiago del Estero (UNSE) to increase the chances of academic success in university studies for high school graduates.

The development of actions promoting connection allowed us to analyze the diverse realities and problems of final-year high school students. We observed a progressive consolidation of the knowledge and skills necessary for university

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

studies, as well as an increase in their self-esteem for pursuing higher education, with greater possibilities for academic success.
Keywords: Articulation – Admission – Permanence – Training by Competencies

Introducción

El reconocimiento de que la articulación escuela media-universidad debe ser objeto de una política académica que impulse a diseñar mecanismos que permitan alcanzar un diagnóstico compartido y un plan de trabajo como resultado del aporte y compromiso de los actores involucrados para garantizar su eficaz instrumentación. El propósito de esta articulación no sólo arroja beneficios a los estudiantes, también concurre a generar un mecanismo que orienta a restituir la equidad social, amplía los horizontes del sistema educativo sentando los fundamentos para una educación a lo largo de toda la vida y otorga consistencia a los derechos del ciudadano en consonancia con una sociedad democrática e inclusiva.

Desde la Universidad Nacional de Santiago del Estero se asume este compromiso con la articulación interniveles, que se materializa a través de Programas Nacionales impulsados desde la Secretaría de Políticas Universitarias, y en acuerdo con el Ministerio de Educación de la Provincia, estableciéndose las competencias que se requieren de un egresado de escuela media para mejorar su rendimiento en los estudios universitarios elegidos, construyéndose espacios naturales de encuentro, diálogo y producción para la resolución de un problema concreto que incumbe a todos los actores de los niveles educativos involucrados y supone de una tarea que se continuará en el tiempo en la medida y que requerirá evaluaciones y actualizaciones periódicas.

El presente trabajo constituye un aporte a la reflexión sobre las competencias necesarias, que obran como prerrequisitos para el acceso y la permanencia en el Nivel Superior, y que implican una ineludible articulación con el Nivel Medio, si deseamos que el tránsito de los estudiantes de un nivel a otro sea más exitoso y “menos traumático”.

Desarrollo

En el marco de una política nacional de fortalecimiento y acompañamiento a los docentes y estudiantes del Nivel Secundario con el objetivo de atender la problemática del ingreso, el desgranamiento en los primeros años de estudio, contribuyendo a una permanencia de calidad de los estudiantes, se viene implementando en nuestra Universidad Programas como, por ejemplo, Nexos (RES. SPU N° 117/2018), Nexos Accesible (RES. SPU N° 123/2018), Sigamos Estudiando (RES. SPU N° 121/2021) y Espacio Progresar (RES. SPU N° 3049/2021), y su Plan de Continuidad (RES. SPU N° 3047/2023), cada uno con sus lineamientos, financiamiento y condicionalidades, con el objetivo de resolver problemas construidos social y políticamente.

En este contexto, y como una de las acciones implementadas, se desarrolló una Jornada de Articulación y Socialización, en el año 2023, de la que participaron docentes y autoridades de los Niveles Medio y

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

profesores de los Cursos de Ingreso, de Primer año de las carreras y autoridades del Nivel Universitario, con el objetivo de comenzar a delinear y debatir las principales problemáticas relacionadas con la articulación entre la escuela media y la universidad a fin de diseñar las acciones a llevar a cabo para mejorarlas.

El trabajo en los grupos consistió, por un lado, en debatir sobre las competencias de egreso de la escuela secundaria para ingresar a las diferentes carreras de nuestra Universidad, por otro lado, el debate se centró en el acompañamiento pedagógico de los docentes de escuelas secundarias.

La Jornada finalizó con la elaboración de un documento de problemas, inquietudes y acuerdos, y fueron el primer paso de un trabajo de planificación conjunta entre todos los actores involucrados en la problemática. En el documento, a disposición de todos los participantes, se plantearon los objetivos y las actividades que se realizarían a partir de las problemáticas destacadas como prioritarias.

Las principales problemáticas que surgieron de la discusión de todos los actores estuvieron relacionadas con:

- la dificultad del estudiante secundario para permanecer y egresar de la escuela secundaria, para ingresar luego a la universidad y, una vez allí, la dificultad para permanecer. Algunas de las causas fueron atribuidas a que el docente no acompaña adecuadamente a los estudiantes en su trayectoria educativa
- la escasa capacitación docente en disciplinas básicas
- la falta de acuerdos o articulación entre docentes de escuela media y universidad, lo cual lleva a una situación de estudiantes ingresantes con dificultades concretas (conceptuales, actitudinales) que los conduce a posibles fracasos
- la falta de acuerdos básicos entre los contenidos tratados en ambos niveles y la falta de integración de los docentes secundarios a grupos de trabajo de la universidad. Estas cuestiones también son acompañadas por el escaso tiempo para poder reflexionar y analizar las prácticas áulicas, lo cual conlleva una falta de actualización o capacitación docente
- la falta de tiempo para ser destinado a la reflexión y el trabajo en equipo. Esto surge no sólo por una sobrecarga de trabajo del docente de media, sino también por la falta de compromiso con la profesionalización de la tarea docente. Algunos docentes de ambos niveles suelen implementar estrategias –tanto pedagógicas, disciplinares como tecnológicas– desactualizadas y poco adecuadas a los nuevos escenarios y a las demandas de los nuevos jóvenes. A esto se agregan las diferencias de criterios y estrategias de evaluación, enseñanza y aprendizaje, el escaso grado de compromiso con el estudiante al desarrollar un tema curricular o, en las devoluciones de trabajos prácticos o evaluaciones
- la falta de encuentros académicos entre formadores de ambos niveles con una metodología sistemática, el escaso conocimiento sobre la vida universitaria por parte de estudiantes de la secundaria, el tardío acercamiento de la universidad al nivel medio con cuestiones relacionadas con la introducción a la vida universitaria, así como la falta de propuestas para que los estudiantes universitarios cuenten su experiencia en las aulas de secundaria

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Los cambios en el sistema educativo siempre son más lentos que los cambios sociales, por ello es que surgen dificultades para entender y atender a las nuevas culturas juveniles y a todas las demandas que atraviesa la institución educativa diariamente (Pacheco, 2017).

Asimismo, y pensando en las competencias que requieren los cursos de ingreso, la mayoría de los participantes en la Jornada, coincidieron en que los estudiantes no tienen los aprendizajes suficientes que requiere el Ingreso y que, a su vez poseen trayectorias discontinuas con bajo nivel de aprendizaje.

También concluyeron en que muchas de las problemáticas mencionadas en relación con los alumnos, están relacionadas con el entorno, la falta de acompañamiento familiar y las problemáticas de accesibilidad socioeconómicas (traslado, alquiler, trabajo, entre otras).

Una cuestión que apareció como central a todos los componentes y transversal a todas las áreas / disciplinas es la dificultad del estudiante para el aprendizaje autónomo, el escaso conocimiento de métodos de estudios, las pocas oportunidades de participar en actividades que promuevan el aprendizaje autónomo, la insuficiente enseñanza de estrategias para la adquisición del conocimiento (saber hacer) y los pocos espacios curriculares y extracurriculares relacionados con la enseñanza secundaria en ciencias exactas y naturales.

En tal sentido, se diseñaron un conjunto de actividades con la finalidad de comenzar a abordar algunas de las problemáticas centrales expuestas anteriormente, con el objetivo de mejorar la calidad del tránsito entre la escuela secundaria y la universidad; mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en las disciplinas básicas; formar ciudadanos críticos, autónomos y científicamente alfabetizados para que puedan evaluar las posibilidades de ingreso a las diferentes carreras; y acompañar a los ingresantes a la universidad en sus decisiones, ofreciendo espacios de reflexión vocacional con el fin último de disminuir la deserción, incrementar la retención de los estudiantes y fortalecer sus vocaciones.

Los objetivos específicos establecidos y las acciones asociadas a ellos se proyectaron con actividades correlativas en el tiempo y asociadas a los tres componentes establecidos.

A. Mejorar las condiciones de egreso de la escuela secundaria en disciplinas básicas promoviendo e incentivando el aprendizaje autónomo y brindando posibilidades de acceso a conocimientos extracurriculares.

B. Promover el interés por estas disciplinas con la finalidad de construir vocaciones científicas a través del desarrollo de actividades y experiencias que le permitan al estudiante ponerse en contacto con el trabajo de los profesionales a fin de desmitificar que “las ciencias duras son difíciles”.

C. Mejorar la calidad de las prácticas docentes en disciplinas básicas en función del contexto áulico institucional actual, con la finalidad de lograr un adecuado desempeño de los estudiantes en la educación media y en el ingreso a la UNSE.

A partir de este panorama, se comenzó a realizar actividades para favorecer el desarrollo de competencias generales (Comprender y/o interpretar un texto, elaborar síntesis, capacidad oral y escrita de transferirlo, a la responsabilidad, actitud crítica y compromiso ante el proceso de aprendizaje, aprendizaje

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

autónomo y a lo largo de la vida, entre otras) y específicas (apuntar a privilegiar el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común de la ciencia y la tecnología, entre otras) necesarias para el cumplimiento de los objetivos antes expuestos.

Así, se llevaron a cabo experiencias orientadas a acompañar a los estudiantes secundarios en la elección de la carrera universitaria y atención a las necesidades administrativas de los alumnos. Para ello, se desarrollaron actividades como tutorías disciplinares en Matemática, Física, Química, Alfabetización Académica e Informática a cargo de docentes, así como tutorías con estudiantes avanzados quienes colaboraron con las cuestiones administrativas. Se organizaron jornadas de reflexión a cargo de docentes de la Universidad destinadas a los docentes del Nivel Medio para aunar criterios en cuanto a contenidos y las competencias necesarias para el acceso.

En cuanto a la evaluación de las acciones realizadas, las cuales fueron altamente satisfactorias, quedó instalado el compromiso de continuar con las mismas los años siguientes.

Resultados

A través de los Programas se ha podido impactar en las doce escuelas del Nivel Medio de la zona de influencia de nuestra Universidad seleccionadas por la Jurisdicción, desde una perspectiva integral que toma las dimensiones que intervienen en la articulación.

En la etapa diagnóstico se realizó relevamiento en estudiantes secundarios de las escuelas seleccionadas sobre la intención de continuar estudios superiores, necesidades de apoyo escolar y elección de carreras a seguir. Se analizaron y seleccionaron los contenidos y las estrategias pedagógicas adecuadas para cada área disciplinar.

La etapa de ejecución consistió en el dictado de talleres de refuerzo para profundizar los contenidos y competencias académicas y de tutorías de acompañamiento para introducirlos en la vida universitaria, mediante la doble vía (la Universidad va a las escuelas y éstas van a la Universidad).

En la etapa de evaluación se realizó el seguimiento del rendimiento de ingreso a la educación superior de los participantes. Se dictaron talleres en áreas como Matemática, Física, Química, Informática y Nuevas Tecnologías, y Alfabetización Académica (Lectura e Interpretación de textos) donde participaron los estudiantes de estas escuelas. El 64,5% de los estudiantes continuaron estudios superiores (16,9 % nivel terciario, 47.6 % nivel universitario); 18,5% no pasaron las instancias de ingreso a estudios superiores; 17% de los estudiantes no continúo estudiando por acceder a una fuente laboral.

La implementación de estas acciones permitió analizar la diversidad de realidades y problemáticas de los estudiantes de último año de escuelas secundarias, observándose en los talleres un progresivo afianzamiento de conocimientos y competencias necesarias para el estudio de carreras universitarias; así también como un aumento de la estima para cursar estudios superiores, encontrándose con mayores

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

posibilidades de éxito académico, lo que se vio reflejado en el incremento de la matrícula a la Universidad y la adaptación de los estudiantes a la vida universitaria (Berrondo, 2019).

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha analizado las relaciones entre ambos niveles (Medio y Superior); fundamentando la necesidad actual de articularlos para garantizar una educación pública inclusiva. En este sentido, se han presentado las diferentes estrategias que la Universidad Nacional de Santiago del Estero lleva a cabo en relación con esto, y se ha realizado un análisis del impacto que han tenido las mismas.

Llegado a este punto es menester seguir problematizando el concepto de articulación. El mismo surge en el momento en que la universidad se convierte en una institución masiva y comienza a ser pensada como un espacio para todos, por lo tanto, la articulación se concibe como una relación entre ambos niveles educativos, basados en la reflexión compartida de que ella permite subsanar las diferencias estructurales entre ambos, a las que se les atribuye el ser la causa principal del fracaso de los alumnos al ingresar a la universidad.

La articulación parte de la idea de falta: los conocimientos y habilidades ofrecidos por la escuela secundaria no alcanzan para ingresar a la universidad. Tomando esto como punto de partida, los principales programas de articulación han puesto su enfoque en otorgarles a los estudiantes aquellos conocimientos o metodologías que necesitarán para la universidad, o en preparar a los docentes de la escuela secundaria para que adecuen sus prácticas, a fin de ir preparando a los alumnos en el habitus universitario

Citando a Gluz (2012) podemos decir que los factores determinantes del problema de pasaje entre niveles no son solo las competencias académicas ofrecidas en la escuela secundaria y/o el nivel socioeconómico del alumnado, sino que la enseñanza en la universidad y los dispositivos institucionales de esta son el tercer factor de relevancia en esta problemática, ya que influyen en la construcción de las dificultades. Es menester considerar que, pese a haberse convertido en una institución masiva, a la universidad le resta un largo camino para convertirse en una institución inclusiva. Las representaciones de los docentes del nivel medio sobre sus estudiantes y su propio rol como educadores no cuentan con la auto reflexión necesaria para influir positivamente en el pasaje de sus alumnos al nivel superior, resulta necesario pensar los programas de articulación desde otro eje.

Para alcanzar este objetivo, y tomándolo como una política de gestión, sería necesario trabajar sistemáticamente con los docentes del ingreso, fomentando la reflexión constante sobre el rol clave de este momento en la vida de los estudiantes.

Habría que implementar políticas de articulación que se consoliden en toda la universidad, subsanando las diferencias que pueden darse en distintas unidades académicas y, nuevamente, fortaleciéndose de estas desde un trabajo interdisciplinario. Este enfoque implica una reflexión hacia adentro, a nivel institucional, que podría ser superadora de los programas de articulación que actualmente se llevan a cabo entre niveles educativos. Además, el nuevo enfoque se vería complementado con el fortalecimiento de aquellos

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

programas de difusión de información que van desde la universidad a los estudiantes del último año del nivel medio, entendiendo que esto promueve la ruptura de representaciones que se tienen de esta institución y es un paso importante en el acercamiento de los estudiantes a este nuevo espacio (Publicaciones de la Secretaría Académica de la UNSAM, 2015).

Referencias

Berrondo, L.A.; Galiñanes, V.A.; Córdoba, L del V.; Saleme, N.; Rearte, C.S.; Fedeli, C.C.; Notarfrancesco, M.F.; Brizuela del Moral, M; Zelarayan, R.M.E.; Romero, N; Menecier, N.; Choque, H.B.; Verón, H.E.; De Gregorio, N.L.; Pachado, P. (2019) – "Articulación Universidad – Escuelas Secundarias en las áreas de Química, Biología y Matemáticas" – Buenos Aires – Argentina

Convocatoria Nexos – Secretaría Académica de UNSE – Resolución SPU N° 117/2018

Convocatoria Nexos Accesible - Secretaría Académica de UNSE – Resolución SPU N°123/2018

Convocatoria Sigamos Estudiando - Secretaría Académica de UNSE – Resolución SPU N° 121/2021

Convocatoria Espacio Progresar - Secretaría Académica de UNSE – Resolución SPU N° 3049/2021

Convocatoria Espacio Progresar (Plan de Continuidad) - Secretaría Académica de UNSE – Resolución SPU N° 3047/2023

Gluz, N. (2012) – "Reduccionismos en los diagnósticos, selectividad social en los resultados. Los sentidos de la exclusión en las políticas educativas argentinas. En Debates para una reconstrucción de lo público en educación. Del universalismo liberal a "los particularismos" neoliberales" - Buenos Aires – Argentina

Pacheco, M.; Bianchini, M.L.; Giamberardino, N. (2017) – "Articulando Universidad y escuela media" – Buenos Aires – Argentina

Publicaciones de la Secretaría Académica de la Universidad Nacional de San Martín (2015) – "Formar y Formarse en la UNSAM: Articulación Universidad – Escuelas Secundarias" – Buenos Aires - Argentina

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

“La dinámica del Programa de Acompañamiento y Nivelación (PANI) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora”

“The dynamics of the Academic Support and Remedial Program (PANI) of the Faculty of Engineering at the National University of Lomas de Zamora”.

Torres, Zulma
Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Instituto Investigaciones Tecnología y Educación, Argentina.
iite@ingenieria.unlz.edu.ar

Boychenko, Darina
Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Secretaría académica, Argentina.
dboychenko@ingenieria.unlz.edu.ar

Minnaard, Claudia
Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Instituto Investigaciones Tecnología y Educación, Argentina.
minnaardclaudia@gmail.com

Garrido, Guillermo
Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Facultad de Ingeniería, Argentina.
go.garrido64@gmail.com

Resumen

El proyecto se desarrolla en el ámbito del Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación IIT&E de la Facultad de Ingeniería - UNLZ. Entre los objetivos del Instituto se encuentran el interés por contribuir al mejoramiento de la enseñanza y a la formación de competencias de egreso, en particular en carreras científico tecnológicas, mediante la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC). En el presente trabajo se describen las acciones realizadas desde el año 2023 con respecto a los alumnos ingresantes. En este sentido el Programa de acompañamiento y nivelación (PANI) apunta a acompañar los primeros pasos de los estudiantes en la vida universitaria, así como nivelar los déficits que se observan en matemática. El PANI está compuesto por 5 talleres que abarcan los siguientes contenidos: Números reales; Relaciones trigonométricas; Polinomios y expresiones racionales; Ecuaciones, inecuaciones y Sistemas de ecuaciones; Función lineal y función cuadrática.

Palabras clave: Competencias, Aprendizaje, Nivelación

Abstract

The project is carried out within the framework of the Institute for Research in Technology and Education (IIT&E) at the Faculty of Engineering – National University of Lomas de Zamora (UNLZ). Among the Institute's objectives is the commitment to improving teaching practices and fostering the development of graduation competencies, particularly in science and technology programs, through the integration of information and communication technologies (ICT). This paper describes the actions undertaken since 2023 concerning incoming students. In this regard, the Academic Support and Remedial Program (PANI) aims to guide students through their initial steps in university life and address observed deficiencies in mathematics. PANI consists of five workshops covering the following topics: Real numbers; Trigonometric

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

relationships; Polynomials and rational expressions; Equations, inequalities, and systems of equations; Linear and quadratic functions.

Keywords: Competencies, Learning, Academic Leveling

Introducción

Este trabajo se enmarca en las actividades del Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E), perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ). Uno de los principales propósitos del Instituto es aportar al mejoramiento de la enseñanza y al desarrollo de competencias de egreso, especialmente en carreras del ámbito científico-tecnológico, a través de la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y del diseño de objetos de aprendizaje. Desde su fundación en 2009, el Instituto se ha consolidado como un espacio de investigación y desarrollo enfocado en ambientes virtuales y en la exploración de herramientas de software aplicadas a la enseñanza en carreras tecnológicas, particularmente en ingeniería.

La retención de estudiantes en carreras de ingeniería es una de las preocupaciones centrales en el ámbito universitario. Brito (2011) señala que uno de los primeros modelos de predicción enfocados en mejorar la retención fue propuesto por Vincent Tinto, quien destacó la relevancia de factores como el apoyo familiar, las habilidades previas al ingreso universitario, la formación escolar anterior, el compromiso personal, los objetivos institucionales, así como la integración tanto académica como social.

Diversos autores coinciden en que el abandono en la educación superior se ha convertido en un tema de interés global. Existen múltiples investigaciones que intentan identificar los factores que influyen en este fenómeno; no obstante, la formulación, planificación e implementación de estrategias concretas para mejorar la retención estudiantil todavía representa un desafío importante (Farías y Luna, 2013; Helgueta & Fuentes, 2022; Rodríguez & Cruz, 2021).

Arriaga et al (2011) caracterizan las causas del abandono en la Figura 1

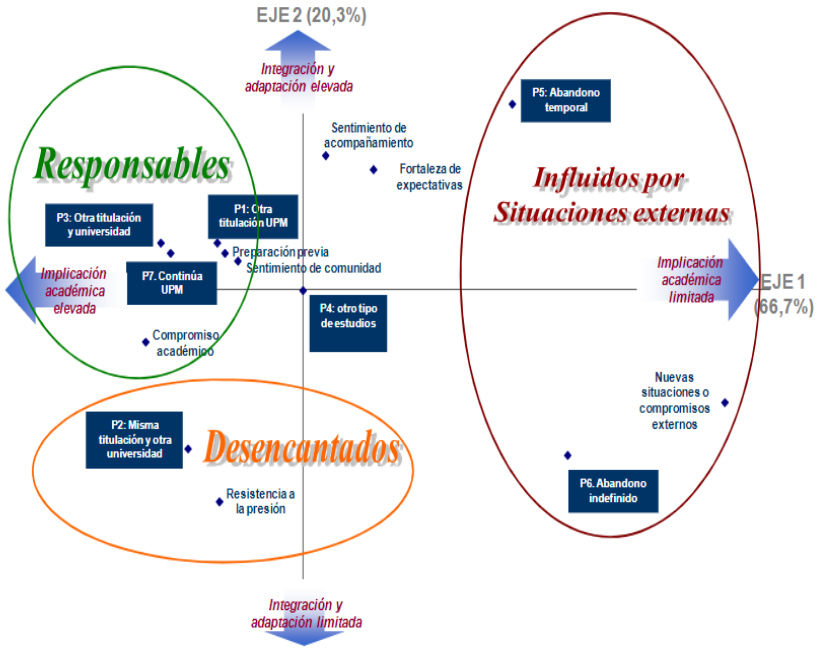


Figura 1: Mapa de posicionamiento de los perfiles de abandono respecto a los motivos de abandono.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Es importante señalar que, como consecuencia de la pandemia de COVID-19 y la continuidad de las clases en formato virtual, se presentaron dificultades como la falta de prácticas presenciales, problemas para la integración entre estudiantes y un aumento en la deserción. En este contexto, Mastache y Goggi (2017), junto con Seminara et al. (2022), sostienen que una formación sólida implica la capacidad de actuar con flexibilidad en contextos profesionales complejos, desarrollando habilidades para resolver problemas mediante la combinación del pensamiento creativo o divergente y el pensamiento lógico-matemático. Según los autores, esto solo es posible si la enseñanza promueve actividades centradas en el aprendizaje, que fomenten la comprensión y estimulen procesos reflexivos. El reto, entonces, consiste en diseñar una enseñanza que ofrezca experiencias significativas, que permitan a los estudiantes convertirse en protagonistas de su aprendizaje y crecimiento profesional. Para ello, es fundamental implementar y mantener estrategias didácticas que integren contenidos de distintas asignaturas.

En el marco de este enfoque, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora puso en marcha un nuevo plan de estudios basado en competencias, que introdujo cambios importantes en la organización de contenidos curriculares, en los criterios de evaluación y en la incorporación de nuevas titulaciones. Como resultado, algunas materias que se dictaban en el primer o segundo cuatrimestre fueron reubicadas al tercero, como es el caso de Matemática I (Pavlicevic, 2017). La gestión pedagógica incluye diversas acciones orientadas a generar acuerdos que permitan reorientar las prácticas educativas de forma auténtica y sostenible. En esta dirección, se elaboraron materiales e instrumentos diseñados para ofrecer a los estudiantes conocimientos y herramientas matemáticas útiles en otras asignaturas. Grinsztajn e Imperiale (2017) subrayan que el nuevo contexto de la educación superior exige una atención especial a la diversidad y la inclusión estudiantil, sin comprometer la calidad educativa. La inclusión con calidad es un principio clave para formar profesionales capaces de enfrentar con creatividad los desafíos del ámbito tecnológico y de la ingeniería.

Dentro de este contexto, se describen las acciones realizadas desde el año 2023 con respecto a los alumnos ingresantes. En este sentido el Programa de acompañamiento y nivelación (PANI) apunta a acompañar los primeros pasos de los estudiantes en la vida universitaria, así como nivelar los déficits que se observan en matemática. El PANI está compuesto por 5 talleres que abarcan los siguientes contenidos: Números reales; Relaciones trigonométricas; Polinomios y expresiones racionales; Ecuaciones, inecuaciones y Sistemas de ecuaciones; Función lineal y función cuadrática.

El PANI cuenta, además de las clases presenciales, con Objetos de Aprendizaje (OA) y secuencias didácticas denominadas COCOs(Clases Online Complementarias) para los contenidos de matemática del nivel secundario indicados anteriormente. Los mismos están alojados en el Campus virtual de la Facultad.

Los contenidos que se abordan son los siguientes:

UNIDAD 1: Conjuntos Numéricos (excepto números complejos): 1er Eje: Operaciones con números reales y aplicación de propiedades (suma, producto, cociente, radicación, potenciación, logaritmo) - 2do Eje: Cálculo de perímetro, área, volumen, densidad; Unidades de medida; Notación científica; Porcentaje

UNIDAD 2 – Ecuaciones: 1er Eje: Ecuaciones de primer grado con una incógnita - 2do Eje: Ecuaciones de segundo grado con una incógnita - 3er Eje: Sistemas de dos ecuaciones de primer grado con dos incógnitas

UNIDAD 3 – Funciones: 1er Eje: Función de primer grado en una variable - 2do Eje: Función de segundo grado en una variable - 3er Eje: Función trigonométrica. Propiedades

UNIDAD 4 – Relaciones: 1er Eje: Ángulos: sistemas de medición - 2do Eje: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo - 3er Eje: Teorema de Pitágoras. Resolución de triángulos rectángulos

UNIDAD 5 – Polinomios: 1er Eje: Polinomios. Operaciones - 2do Eje: Regla de Ruffini. Ceros de un polinomio. Teorema del resto. Factorización - 3er Eje: Expresiones algebraicas fraccionarias. Simplificación

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo

Entre los años 2003 y 2017, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FIUNLZ) ofreció a los estudiantes que ingresaban un curso de nivelación denominado RAMPA. Este curso tenía como propósito principal facilitar la inserción de los alumnos en el entorno universitario, no solo revisando contenidos curriculares del nivel medio, sino también brindando apoyo desde el aspecto social para que pudieran iniciar su vida universitaria de manera satisfactoria. La evaluación del RAMPA incluía cuatro exámenes parciales, uno por cada eje temático, además de una instancia de recuperación al finalizar el curso. También se ofrecía la opción de rendir un examen final en modalidad libre. Las clases eran dictadas por docentes del Área de Matemática de la FIUNLZ, bajo la coordinación de un docente general encargado del curso. Los contenidos estaban organizados en cuatro ejes: números reales, polinomios y expresiones algebraicas, ecuaciones y sistemas de ecuaciones, y trigonometría (Iravedra, 2012).

Entre 2018 y 2022, se ensayaron diversas estrategias bajo la forma de talleres, aunque los resultados fueron variables, ya que la asistencia no era obligatoria. Con la puesta en marcha del nuevo plan de estudios basado en competencias, se identificó la necesidad de crear un nuevo modelo de curso de nivelación. Así, a partir de 2023, se implementó el Programa de Acompañamiento y Nivelación (PANI).

La Figura 2 expone la modalidad de cursada y las instancias de evaluación correspondientes. Es importante aclarar que el PANI tiene como finalidad ayudar a los estudiantes a nivelar sus conocimientos matemáticos esenciales para un desempeño adecuado en las materias iniciales, además de permitirles familiarizarse con el entorno universitario y con sus compañeros de cohorte.

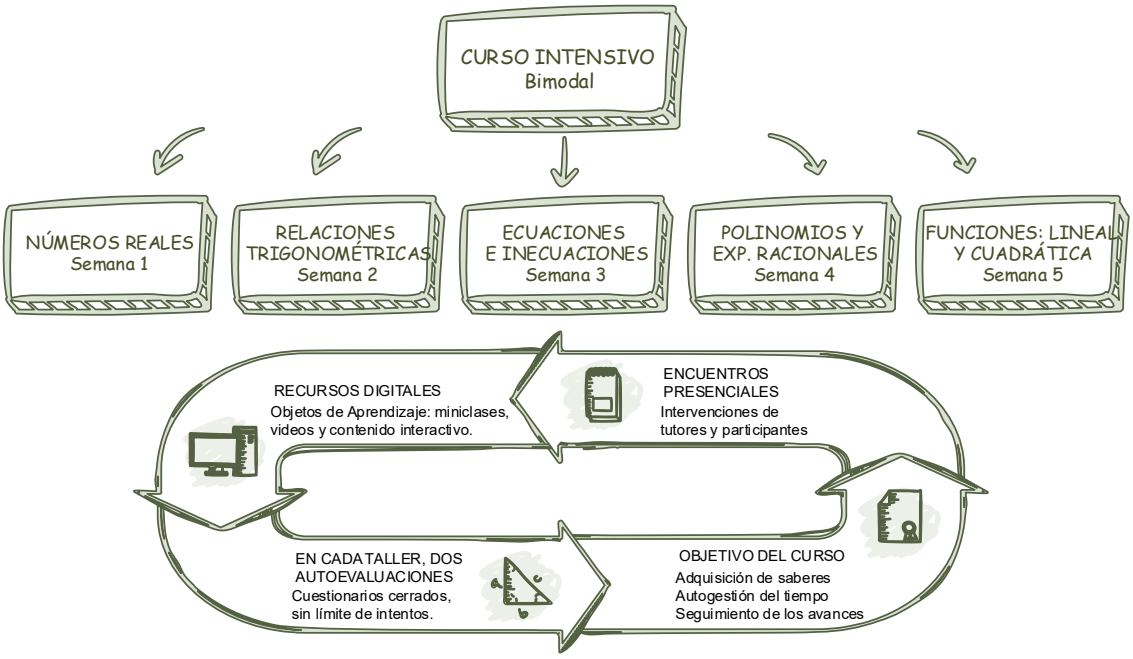


Figura 2: Modalidad de cursado PANI.

Haciendo foco en la evaluación del PANI se identifican dos instancias, por un lado, la correcta resolución de las actividades virtuales propuestas en cada uno de los talleres se aprueba el PANI. Esta aprobación permite que los estudiantes puedan anotarse a todas las materias del Primer Año de la carrera.

La segunda instancia tiene que ver con la acreditación del PANI. Para acreditar el PANI a lo largo del año tienen distintos turnos en los que se les plantean diferentes problemas de cada uno de los talleres. La acreditación de los talleres habilita a los estudiantes a anotarse en Matemática I.

En el flujograma que se muestra en la Figura 3 se puede apreciar todo el proceso.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

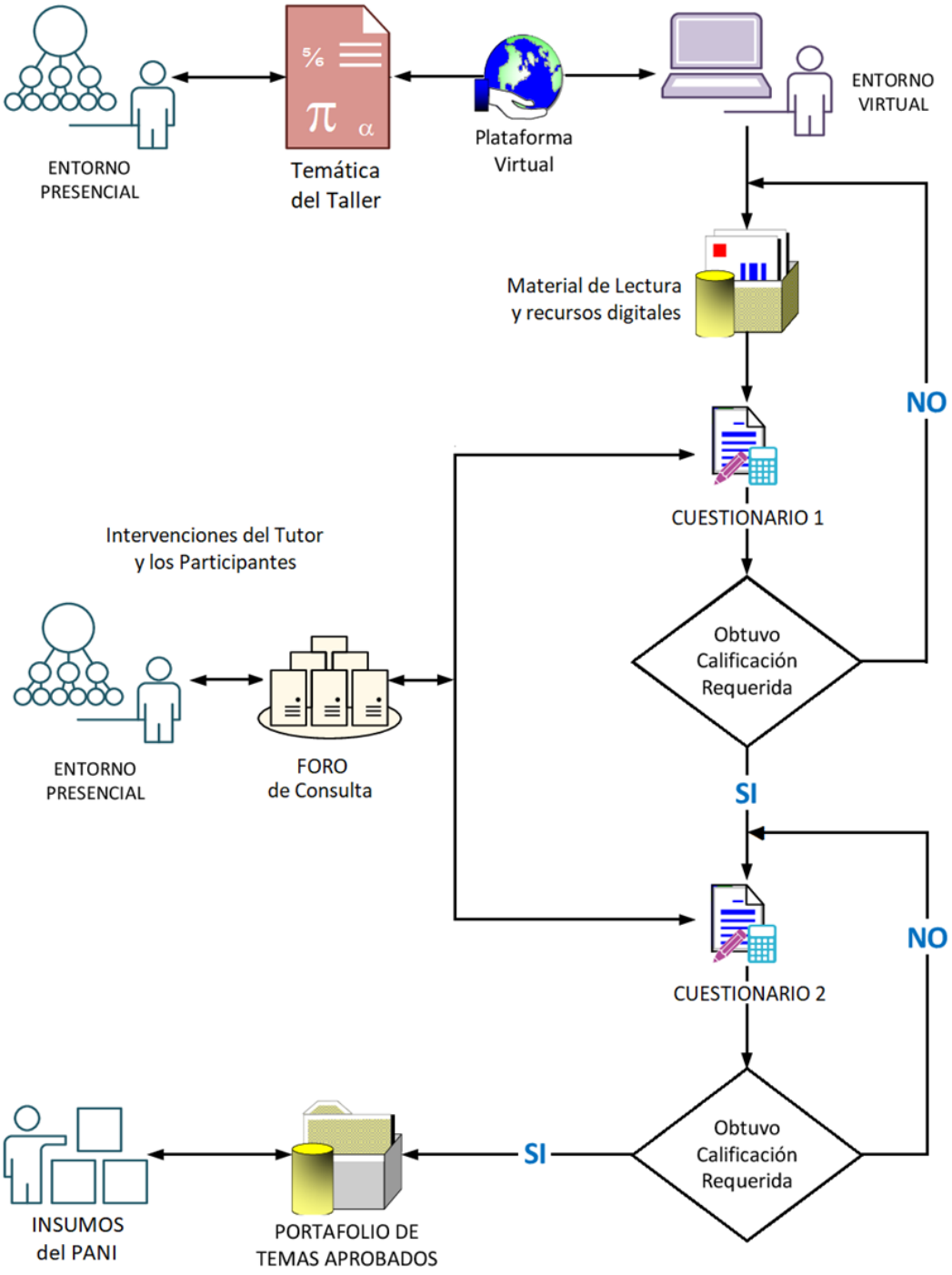


Figura 3: Flujograma del proceso de cursado PANI.

Resultados

Con respecto a las unidades temáticas con mayor dificultad para los estudiantes se destaca el Taller de Relaciones Trigonométricas. En la Tabla 1 se describe la distribución porcentual de los errores de acuerdo a los ejes temáticos (En base a los resultados del PANI 2023).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

	Bien resuelto	Regular	Mal resuelto
1er Eje: Ángulos: sistemas de medición	16%	52%	33%
2do Eje: Relaciones trigonométricas en un triángulo rectángulo	34%	21%	45%
3er Eje: Teorema de Pitágoras. Resolución de triángulos rectángulos	64%	16%	21%
3er Eje: Resolución de triángulos oblicuangulos	52%	12%	36%

Tabla 1: Distribución porcentual de los errores de acuerdo a los ejes temáticos.

En las tablas siguientes se muestran los resultados en cada una de las ediciones del PANI desde 2023. (Tabla 2 y Tabla 3)

APROBADOS DE LAS DISTINTAS EDICIONES PANI

PANI	Cantidad de estudiantes aprobados	Total de aspirantes
PANI 2023-1	378	457
PANI 2023-2	175	203
PANI 2024-1	300	341
PANI 2024-2	214	343
PANI 2025-1	333	536
N=	1400	

Tabla 2: Aprobados por edición del PANI.

ACREDITACION PANI

Estudiantes por carrera	PANI 2023-1	PANI 2023-2	PANI 2024-1	PANI 2024-2	PANI 2025-1	Total general
FI-IND	93	38	41	21	6	199
FI-MEC	46	14	14	10	1	85
FI-MTR	105	30	34	22	4	195
FI-FRV	14	3	1	3		21
Total general	**258**	**85**	**90**	**56**	**11**	**500**

Tabla 3: Aprobados en las instancias de acreditación (FI-IND: Ingeniería Industrial; FI-MEC: Ingeniería Mecánica; FI-MTR: Ingeniería Mecatrónica; FI-FRV: Ingeniería Ferroviaria)

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

El acceso a contenidos matemáticos previos, que luego se aplican en otras asignaturas, resulta una herramienta valiosa para los estudiantes, quienes aprecian tanto los temas tratados como la forma en que están organizados. En el diseño del material se consideraron diversos factores. Por un lado, se adoptó una modalidad híbrida que combina instancias presenciales y virtuales, poniendo énfasis no solo en los contenidos, sino también en las interacciones entre los estudiantes y con los docentes, lo cual favorece el sentido de pertenencia a la institución. Asimismo, la elección de los contenidos se basó en las demandas de distintas cátedras, no únicamente del área de matemática, así como en la necesidad de abordar temas que no pudieron ser suficientemente trabajados en el nivel medio debido al impacto de la pandemia de COVID-19. Con respecto a la fortaleza del PANI esta radica en la retención, de los estudiantes que aprobaron el PANI 2023 el 53% se encuentra cursando el segundo año de la carrera, así como de los ingresantes 2025 el 81,4 % está cursando el primer año.

Referencias

Arriaga, J., Burillo, V., Carpeño, A., & Casaravilla, A. (2011, November). Caracterización de los tipos de abandono. Dividamos el problema y venceremos más fácilmente. In Congresos CLABES.

Brito, L. E. (2011). Retención de alumnos de primer año de ingeniería industrial: estudio comparativo. Revista Estudios Hemisféricos y Polares, 2(1), 23-44.

Grinsztajn,F.; Imperiale, M. (2017). Innovación en la enseñanza de la ingeniería, la gestión pedagógica de un proyecto transformador. Enseñanza de la ingeniería: hacia un modelo pedagógico transformador. Ediciones Universidad Nacional de la Matanza.

Farías, D. M., & Luna, P. (2013). El proyecto Iris Colombia: factores que influencian el reclutamiento y la retención en las carreras de ciencias, ingeniería y matemáticas. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 1176-1180.

Helgueta, J. C., & Fuentes, S. S. (2022). El Aprendizaje y Servicio en la retención de estudiantes de ingeniería. Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, 25(1), 131-143.

Iravedra, C. (2012). Experiencia del RAMPA en la FI-UNLZ. Comunicando TIC Año 1 N° 1.

Mastache, A.&Goggi, N. (2017). El Comité de Mejora: una experiencia colaborativa en Ingeniería. Revista Argentina de Educación Superior, 14, 165-177.

Pavlicevic, J. (2017) Métodos Prospectivos para el Desarrollo de un Modelo que Contribuya a Optimizar la Eficacia y Eficiencia del Proceso Formativo en Carreras de Ingeniería. Tesis doctoral. En: https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/7000

Rodríguez, E. C., & Cruz, G. V. (2021, November). Diseño de un proyecto de investigación: estrategia para incrementar la retención en carreras de ingeniería y arquitectura. In Congresos CLABES.

Seminara, M., Fernández, A., & Pérez, A. (2022). Deserción estudiantil en el contexto de la COVID-19: alternativas para la retención universitaria. Gestionar: revista de empresa y gobierno, 2(1), 63-82.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Relación entre la Ansiedad Matemática y factores sociodemográficos y académicos en estudiantes de ingeniería de la Universidad Nacional, Sede Regional Brunca

Relationship between Math Anxiety and sociodemographic and academic factors in engineering students at the National University, Brunca Regional Campus

Johan Espinoza González
Universidad Nacional, Costa Rica.
jespinoza@una.cr

Eric Mata Delgado
Universidad Nacional, Costa Rica.
eric.mata.delgado@una.cr

Elizabeth Corrales Ureña
Universidad Nacional, Costa Rica.
elizabeth.corrales.urea@una.acr

Islande Delgado Monge
Universidad Nacional, Costa Rica.
Islande.delgado.monge@una.cr

Resumen

Este estudio analiza los niveles de ansiedad matemática (AnMa) en 175 estudiantes de ingeniería de la Sede Regional Brunca de la Universidad Nacional de Costa Rica y su relación con variables sociodemográficas y académicas. Mediante un enfoque cuantitativo correlacional y el uso de la escala de Fennema y Sherman (1976), se determinó un promedio general de AnMa de 3,08, resultado que el 84% del estudiantado se ubica en un nivel medio o alto de ansiedad. Además, se encontraron diferencias estadísticamente significativas según la edad y la carrera, siendo más alta en estudiantes de Ingeniería en Calidad e Innovación Agroalimentaria y en los rangos de edad 17-18 y 22-23 años. Por último, la evaluación matemática fue identificada como la principal fuente de ansiedad. Los resultados evidencian la necesidad de implementar estrategias pedagógicas diferenciadas y de apoyo emocional que disminuyan la AnMa y favorezcan el rendimiento y permanencia en carreras de ingeniería.

Palabras clave: Ansiedad Matemática, actitudes hacia la matemática, Educación Matemática, estudiantes universitarios.

Abstract

This study analyzes the levels of mathematics anxiety (AnMa) in 175 engineering students from the Brunca Regional Campus of the National University of Costa Rica and its relationship with sociodemographic and academic variables. Using a correlational quantitative approach and the Fennema and Sherman scale (1976), a general AnMa average of 3.08 was determined, with results showing that 84% of the students are at medium or high levels of anxiety. Additionally,

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

statistically significant differences were found according to age and academic program, with higher levels reported among students in Agricultural Quality and Innovation Engineering and within the 17–18 and 22–23 age ranges. Finally, mathematics evaluation was identified as the main source of anxiety. The results highlight the need to implement differentiated pedagogical strategies and emotional support mechanisms to reduce AnMa and promote academic performance and retention in engineering programs.

Keywords: Mathematical Anxiety, attitudes to mathematics, Matematics Education, university students.

Introducción

La ansiedad matemática (AnMa) constituye un fenómeno que ha sido abordado desde la Educación Matemática, ya que afecta el rendimiento académico y la manera en que los estudiantes conciben esta disciplina, particularmente en áreas como la ingeniería, donde las habilidades cuantitativas son esenciales en la resolución de problemas. Las manifestaciones de esta ansiedad incluyen desde bloqueo mental hasta evitar tareas matemáticas, afectando no solo el desempeño académico, sino también la permanencia y el éxito de los estudiantes en sus carreras (Ashcraft & Ridley, 2005). De hecho, se considera que este constructo no es un fenómeno homogéneo, sino que se ve influenciado por factores individuales, experiencias previas y características sociodemográficas y contextuales, (Ashcraft & Krause, 2007).

En este sentido, existe una creciente preocupación por su impacto en el nivel universitario, especialmente en estudiantes de carreras STEM, por lo que uno de los propósitos es comprender cómo algunos factores sociodemográficos y académicos influyen en los niveles de AnMa. Por ejemplo, se ha observado que las mujeres tienden a reportar niveles más altos de AnMa que los hombres, aunque esta diferencia puede estar mediada por factores sociales y culturales como los estereotipos de género (Delgado, Espinoza & Fonseca, 2017). De igual forma, estudios realizados en contextos latinoamericanos indican que estudiantes provenientes de zonas rurales o de entornos con menor acceso a recursos educativos suelen experimentar mayor AnMa (Martínez & García, 2016).

El tipo de formación previa es otro factor relevante, ya que estudiantes que ingresan desde modalidades técnicas o con antecedentes de bajo rendimiento académico presentan mayores niveles de AnMa (Karjanto y Yong, 2013). Asimismo, el tipo de curso que matricula y el área de estudio pueden modificar la intensidad de la ansiedad, dependiendo de la percepción de dificultad o la carga matemática asociada (Espinoza & Hernández, 2020).

Ante esto, se presenta un estudio que analiza la relación entre la AnMa de una muestra de estudiantes de ingeniería matriculados en la Sede Regional Brunca de la Universidad Nacional y las variables: edad, sexo, carrera en la que está matriculado, nivel que cursa, curso matriculado y modalidad de graduación de secundaria. Además, se estudia la influencia que tienen los subconstructos a) ansiedad hacia la matemática como disciplina, b) ansiedad ante los problemas y c) ansiedad ante las evaluaciones, sobre el nivel de AnMa de este colectivo de estudiantes.

El estudio es relevante porque la Sede Regional Brunca de la Universidad Nacional se ubica en una región que presenta características sociodemográficas y académicas particulares que pueden influir en el modo en que los estudiantes enfrentan el aprendizaje matemático. Comprender la interacción entre estas variables y la AnMa permite identificar patrones que ayudan a conocer mejor los perfiles de riesgo, así como generar estrategias pedagógicas que disminuyan la AnMa de los estudiantes y mejoren la enseñanza de esta disciplina en carreras de ingeniería.

Desarrollo

Esta investigación es de corte cuantitativo, con un diseño no experimental y del tipo transeccional o transversal. Además, corresponde a un estudio descriptivo y correlacional (Hernández, et al., 2014) cuyo propósito es mostrar el grado de asociación entre el nivel de AnMa y las variables: edad, sexo, campus en

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

el que está matriculado, carrera y nivel que cursa, cantidad de cursos matriculados y modalidad de graduación de secundaria. La muestra, no probabilística, está conformada por 175 estudiantes de la Sede Regional Brunca de la Universidad Nacional matriculados en las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información, Ingeniería en Calidad e Innovación Agroalimentaria (ICIAGRO) e Ingeniería en Topografía y Catastro.

El cuestionario empleado corresponde a una traducción y adecuación de la Escala de Ansiedad Matemática elaborada por Fennema y Sherman (1976), que consta de 12 ítems valorados según una escala Likert de 1 a 5. El análisis de los datos se hizo en función de las variables dependientes e independientes. Para verificar la fiabilidad de la escala se utilizó el Alpha de Cronbach, que evidenció una fiabilidad considerable (0,714). Además, se aplicó el modelo lineal univariante para determinar si existen diferencias significativas entre el nivel de AnMa de los encuestados y las variables citadas con un nivel de confianza de 0,05. Para verificar el cumplimiento de los supuestos paramétricos se realizaron contraste de hipótesis mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov, resultando que los datos se distribuyen de forma normal. Por último, se utilizó la prueba de Levene para comprobar que los datos cumplen homocedasticidad u homogeneidad de varianzas (p=0,255). Para todas las pruebas de hipótesis se utilizó un nivel de significancia de 0,05.

Ansiedad Matemática

La AnMa se ha estudiado desde diversas perspectivas y actualmente no existe una definición única y universalmente aceptada para este término. Generalmente es entendida como el temor, la tensión o el bloqueo mental que experimenta un estudiante cuando se enfrenta a una situación matemática. Wood (1988) menciona que la AnMa consiste en “la ausencia de confort que alguien podría experimentar cuando se le exige rendir en matemáticas” (p. 11). Tobias y Weissbrod (1980) por su parte afirman que “la ansiedad matemática describe el pánico, indefensión, parálisis, y desorganización mental que surge cuando a un sujeto se le exige resolver un problema matemático” (p. 65). En este estudio concebimos la AnMa como un estado emocional que implica una sensación de malestar, que una persona puede experimentar frente a situaciones vinculadas con la matemática, ya sea en contextos cotidianos o académicos y que se manifiesta a través de nerviosismo, preocupación, inquietud, irritabilidad, impaciencia, confusión, miedo o bloqueo mental (Pérez-Tyteca, 2012).

Las investigaciones han evidenciado que este constructo tiene un efecto directo sobre el rendimiento académico, presentando una limitación en la capacidad de concentración, razonamiento y resolución de problemas matemáticos (Ashcraft & Krause, 2007). Este bloqueo cognitivo también genera dificultades para seguir explicaciones, resolver ejercicios que se presentan en exámenes o incluso participar en clases por temor a preguntar algo que para los demás compañeros puede parecer obvio (Tobias,1993). La AnMa también puede influir en la elección de cursos y trayectorias profesionales, ya que los estudiantes que presentan niveles elevados de ansiedad tienden a evitar carreras relacionadas con las matemáticas, especialmente en el caso de mujeres y estudiantes de áreas no técnicas (Morán & González, 2023).

Esta realidad no es ajena al contexto costarricense, ya que se han identificado patrones similares, donde variables sociodemográficas inciden en los niveles de ansiedad matemática. Al respecto, Delgado et al. (2017) coinciden que factores como el sexo, el tipo de institución educativa de procedencia y la cantidad de veces que un estudiante ha matriculado un curso universitario, se relacionan significativamente con los niveles de ansiedad matemática en estudiantes de educación superior en Costa Rica. Así, la AnMa es un fenómeno complejo que surge y se mantiene por la interacción de factores cognitivos, emocionales, sociales y educativos, que no se limita a una simple reacción emocional frente a los números o al contexto educativo, sino que va más allá afectando el rendimiento académico, la confianza en uno mismo, las decisiones vocacionales e incluso el desarrollo profesional.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Resultados

En la tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a la puntuación de AnMa percibidos por los estudiantes de la muestra. Utilizando una escala de valoración de uno a cinco, el promedio general fue de 3,08, obtenido al sumar los promedios individuales de cada estudiante y dividir el resultado entre el total de estudiantes incluidos en la muestra.

Media	N	Desviación típica	Mínimo	Máximo
3,08	175	0,58	1,15	4,38

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de AnMA

Con el propósito de caracterizar la AnMa por niveles, se procedió a ubicar las puntuaciones individuales de los estudiantes en la escala de AnMa (Pérez-Tyteca, 2012), como se muestra en la tabla 2. Los datos revelan que una porción significativa de la muestra (84%) presenta un nivel medio o alto de AnMa; mientras que solo el 16% se ubica en un nivel bajo o muy bajo. Esta situación resulta preocupante, ya que dichos niveles de AnMa podrían interferir en el desempeño académico de futuras asignaturas de Matemática o en aquellas que podrían ser clave en su formación y que requieren de razonamientos y procedimientos matemáticos.

Nivel de AnMa	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada más de	Porcentaje
Muy bajo	1	0,6	175	100
Bajo	27	15,4	174	99,43
Medio	100	57,1	147	84
Alto	47	26,9	47	26,85
Muy alto	0	0,00	0	0.00

Tabla 2. Distribución de estudiantes de acuerdo con el nivel de AnMa

Con respecto a la correlación entre AnMa y las variables consideradas (Tabla 3), se aplicó el Modelo General Multivariante y se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la puntuación media de AnMa y las variables: Sexo ($F(1) = 2,534$; $p = .113$), nivel de carrera ($F(1) = 0.965$; $p = .410$), modalidad en la que se graduó de secundaria ($F(2) = 2,484$; $p = .063$) y cantidad de cursos matriculados ($F(2) = 2,321$; $p = .059$). Mientras que se encontró un efecto significativo sobre las variables: edad ($F(5) = 2,271$; $p =0.039$) y carrera en la que está matriculado ($F(1) = 6.143$; $p = .003$)

Variables	df	F	p
Sexo	1	2,534	0,113
Edad	6	2,271	0,039
Carrera en la que está matriculado	2	6,143	0,003
Nivel de carrera que estudia	3	0,965	0,410
Modalidad en la que se graduó de secundaria	3	2,484	0,063
Cantidad de cursos matriculados	3	2,321	0,059

Tabla 3. Análisis de varianza AnMa según las variables independientes del estudio. *Nota*: Fuente propia de la investigación

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En relación con la variable carrera en la que está matriculado, se observó que los estudiantes de ICIAGRO son los que manifestaron mayor AnMa ($\bar{x}$= 3,42, desviación típica 0,52) en comparación con los estudiantes de Ingeniería en Topografía y Catastro ($\bar{x}$=3,04, desviación típica 0,75) e Ingeniería en Sistemas de Información ($\bar{x}$=3,01, desviación típica 0,53). Asimismo, se identificó que los estudiantes que tienen entre 17-18 años ($\bar{x}$= 3,025, desviación típica 0,69) y entre 22-23 años ($\bar{x}$= 3,23, desviación típica 0,58) son los que presentan mayor AnMa. Este resultado llama la atención porque el primer rango de edad coincide con aquellos que inician sus estudios universitarios, mientras que el segundo corresponde a estudiantes que han reprobado algún curso de matemática más de una vez, ya que estos, según el programa de las tres carreras analizadas, son impartidos en los primeros dos años de estudio. Este resultado coincide con Delgado et al. (2017) quien afirma que la cantidad de veces que un estudiante ha matriculado un curso universitario podría estar relacionado con el nivel de AnMa.

Por último, al analizar los promedios obtenidos en cada uno de los subconstructos (Tabla 4), se evidenció que se distancian de los valores característicos de una AnMa baja. En particular, el subconstructo que provoca un mayor nivel de AnMa es el relacionado con las situaciones de evaluación.

Subconstructos de ansiedad	Media	Desv. Típica	Mínima Ansiedad	Máxima Ansiedad
Ansiedad hacia las matemáticas como disciplina	3,04	0,95	1	5
Ansiedad a la resolución de problemas matemáticos	2,65	0,88	1	5
Ansiedad a la evaluación en matemática	3,69	1,09	1	5

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de las subescalas de AnMa

Conclusiones

El estudio permite concluir que la AnMa es un fenómeno ampliamente presente en los estudiantes de ingeniería de la Sede Regional Brunca de la Universidad Nacional, con una media general de 3,08 en una escala de cinco puntos. Este hallazgo coincide con estudios previos que destacan la prevalencia de niveles moderados a altos de AnMa en contextos universitarios, especialmente en careras de ingeniería, donde el rigor y complejidad matemática es mayor (Núñez y Suárez, 2014). Además, que la AnMa se mantenga a lo largo de la carrera (no existen diferencias significativas entre AnMa y el nivel de la carrera que cursa) y que la concentración del 84% de los estudiantes se ubiquen en niveles medio o alto de AnMa, corresponde a una señal de alerta sobre las repercusiones de esta ansiedad tanto en el desempeño académico, particularmente en asignaturas que exigen procesos matemáticos, como en la permanencia y éxito de los estudiantes en carreras de ingeniería.

Un aspecto notable del estudio es que variables comúnmente asociadas a diferencias en AnMa como el sexo o el tipo de modalidad de secundaria, no mostraron efectos estadísticamente significativos, lo que contrasta con investigaciones previas que reportan mayores niveles de AnMa en mujeres (Delgado et al., 2017) o en estudiantes provenientes de formación técnica (Karjanto & Young, 2013). Estas diferencias podrían responder a factores contextuales específicos de la institución en la que se enmarca el estudio o a posibles avances en la equidad de género en el acceso a carreras STEM. Sin embargo, es necesario realizar análisis cualitativos complementarios que permitan comprender con mayor profundidad estas hipótesis.

En contraste, la edad y la carrera en la que se encuentran matriculados sí mostraron diferencias significativas. El hecho de que los estudiantes más jóvenes (17-18 años) y los mayores (22-23 años) manifiesten mayores niveles de ansiedad puede interpretarse, en el primer caso, como el estrés por transición en el ingreso a la universidad o la manifestación de una ansiedad que ya existía; mientras que en el segundo caso, de una posible ansiedad acumulada debido a la repitencia de asignaturas relacionadas con la matemática (Delgado et al., 2017). Ante esto, es relevante diseñar programas de apoyo emocional y

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

académico para estudiantes de primer ingreso, con el propósito de prevenir esta ansiedad en aquellos que aún no la experimentan o disminuirla en los que ya la manifiestan.

Con respecto al análisis por carrera, los estudiantes de ICIAGRO reportaron mayor AnMa que sus pares de otras carreras, lo que podría relacionarse con una menor afinidad hacia contenidos matemáticos o una alta repitencia de cursos relacionados con la matemática específicamente en esta carrera. Esto sugiere que incluso dentro de un mismo campo disciplinar como la ingeniería, la percepción de la matemática puede variar considerablemente y requiere enfoques pedagógicos diferenciados.

Finalmente, el análisis de los subconstructos reveló que la evaluación matemática es la principal fuente de ansiedad, superando incluso la ansiedad frente a la matemática como disciplina o la resolución de problemas. Este resultado coincide con investigaciones que muestran que las evaluaciones en matemática son actividades especialmente estresantes para estudiantes con AnMa (Ashcraft & Ridley, 2005; Martínez & García, 2016). En este sentido, es evidente la necesidad de revisar las prácticas evaluativas en los cursos de matemática, promoviendo estrategias más formativas, diversificadas y menos punitivas que contribuyan a disminuir el malestar emocional que sienten cuando se enfrentan a este tipo de actividades.

Referencias

Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(2), 243–248. https://doi.org/10.3758/BF03194059

Ashcraft, M. H., & Ridley, K. S. (2005). *Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review*. In J. I. D. Campbell (Ed.), Handbook of mathematical cognition (pp. 315–327). Psychology Press.

Delgado, I. C., Espinoza, J., & Fonseca, J. (2017). Ansiedad matemática en estudiantes universitarios de Costa Rica y su relación con el rendimiento académico y algunas variables sociodemográficas. *Propósitos y Representaciones, 5*(1), 275–324. https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.148

Espinoza, J. & Hernández, F. (2020). Ansiedad matemática y su relación con algunas variables en futuros maestros de primaria de la zona sur de Costa Rica. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 33* (1), 774-784.

Fennema, E., & Sherman, J. (1976). Fennema-Sherman mathematics attitude scales. Instrument designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by males and females. *Journal for research in Mathematics Education, 7(*5), 324–226.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill Interamericana.

Karjanto, N., & Yong, S. T. (2013). Academic performance and affective domain of engineering students: The role of teaching approaches. *European Journal of Engineering Education,* 38(4), 398–408. https://doi.org/10.1080/03043797.2012.742875

Martínez, G., & García, M. D. S. (2016). Mathematical emotions: A study on their basic dimensions in university students. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*(6), 1143–1166. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9647-6

Morán, G., & González, P. (2023). *Math anxiety affects career choices during development: The mediating role of math intensity*. *International Journal of STEM Education, 10*, Article 35. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00441-8

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Núñez, M. I., & Suárez, M. (2014). The effect of math anxiety on university students' numerical magnitude processing: An ERP study. *Biological Psychology, 103*, 176–183. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.09.004

Pérez-Tyteca, P. (2012). *La ansiedad matemática como centro de un modelo causal predictivo de la elección de carrera* (Tesis doctoral no publicada), Universidad de Granada, Granada.

Tobias, S. & Weissbrod, C. (1980). Anxiety and mathematics: An update. *Harvard Educational Review, 50*(1), 63-70.

Tobias, S. (1993). *Overcoming math anxiety* (2.ª ed.). W. W. Norton & Company.

Wood, E. F. (1988). Math anxiety and elementary teachers: What does research tell us? *For the Learning of Mathematics, 8*(1), 8-13.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Nivelar para avanzar: impacto positivo del Módulo de Ingreso en Matemática 2025 en Carreras de Ingeniería Agronómica y Zootecnista

Level up to improve: positive impact of the 2025 Mathematics Entrance Module on Agricultural and Zootechnical Engineering.

Andrea Carolina Mazzucco
Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria, Argentina.
andrea.mazzucco@faz.unt.edu.ar

Resumen

En 2025, la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria de la Universidad Nacional de Tucumán implementó un nuevo módulo de nivelación en Matemática y Química para los ingresantes a las carreras de Ingeniería Agronómica y Zootecnista, con el objetivo de facilitar su adaptación al nivel universitario. Este módulo obligatorio, de 80 horas de duración, estuvo orientado a fortalecer los conocimientos previos de los estudiantes para que pudieran afrontar los desafíos de las materias del primer año de forma más efectiva. El presente trabajo compara el rendimiento académico en la asignatura Matemática entre los ingresantes de 2024, que no realizaron un módulo de nivelación, y aquellos que aprobaron el módulo de ingreso en 2025. Se evidenció una mejora significativa en la tasa de promoción que aumentó del 9% en 2024 al 34% en 2025 y una notable reducción del abandono, aunque persisten desafíos, como la necesidad de un mayor apoyo para los contenidos más complejos.

Palabras clave: Nivelación – Matemática – Ingresantes – Retención – Promoción

Abstract

In 2025, the Faculty of Agronomy, Animal Husbandry, and Veterinary Science at the National University of Tucumán implemented a new Mathematics and Chemistry Remediation Module for incoming students in the Agricultural Engineering and Animal Husbandry programs, with the aim of facilitating their adaptation to the university level. This mandatory 80-hour module was designed to strengthen students' prior knowledge so they could more effectively face the challenges of first-year courses. This study compares academic performance in the Mathematics course between students who entered in 2024 (without remediation) and those who completed the module in 2025. A significant improvement in the promotion rate (increasing from 9% in 2024 to 34% in 2025) and a notable decrease in dropout rates were observed, although challenges remain, particularly the need for greater support in more complex content areas.

Keywords: Remediation – Mathematics – Incoming Students – Retention – Promotion

Introducción

La calidad educativa en las carreras de ingeniería requiere que los estudiantes posean un nivel adecuado de conocimientos previos, especialmente en áreas fundamentales como Matemática.
En 2025, la Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria (FAZyV) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) incorporó un módulo de nivelación en Matemática y Química para los estudiantes de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Zootecnista. Este módulo obligatorio y presencial tiene como propósito equiparar los conocimientos previos de los estudiantes y facilitar su adaptación a las exigencias del nivel universitario. Al implementar esta estrategia, se busca mejorar el rendimiento académico durante los primeros años de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

las carreras, asegurando que los estudiantes tengan una base sólida sobre la cual construir su aprendizaje. Este artículo tiene como objetivo evaluar el impacto de la nivelación en Matemática en los ingresantes del año 2025, comparando sus resultados con los de 2024, cuando no existía este módulo de apoyo académico.

Desarrollo

En este marco, se incorporó el módulo de nivelación en Matemática y Química, un curso obligatorio y presencial de 80 horas de duración, diseñado para nivelar los conocimientos básicos en dos disciplinas clave para las carreras de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Zootecnista.
En particular, la aprobación del módulo de nivelación en Matemática es requisito indispensable para cursar la asignatura Matemática de primer año. No obstante, no aprobarlo no impide al estudiante iniciar la carrera ni cursar otras asignaturas del primer año.
En febrero de 2025 cursaron y rindieron el módulo de nivelación en Matemática un total de 336 alumnos, de los cuales 288 corresponden a la carrera de Ingeniería Agronómica, 39 a la carrera de Ingeniería Zootecnista y 9 alumnos inscriptos en ambas carreras. Del total de alumnos, el 21% aprobó el examen de ingreso o la recuperación del mismo, por lo que 71 alumnos se encontraban en condiciones de cursar la asignatura Matemática en el primer cuatrimestre, como se observa en la Tabla 1.

Carrera	Cantidad de alumnos que rindieron	Cantidad de alumnos aprobados	Porcentaje de alumnos aprobados
Ing. Agronómica	288	63	22%
Ing. Zootecnista	39	7	18%
Ambas carreras	9	1	11%
Total	336	71	21%

Tabla 1: Resultados de la Nivelación en Matemática 2025

El Programa de la Nivelación en Matemática abarcó los siguientes contenidos esenciales: conjuntos numéricos (naturales, enteros, racionales, irracionales y reales), ecuaciones de primer y segundo grado, sistemas de ecuaciones, y funciones (lineales y cuadráticas). Además, se abordaron nociones fundamentales de trigonometría, vectores y sus operaciones, así como el análisis de gráficos y su aplicación en problemas reales de ingeniería. Estos temas fundamentales se seleccionaron para nivelar los conocimientos previos de los estudiantes y facilitar su adaptación a los desafíos académicos de las carreras de ingeniería. Dichos contenidos se dictaron en clases teórico– prácticas de 3 horas de duración.
La evaluación del módulo se realizó a través de un examen final que consistió en 20 preguntas de selección múltiple. Para aprobar, los estudiantes debían responder correctamente al menos 14 de las 20 preguntas. Además, se ofreció una instancia de recuperación para aquellos que no aprueban el examen inicial, con el objetivo de asegurar que todos los estudiantes tengan una oportunidad para alcanzar los conocimientos mínimos necesarios.
Los alumnos que aprueban el examen de Matemática del ingreso, se encontraban en condiciones de cursar la asignatura Matemática que corresponde al primer cuatrimestre de las dos carreras. La materia tiene un régimen promocional, basado en la aprobación de tres evaluaciones parciales. Para promocionar sin rendir examen final, los estudiantes deben asistir al 80 % de las clases teórico-prácticas, presentar al menos el 80 % de los trabajos prácticos y aprobar con un mínimo del 70 % la parte teórica y práctica de las tres evaluaciones. Se permite recuperar un parcial si la nota está entre 50 % y 69 %. Para regularizar la asignatura, se exigen las mismas condiciones de asistencia y entrega de trabajos prácticos, pero los parciales deben aprobarse con una nota entre 50 % y 69 %. En este caso, también se permite recuperar un parcial si la nota fue inferior al 50 %, siempre que no haya sido calificado con 0. Finalmente, quienes desaprueben más de un parcial tienen derecho a una recuperación integral al finalizar el cursado, con el objetivo de regularizar la materia.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Resultados

Se presenta un análisis comparativo detallado entre los resultados obtenidos por los alumnos ingresantes en los tres parciales de los años 2024 (sin nivelación) y 2025 (con nivelación), con el objetivo de evaluar el efecto del módulo de nivelación. El análisis abarca tanto la tasa de promoción y regularización**,** abandono y los desaprobados en cada uno de los parciales, como en los resultados finales de ambos años.
Se observa que la categoría Promovidos incluye a los estudiantes que obtienen una nota mayor o igual a 7, la categoría Regulares a los que obtienen una nota mayor a 4 y menor a 7, y la categoría Desaprobados a los que tienen una calificación menor o igual a 4. Además, la base de estudiantes que rinde cada parcial va cambiando a medida que algunos abandonan el cursado antes de rendir algún parcial, y otros no tienen derecho a presentarse al tercer parcial debido a los resultados obtenidos en los parciales previos. Esto impacta directamente en la cantidad total de estudiantes que se presentan en cada parcial. Es importante señalar que los resultados de la recuperación integral de 2025, que se rinde el 23 de julio de 2025, no fueron incluidos en este análisis.

PRIMER PARCIAL

En la Tabla 2 se observan los resultados obtenidos por los alumnos en el primer parcial del año 2024, cuando todos los alumnos ingresantes podían cursar la asignatura Matemática ya que no había nivelación, y del año 2025, cuando solo los 71 alumnos que aprobaron la nivelación pudieron cursar la materia. Se destaca que de esos 71 alumnos, solo 67 comenzaron efectivamente el cursado en 2025.

Año	Promovidos	Regulares	Desaprobados	Abandono	Total Estudiantes
2024 (sin nivelación)	14 (7%)	19 (10%)	147 (76%)	13 (7%)	193
2025 (con nivelación)	16 (24%)	11 (16%)	37 (55%)	3 (4%)	67

Tabla 2: Resultados del primer parcial

En el primer parcial de 2025, se observó una mejora significativa en la tasa de promoción, que pasó del 7% al 24%. Este aumento considerable refleja un avance en la preparación de los estudiantes, gracias al módulo de nivelación implementado antes del comienzo del cuatrimestre. Esto permitió que un mayor porcentaje de estudiantes superara los desafíos del primer parcial, lo que es un claro indicio de que la nivelación proporcionó una base sólida para enfrentar los primeros contenidos del curso.
A su vez, la tasa de regulares también aumentó del 10% al 16%, lo que indica que más estudiantes lograron un rendimiento aceptable y pudieron continuar con el curso sin mayores dificultades.
En cuanto a los estudiantes desaprobados, se observó una disminución considerable en su porcentaje, que pasó del 76% al 55%. Este descenso significativo refleja el impacto positivo de la nivelación, que permitió a los estudiantes estar mejor preparados para rendir de manera satisfactoria, aunque todavía persiste un margen de mejora en este aspecto.
Finalmente, la tasa de abandono también se redujo, de un 7% a un 4%. Esta disminución es un indicio de que los estudiantes se sintieron más respaldados y comprometidos, gracias a la base sólida proporcionada por la nivelación, lo que les permitió enfrentar los desafíos académicos con mayor confianza y menos frustración.
En términos generales, los resultados del primer parcial en 2025 sugieren que la implementación del módulo de nivelación en Matemática contribuyó de manera significativa a mejorar la preparación inicial de los estudiantes, fomentando una mayor motivación y reduciendo la frustración temprana que a menudo conduce al abandono.
Si bien la tasa de desaprobación aún es alta, el descenso respecto al año anterior, junto con las mejoras en la tasa de promoción y abandono, son indicativos de que esta estrategia académica tiene un impacto positivo en la trayectoria de los estudiantes y en su adaptación al contenido matemático.

SEGUNDO PARCIAL

En la Tabla 3 se observa que la implementación del módulo de nivelación siguió mostrando beneficios en el año 2025, aunque con algunas diferencias respecto al primer parcial.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Año	Promovidos	Regulares	Desaprobados	Abandono	Total Estudiantes
2024 (sin nivelación)	13 (7%)	17 (9%)	112 (62%)	38 (21%)	180
2025 (con nivelación)	5 (8%)	15 (23%)	42 (66%)	2 (3%)	64

Tabla 3: Resultados del segundo parcial

Una de las mejoras más notables fue la drástica reducción en la tasa de abandono. En 2024, un 21% de los estudiantes abandonaron el curso, mientras que en 2025 este porcentaje cayó a solo un 3%. Este cambio refleja un mayor compromiso de los estudiantes y sugiere que el apoyo brindado durante la nivelación ha tenido un impacto positivo en la motivación y la perseverancia de los estudiantes a lo largo del curso. Esta disminución en el abandono también muestra que los estudiantes se sintieron más preparados y respaldados para continuar, lo que es un avance importante en la retención académica.

Además, la proporción de estudiantes regulares aumentó del 9% al 23%. Aunque el número de promovidos sigue siendo bajo, el aumento en la cantidad de estudiantes que lograron mantenerse en una posición intermedia sugiere que la nivelación brindó una base sólida que les permitió avanzar en el curso, aunque aún no alcanzaron la promoción directa. Esta mejora en la categoría de regulares es una señal positiva de que más estudiantes lograron resultados aceptables, lo que les permite continuar el proceso académico.

Sin embargo, la tasa de promoción directa sigue siendo un desafío. Solo el 8% de los estudiantes lograron lalcanzar la nota para la promoción directa en el segundo parcial, lo que es una leve mejora respecto al 7% en 2024, pero aún sigue siendo insuficiente. Esto indica que, a pesar del apoyo previo brindado por la nivelación, los estudiantes todavía enfrentan dificultades significativas para consolidar los aprendizajes necesarios para promocionar directamente la asignatura.

Además, la tasa de desaprobación en 2025 (66%) es incluso un poco más alta que en 2024 (62%), lo que revela que, aunque la nivelación ayudó a mejorar la retención, no fue suficiente para superar completamente las dificultades académicas de los estudiantes.

En resumen, el segundo parcial de 2025 muestra un panorama mixto. Si bien la tasa de promoción directa sigue siendo baja y la desaprobación sigue siendo alta, la reducción del abandono y el aumento en los estudiantes regulares son logros significativos. Estos resultados sugieren que el módulo de nivelación ha tenido un impacto positivo en la retención y el compromiso de los estudiantes con el curso, aunque aún quedan desafíos por superar en términos de rendimiento académico. Estos avances demuestran que, a pesar de las dificultades, la nivelación está ayudando a los estudiantes a mantenerse más conectados con el cursado y continuar su aprendizaje, lo que representa un paso importante para mejorar la equidad en el sistema educativo.Esto podría indicar que el Módulo de Nivelación contribuye a sostener el vínculo académico y emocional de los estudiantes con la carrera, incluso frente a las dificultades con los contenidos.

TERCER PARCIAL

Finalmente se observan los resultados del tercer parcial en la Tabla 4.

Año	Promovidos	Regulares	Desaprobados	Abandono	Total Estudiantes
2024 (sin nivelación)	17 (43%)	19 (48%)	4 (10%)	0 (0%)	40
2025 (con nivelación)	12 (35%)	19 (56%)	3 (10%)	0 (0%)	34

Tabla 4: Resultados del tercer parcial

Se nota una disminución en la tasa de promoción directa, que pasó del 43% al 35%. Este descenso en los resultados refleja un efecto de dilución del impacto positivo de la nivelación, que aunque fue efectivo al inicio del curso, no logró sostener el mismo nivel de rendimiento a medida que los contenidos avanzaban hacia temas más complejos y específicos de la carrera. Este fenómeno sugiere que la nivelación cumplió su propósito inicial de ofrecerles una base sólida de conocimientos, pero también pone en evidencia la necesidad de reforzar la preparación de los estudiantes para los contenidos más avanzados, a medida que el curso avanza.

La nivelación, si ha tenido un impacto notable en la retención, ya que la tasa de abandono se mantuvo en 0% en ambos años. Este es un logro significativo, dado que, incluso cuando los estudiantes enfrentan dificultades con los contenidos más avanzados del tercer parcial, han continuado en el curso. La ausencia

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

de abandono indica que la nivelación cumplió con su objetivo inicial de proporcionar una base sólida a los estudiantes, ayudándolos a mantenerse comprometidos y motivados en el curso, a pesar de los retos académicos crecientes.
Otro de los aspectos positivos que se destaca es el aumento en la cantidad de estudiantes regulares. En 2025, un 56% de los estudiantes fueron calificados como regulares, frente al 48% de 2024. Esto indica que, aunque la tasa de promoción directa disminuyó, más estudiantes han logrado mantenerse al día con el curso y mostrar un rendimiento aceptable, lo cual es un buen indicador del impacto positivo de la nivelación. Los estudiantes que se mantuvieron en el curso han demostrado consistencia y compromiso, lo que refleja que el módulo de nivelación les proporcionó una preparación que, aunque no fue suficiente para garantizar la promoción directa, sí los ayudó a continuar el curso con un desempeño intermedio aceptable.
La ausencia de abandono y el aumento en el porcentaje de estudiantes regulares son, sin lugar a dudas, los aspectos más positivos de este análisis. Estos datos refuerzan la idea de que la nivelación contribuyó a mejorar el compromiso y la motivación de los estudiantes, permitiéndoles mantenerse en el curso, incluso cuando los contenidos se volvían más desafiantes. No obstante, la disminución en la promoción directa subraya la necesidad de pensar en nuevas estrategias para acompañar a los estudiantes en los siguientes niveles del curso. A medida que el curso avanza y los estudiantes enfrentan temas más complejos, el desafío será encontrar formas de mantener el apoyo continuo. Una posible solución podría ser la implementación de tutorías personalizadas**,** refuerzos académicos adicionales o módulos complementarios que refuercen los contenidos que la nivelación inicial no cubrió por completo.

RESULTADOS FINALES

Los resultados finales de alumnos Promovidos, Regulares y Abandono se observan en el Gráfico 1y en la Tabla 5. Es importante recordar que la diferencia de estudiantes que rinden el primer parcial con los resultados finales corresponde a aquellos que deben rendir la recuperación integral después de las vacaciones de julio, y por lo tanto no están incluidos en este análisis.

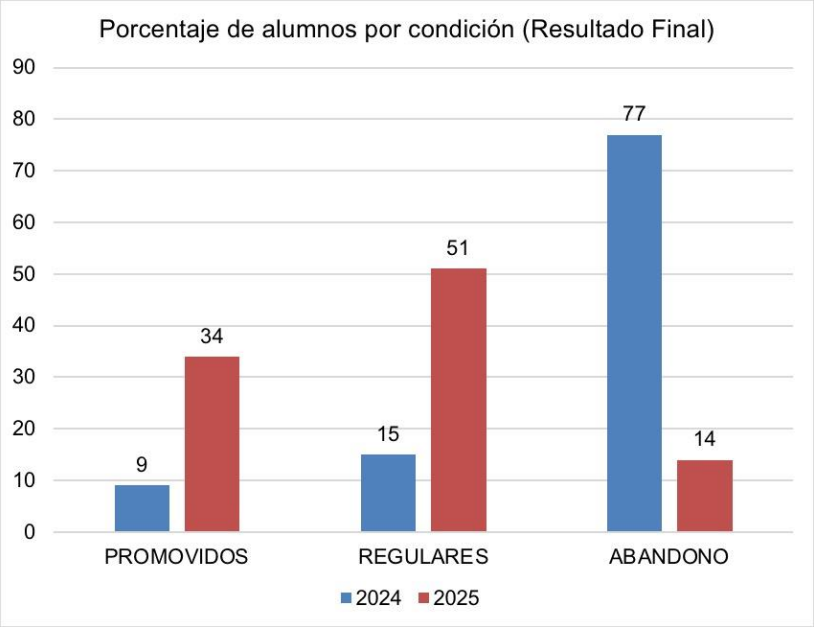


Gráfico 1: Porcentaje de los resultados finales de alumnos por condición sin recuperación integral

Año	Promovidos	Regulares	Abandono	Total Estudiantes
2024 (sin nivelación)	13 (9%)	22 (15%)	115 (77%)	150
2025 (con nivelación)	12 (34%)	18 (51%)	5 (14%)	35

Tabla 5: Resultados finales del cursado sin recuperación integral

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En los resultados finales, se observa una mejora notable en la tasa de promoción, que aumentó del 9% en 2024 al 34% en 2025. Esto refleja el impacto positivo de la nivelación en la capacidad de los estudiantes para completar satisfactoriamente el curso.
Asimismo, el porcentaje de abandono experimentó una disminución drástica, pasando del 77% en 2024 al 14% en 2025. Esta caída en la tasa de abandono es una clara señal de que la nivelación cumplió su objetivo de mantener a los estudiantes más comprometidos y motivados, reduciendo el desgaste académico y la desmotivación.
En conclusión, la implementación del módulo de nivelación mostró ser altamente efectiva en la mejora de la retención estudiantil y en el rendimiento académico general.

Conclusiones

El módulo de nivelación en Matemática tuvo un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, reflejado por la mejora de la tasa de promoción y una reducción sostenida en la tasa de abandono. Esto sugiere que la propuesta cumplió con su objetivo principal: facilitar la transición de los estudiantes desde el nivel medio hacia las exigencias académicas de las carreras de ingeniería.
Los resultados indican que los estudiantes que participaron del módulo lograron afrontar con mayor seguridad los desafíos académicos iniciales, lo que se traduce en una mayor permanencia en el trayecto formativo. Esto puede atribuirse no solo a una mejor preparación en contenidos, sino también al acompañamiento académico brindado durante el módulo, que fortaleció la confianza y el compromiso con la carrera elegida.
Sin embargo, a pesar del impacto positivo observado, todavía existen áreas de mejora. En particular, muchos estudiantes enfrentaron mayores dificultades durante el segundo y tercer parcial, lo que sugiere que la nivelación podría beneficiarse de un refuerzo en temas más complejos, un apoyo más individualizado o una mayor duración del curso. Esta necesidad de mejora refleja que, aunque la nivelación proporciona una base sólida, su alcance aún debe ampliarse para preparar a los estudiantes para los desafíos más avanzados de la carrera.
En resumen, el módulo de ingreso se consolida como una estrategia eficaz para mejorar la trayectoria académica de los ingresantes, aunque se requiere una evaluación continua de su diseño y aplicación para lograr una inclusión académica aún más efectiva.

Referencias

Ezcurra, A. M. (2016). El ingreso universitario: tensiones y desafíos. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 7(20), 3-18.

Caballero, C., & Palacios, Á. (2010). Deserción universitaria: una mirada desde los estudiantes. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 8(2), 821–844.

Rodríguez, S., Fita, S., Torrado, M. (2004). El rendimiento académico en la transición secundaria-universidad. En: Revista de Educación. Temas actuales de enseñanza, 334, Mayo-Agosto.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

¿Cómo argumentar en Matemática? Experiencia de un taller introductorio para ingresantes.

How to Argue in Mathematics? Experience from an Introductory Workshop for Incoming University Students.

Marilina Carena
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
marilcarena@gmail.com

Fabiana Montenegro
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
montenegrofg@gmail.com

Elisabet Haye
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
ehaye@fich.unl.edu.ar

Resumen

Se realizó un taller extracurricular de dos horas para ingresantes de ingeniería, cuyo fin fue introducir nociones básicas de lógica y fomentar habilidades argumentativas en matemática. Incluyó una charla teórica y dos instancias de trabajo grupal sobre una misma hoja de actividades: una antes y otra después (pre y post charla). Las consignas abordaron situaciones cotidianas y contenidos vistos previamente, sobre implicaciones, negaciones, cuantificadores, conjunciones y disyunciones. Los grupos analizaron y justificaron la veracidad de enunciados y distinguieron condiciones necesarias y suficientes. La comparación entre hojas pre y post permitió identificar mejoras: aumentaron las respuestas correctas y disminuyeron las no respondidas. Se observó un mejor uso del lenguaje lógico y una mayor conciencia sobre la necesidad de justificar adecuadamente. Persistieron algunas dificultades, como la interpretación del conectivo “o” y la creencia de que un ejemplo basta como justificación. La actividad contribuyó a fortalecer el razonamiento lógico y el lenguaje matemático.

Palabras clave: Lógica-Argumentación Matemática-Ingresantes

Abstract

A two-hour extracurricular workshop was conducted for incoming engineering students to introduce basic logic concepts and foster argumentative skills in mathematics. It included a theoretical lecture and two group work sessions using the same activity sheet: one before (pre-lecture) and one after (post-lecture). The tasks involved everyday situations and previously covered content, focusing on implications, negations, quantifiers, conjunctions, and disjunctions. Groups analyzed and justified the truthfulness of statements and distinguished necessary and sufficient conditions. Comparing the pre- and post-activity sheets revealed improvements: correct answers increased and unanswered items decreased. There was better use of logical language and greater awareness of the need for proper justification. Some difficulties persisted, such as interpreting the connective “or” and the misconception that a single example suffices as a general justification. The activity helped strengthen logical reasoning and mathematical language skills.

Keywords: Logic-Mathematical Argumentation-Incoming University Students

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La presente ponencia expone los avances iniciales de una investigación llevada adelante por un equipo de docentes de Matemática de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) de la Universidad Nacional del Litoral. Esta iniciativa se enmarca en el Proyecto CAI+D 2024, titulado "Aportes complementarios para la bibliografía básica matemática de los primeros años de ingeniería a partir del análisis de falencias recurrentes en el aprendizaje, con énfasis en el razonamiento y la argumentación". El propósito central del proyecto consiste en identificar los principales errores y dificultades que enfrentan los estudiantes de ingeniería de la FICH en las materias de matemática y, sobre esta base, proyectar la elaboración de artículos que analicen dichas problemáticas frecuentes atendiendo a la argumentación clara y rigurosa.

Es ampliamente reconocido por quienes ejercemos la docencia en el ámbito universitario —especialmente en materias correspondientes a los primeros años de las carreras— que una proporción significativa de estudiantes presenta dificultades para adecuarse al ritmo y a las modalidades de aprendizaje propias de la educación superior. Aunque esta situación responde a múltiples causas y su análisis es sumamente complejo, uno de los factores relevantes es la escasa preparación en habilidades necesarias para leer, comprender y producir textos de carácter científico. En las carreras de ingeniería de nuestra facultad esta debilidad se manifiesta con especial claridad en las asignaturas vinculadas a las denominadas ciencias básicas, como lo son la matemática, la física y la química. Por ello, en nuestro caso, el punto de partida del trabajo son los ingresantes que cursan la primera asignatura de matemática.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI expresa que *"...el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc. que requiere ser reconocida expresamente en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo".* (Documento del CONFEDI, 2014, p.9).

En el caso de disciplinas como la Matemática, el lenguaje científico se caracteriza particularmente por su precisión y rigurosidad, tanto en la formulación de definiciones y enunciados, como en la construcción de argumentos y la justificación mediante razonamientos lógicos y deductivos. Expresar razonamientos de manera estructurada ayuda a comunicar ideas de forma efectiva en contextos académicos y profesionales.

Uno de los obstáculos que más se observa entre los ingresantes a los estudios superiores es que en la educación secundaria, no se abordan de manera sistemática los contenidos de lógica formal. En consignas referidas a determinar la veracidad o falsedad de una afirmación existe una alta probabilidad de acertar la respuesta simplemente por azar, por lo que resulta evidente que el foco de atención en la enseñanza debe estar puesto en la argumentación que la sustenta. Sin embargo, el modo adecuado de justificar suele generar confusión, incluso entre estudiantes de carreras de grado (Carena, 2023).

A raíz de esta problemática, se organizó en nuestra facultad un taller introductorio titulado "¿Cómo argumentar en Matemática?" como instancia extracurricular llevada a cabo pocas semanas después del inicio del primer cuatrimestre, destinado a estudiantes de primer año que cursan la asignatura *Matemática Básica*, la cual constituye el primer espacio curricular común a la mayoría de las carreras de ingeniería de la facultad.

Los objetivos del taller fueron:

- dar las primeras herramientas que ayuden al alumno a razonar, leer y comunicar su propia argumentación en matemática sin ambigüedades;
- clasificar y explicar las técnicas más sencillas que se utilizan para justificar, argumentar o plantear demostraciones elementales que usualmente se presentan en las asignaturas de matemática de nuestra facultad.

En los puntos siguientes, detallaremos la manera en que fue implementado el taller, las actividades que incluyó y los resultados obtenidos.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo

La lógica es la disciplina que estudia la estructura, el fundamento y el uso de las expresiones del lenguaje humano. Si bien su aplicación es constante en nuestra vida cotidiana y desempeña un papel esencial al proporcionar las reglas que nos permiten determinar cuándo un razonamiento o argumento es válido, muchos estudiantes ingresan a la universidad con dificultades para estructurar razonamientos lógicos y expresar sus ideas con claridad. Entre los factores que originan esta problemática se pueden mencionar: un aprendizaje previo enfocado en la memorización, más que en la comprensión profunda de los conceptos matemáticos; la falta de resolución de problemas abiertos y situaciones reales que exijan validación y la escasa práctica en el uso del lenguaje matemático como herramienta de comunicación efectiva (Chevallard *et al.*, 1997; Sadovsky; 2005; Salazar-Torres *et al.*, 2016).

Desde el equipo docente de la asignatura Matemática Básica se promovió la participación en esta instancia extracurricular, de dos horas de duración, destacando su potencial utilidad para abordar con mayor solvencia los ejercicios del tipo *"Justificar si una afirmación es verdadera o falsa".* Este tipo de consignas tiene una presencia significativa tanto en evaluaciones parciales como finales de las distintas asignaturas matemáticas que integran los planes de estudio de las ingenierías en la FICH.

El taller se organizó en torno a una charla impartida por una de las autoras de este trabajo, en la que se abordaron los principios fundamentales de la lógica y su aplicación en situaciones cotidianas. Además, se realizaron dos dinámicas grupales consistentes en la resolución de una hoja de actividades antes y después de la charla. Para ello, los estudiantes se dividieron en grupos de cuatro a cinco integrantes, y cada grupo eligió un nombre identificador para su equipo.

Como señala Carena (2023), el desarrollo de habilidades argumentativas puede iniciarse de manera temprana mediante un enfoque coloquial, sin que ello implique resignar precisión o rigurosidad. El trabajo con enunciados de la vida cotidiana que involucren elementos tales como cuantificadores, implicaciones, disyunciones y conjunciones ofrece al alumno la posibilidad de incorporar gradualmente formas de razonamiento lógico y argumentaciones válidas y coherentes. Una vez familiarizados con estas estructuras lógicas en contextos accesibles, la transición hacia enunciados matemáticos elementales puede producirse de forma más fluida.

Apoyadas fuertemente en estas ideas, las actividades del taller fueron formuladas con enunciados expresados en lenguaje coloquial o simbólico, en los cuales:

- se debía analizar si una afirmación es verdadera o falsa;
- se requería distinguir cuál era la condición necesaria y/o suficiente cuando las afirmaciones se expresaban mediante construcciones del tipo "si… entonces";
- se presentaban cuantificadores y estructuras lógicas básicas, como la conjunción y la disyunción, a partir de ejemplos aplicados a situaciones cotidianas o a propiedades matemáticas ya conocidas, relacionadas con funciones y geometría.

Esta forma de trabajo buscó diagnosticar previamente el uso que los ingresantes asistentes al taller hacen de herramientas argumentativas básicas, así como fomentar el debate entre pares, incentivando la discusión de ideas y la construcción de razonamientos fundamentados.

Una vez completada la hoja de actividades previa a la charla (pre-charla), los grupos la entregaron y dio inicio la exposición por parte de la docente. Al finalizar, se distribuyó nuevamente a cada grupo la misma hoja vacía (post-charla), con el objetivo de que rehagan las actividades. De este modo, la comparación entre las hojas pre-charla y post-charla de cada grupo —identificado con su nombre— permitió valorar si, tras la introducción y explicación de los conceptos básicos sobre cómo argumentar, la cantidad de respuestas correctas había mejorado, evidenciando así el impacto positivo (o no) del taller en los estudiantes.

Cabe aclarar que el taller se realizó en dos horarios distintos del mismo día, a las 9 horas y a las 11 horas, debido a la cantidad de alumnos inscriptos. A continuación, presentaremos las cuatro actividades trabajadas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

durante el primer horario, seguidas del análisis correspondiente. Las actividades propuestas para los estudiantes que asistieron a las 11 horas fueron similares.

Actividad 1: Partiendo de la proposición verdadera

Si es un rectángulo, entonces es un paralelogramo,

indique si cada una de las siguientes afirmaciones son **verdaderas (V) o falsas (F):**

(a) Ser rectángulo es condición suficiente para ser paralelogramo.
(b) Ser rectángulo es condición necesaria para ser paralelogramo.
(c) Si es paralelogramo, entonces es rectángulo.
(d) Ser rectángulo y ser paralelogramo son condiciones equivalentes.
(e) Si algo no es un paralelogramo, entonces no es un rectángulo.
(f) Ser un paralelogramo es condición suficiente para ser rectángulo.
(g) Ser un paralelogramo es condición necesaria para ser rectángulo.
(h) Todo paralelogramo es rectángulo.
(i) Existen paralelogramos que son rectángulos.

Actividad 2: En relación al COVID-19, sabíamos que:

Si una persona tiene más de 60 años entonces es considerada de riesgo. (*)

¿Se puede deducir de esto alguna de las siguientes afirmaciones? Responda **Sí** o **No** en cada una:

(a) Si es persona de riesgo, entonces tiene más de 60 años.
(b) Si no tiene más de 60 años, entonces no es persona de riesgo.
(c) Si no es persona de riesgo, entonces no tiene más de 60 años.

Sobre los enunciados anteriores, indique cuál corresponde al recíproco, contrario y contrarrecíproco de (*):

Recíproco ☐ Contrario ☐ Contrarrecíproco ☐

Actividad 3: Para poder postular a un puesto de trabajo el único requisito es

Tener conocimientos de programación o de inglés.

Para cada uno de los casos siguientes, determine si puede ✔ o no puede ✘ postularse para el puesto:

(a) Ana: sabe programar, pero no sabe inglés.
(b) Juan: sabe programar y sabe inglés.
(c) María: no sabe programar y tampoco sabe inglés.
(d) José no sabe programar, pero sabe inglés.

Según el requisito para el puesto, ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas? Indicarlas con un tilde ✔

(i) Si una persona no está en condiciones de postularse para el trabajo, entonces no sabe inglés.
(ii) Si una persona no sabe inglés, entonces no está en condiciones de postularse para el trabajo.
(iii) Si una persona está en condiciones de postularse para el trabajo, entonces sabe inglés.
(iv) Si una persona sabe inglés, entonces está en condiciones de postularse para el trabajo.

Actividad 4: Considere $f(x) = 2x^3 - 3x^2 - 2x + 12$. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones sobre f son verdaderas?

(a) f es una función par porque $f(1) = f(-1) = 9$. ☐
(b) f es una función impar porque $f(2) = 12$ y $f(-2) = -12$. ☐
(c) f no es ni par ni impar. ☐

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Con respecto a lo anterior, ¿qué argumentos son correctos y cuáles no? Indique con ✔ o ✖, respectivamente:

(i) f no es par porque $f(x) \neq f(-x)$ para todo *x* real.
(ii) f no es par porque existe *x* que satisface $f(x) \neq f(-x)$. Por ejemplo, $x = 2$.
(iii) f no es impar porque $-f(x) \neq f(-x)$ para todo *x* real.
(iv) f no es impar porque existe *x* que satisface $-f(x) \neq f(-x)$. Por ejemplo, $x = 1$.
(v) f no es ni par ni impar porque existe al menos un valor de *x* para el cual $f(x)$ y $f(-x)$ no son valores ni iguales ni opuestos. Por ejemplo, para $x = 3$ se tiene $f(3) = 33$ y $f(-3) = -63$.

En la primera actividad nos centramos en analizar: la capacidad de inferir sobre la verdad o falsedad de nuevas afirmaciones a partir de una implicación inicial verdadera, referida a la relación entre dos cuadriláteros supuestamente conocidos por los estudiantes, e identificar condiciones necesarias y/o suficientes. Por otro lado, les presentamos nuevas implicaciones donde el antecedente y el consecuente de la implicación original fueron negados, y también incorporamos los cuantificadores universal y existencial en el contexto de propiedades geométricas.

En la segunda actividad también se indagaba si eran verdaderos o no otros condicionales a partir de un condicional dado, vinculado con una situación de la vida cotidiana. Su objetivo principal fue interpretar e identificar los conceptos de recíproco, contrario y contrarrecíproco en el contexto de esta actividad.

La Actividad 3 parte de un enunciado dado con un conectivo lógico, acerca del requerimiento para un puesto de trabajo. En los cuatro primeros ítems, las afirmaciones usan los conectivos de disyunción y conjunción para analizar qué personas pueden o no postularse y, en la segunda mitad, se pone en juego la veracidad de implicaciones relacionadas con el enunciado inicial.

Por último, el contexto elegido en la Actividad 4 fue un tema desarrollado en clases de Matemática Básica días previos al taller, en este caso sobre funciones. Su clasificación como par o impar nos resultó interesante de retomar, ya que contiene implícitamente un cuantificador universal en sus definiciones. Se apuntó entonces a analizar la verdad o falsedad de las afirmaciones, así como a las formas correctas e incorrectas de argumentar.

Resultados

Por razones de espacio presentamos los resultados referidos a los 106 estudiantes que asistieron al taller en el primero de los horarios establecidos y que fueron distribuidos en 22 grupos.

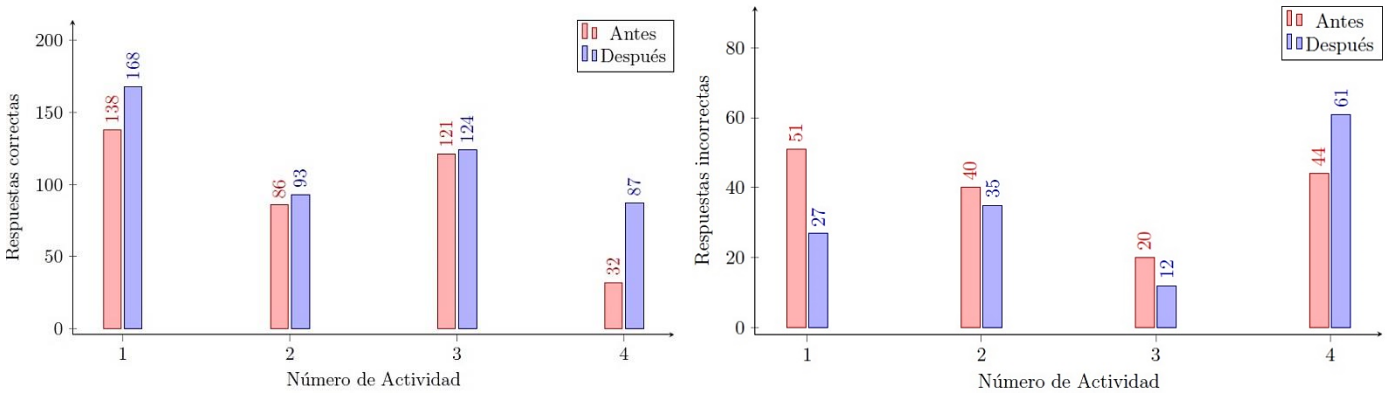
La Tabla 1 muestra la cantidad de ítems considerados en total por cada actividad que debieron ser respondidas para contabilizar, teniendo en cuenta la cantidad de grupos que se conformaron.

	Cantidad de ítems	Cantidad de respuestas por ítems en total
Actividad 1	9	198
Actividad 1	6	132
Actividad 1	8	176
Actividad 1	8	176

Tabla 1. Total de ítems contabilizados por actividad.

A su vez, dividimos las respuestas que dieron los grupos en tres categorías: correctas, incorrectas o sin responder, tomando como referente los totales por actividad de la Tabla 1. En los siguientes gráficos se visualiza la cantidad de ítems por actividad a los que se respondió correctamente (Figura 1a), incorrectamente (Figura 1b) o no se respondió (Figura 2), antes y después de la charla de la docente.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



(a) (b)

Figura 1. Respuestas correctas (a) y respuestas incorrectas (b) por actividad, pre y post charla.

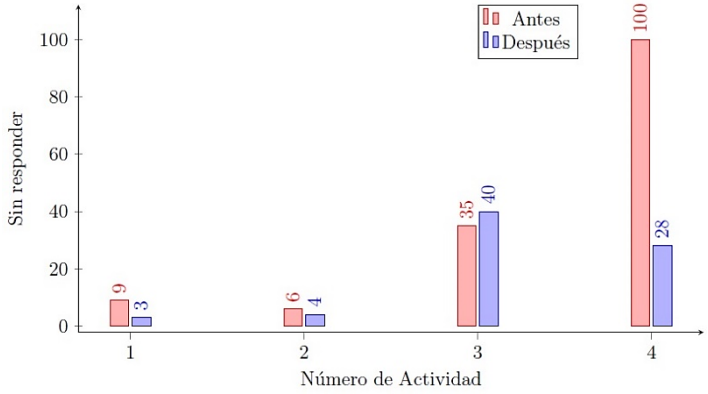


Figura 2. Número de ítems sin responder por actividad, pre y post charla.

La primera actividad presentó la particularidad de haber sido la que más completaron los estudiantes, tanto antes como después de la charla, dado que el número de ítems sin responder fue 9 y 3, respectivamente (Figura 2). La cantidad de ítems respondidos correctamente después de la charla subió un 15,15 %, y la cantidad de incorrectos bajó un 12,12 % sobre el total (Figura 1).

Se advierte, en la segunda actividad, que las variaciones entre los ítems respondidos incorrectamente antes y después de la charla (Figura 1b), así como aquellos que no fueron contestados (Figura 2), son las más reducidas en comparación con las demás actividades analizadas.

Se puede constatar que, en la tercera actividad, se produce la menor variación en la cantidad de ítems respondidos correctamente (Figura 1a), antes y después de la exposición de la docente.

Finalmente, en la cuarta actividad, se presentaron las mayores diferencias de porcentajes en dos de las tres categorías consideradas: las correctas (Figura 1a) y las sin responder (Figura 2).

Es llamativo, también, que la cantidad de respuestas incorrectas en la Actividad 4 después de la charla haya aumentado (Figura 1b), situación que sólo ocurrió en esta actividad. Sin embargo, esto no es así, ya que también aumentó la cantidad de respuestas (había 100 incisos sin responder antes de la charla, y solo 28 después de la misma). Así, el porcentaje de respuestas incorrectas en relación a las respondidas es de 58 % antes y 41 % después. De aquí que el gráfico de la Figura 1b, muestra la necesidad de ilustrar en porcentajes las respuestas correctas en relación a la cantidad de incisos respondidos.

Como se observa en la Figura 3, en todas las actividades, este valor aumentó luego de la charla.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

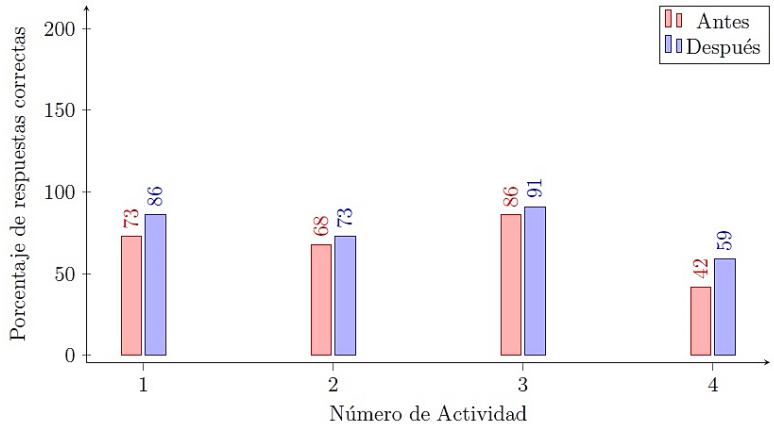


Figura 3. Porcentaje de respuestas correctas en relación a la cantidad de incisos respondidos.

Conclusiones

A partir de los resultados presentados en relación con la Actividad 3, se infiere que los estudiantes evidencian dificultades en la comprensión de una proposición matemática que contiene el conectivo “o”, dado que no se observó una variación significativa en la cantidad de ítems en las tres categorías analizadas antes y después de la actividad central.

Esperábamos mejores resultados en la Actividad 4, debido a que el contenido había sido objeto de aprendizaje en semanas previas a la charla. A modo de ejemplo, más de la mitad de los ítems no fueron contestados antes de la exposición. Los mayores errores se dieron en los primeros ítems de esta actividad, ya que con frecuencia los estudiantes suponen que una afirmación matemática verdadera puede argumentarse con solo presentar un ejemplo que cumpla la condición, cuestión que se revirtió después de la charla.

Se concluye entonces que, en todas las actividades, la cantidad de ítems correctos aumentó y la de incorrectos disminuyó. Asimismo, la cantidad de ítems no respondidos disminuyó en todas las actividades, salvo en la tercera. Sospechamos que la cantidad de ítems en cada actividad fue excesiva.

Gracias a esta estrategia, esperamos fortalecer el uso del lenguaje coloquial y matemático, potenciar su capacidad de razonamiento lógico y desarrollar una mayor conciencia sobre la importancia de justificar adecuadamente sus razonamientos matemáticos como futuros ingenieros en todas las asignaturas de matemática que conforman el plan de estudios de cada carrera.

Referencias

Carena, M. (2023). “Sobre justificaciones en matemática: cuantificadores, implicaciones y equivalencias”, *Revista de Educación Matemática*, 38 (2), 31-47.

CONFEDI (2014). *Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad FASTA. Disponible en <https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf>

Chevallard, Y; Bosch, M. y Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje.* Barcelona, España: ICE Horsori.

Sadovsky, P. (2005). *Enseñar matemática hoy. Miradas, sentidos y desafíos*. Buenos Aires, Argentina: Libros del Zorzal.

Salazar-Torres, J. P., Contreras-Santander, Y. L., y Jaimes-Mora, S. (2016). “Semiótica: Un recurso fundamental en los procesos de argumentación matemática escrita”, *Eco Matemático*, 7(1): 20–32.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Estrategias para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en matemática. La autoevaluación y el aprendizaje colaborativo.

Strategies to enhance mathematics teaching and learning processes: self-assessment and collaborative learning.

Gabriel Paisio
Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería, Argentina.
gpaisio@ing.unrc.edu.ar

Jorge Daghero
Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería, Argentina.
jdaghero@ing.unrc.edu.ar

Rodolfo Stoll
Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería, Argentina.
rstoll@ng.unrc.edu.ar

Jorge Morsetto
Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ingeniería, Argentina.
jmorsetto@ing.unrc.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una experiencia de innovación didáctica en la asignatura Cálculo I, dictada en el primer cuatrimestre de las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Frente a las dificultades evidenciadas por los estudiantes en los primeros tramos del cursado, se incorporaron instancias de autoevaluación continua y aprendizaje colaborativo con el propósito de fortalecer la comprensión de contenidos, fomentar la autonomía y favorecer el aprendizaje entre pares. Esta propuesta se enmarca en una política institucional de acompañamiento a los ingresantes impulsada desde la Secretaría Académica, y ha contribuido al desarrollo de acciones más sistemáticas de seguimiento, entre ellas la elaboración de un proyecto de acompañamiento a nivel facultad. Los resultados obtenidos —a partir de encuestas a estudiantes y valoraciones docentes— reflejan una recepción favorable y abren nuevas perspectivas para consolidar prácticas de enseñanza más integradoras desde el inicio del recorrido universitario.

Palabras clave: Autoevaluación, Aprendizaje Colaborativo, Acompañamiento Académico, Enseñanza de Matemática

Abstract

This paper presents a teaching innovation experience in the Calculus I course, taught during the first semester of engineering programs at the National University of Río Cuarto. In response to the learning challenges faced by students early in the term, continuous self-assessment activities and collaborative learning were implemented to strengthen content understanding, promote autonomy, and foster peer learning. The proposal was developed within a broader institutional framework promoted by the Academic Affairs Office to support first-year students and has contributed to the design of more systematic monitoring strategies, including the drafting of a faculty-wide support project. The results — based on student surveys and teacher feedback — show a positive reception and suggest new ways to strengthen inclusive and sustained teaching practices from the beginning of university studies.

Keywords: Self-assessment, Collaborative Learning, Academic Support, Mathematics Teaching

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En los últimos años, la educación secundaria en Argentina ha mostrado señales de alerta persistentes en relación con los niveles de aprendizaje alcanzados por los estudiantes al final de la escolaridad obligatoria. Según el informe de la prueba nacional Aprender de estudiantes del último año del nivel secundario, (Ministerio de Capital Humano, Secretaría de Educación, 2024) solo un 14,2% de los estudiantes evaluados logró desempeños satisfactorios, lo que marca un retroceso sostenido en los resultados esperados en la formación matemática.

Este escenario se vuelve aún más preocupante si se considera la brecha que existe entre el nivel secundario y los requerimientos de ingreso a los estudios universitarios. Las dificultades para abordar contenidos abstractos, resolver problemas complejos o argumentar con precisión en contextos matemáticos, son obstáculos frecuentes en los primeros años de la educación superior. Estas carencias inciden en el rendimiento académico y afectan la permanencia y la trayectoria de los estudiantes en el nivel universitario.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en lo que a matemática se refiere, en las actividades que conforman la integración a la vida universitaria, subyacen propósitos y metas que se han plasmado en proyectos de Ingreso a carreras de la facultad, en los últimos años. Se ha buscado abordar contenidos que forman parte del ciclo orientado en las escuelas secundarias, según lo establecido en los lineamientos curriculares de la provincia de Córdoba (ejemplo relevante para la región de mayor influencia en la población estudiantil). A su vez, el Ministerio de Educación de la provincia, brega para que los diseños y prácticas en las diferentes disciplinas contribuyan a la adquisición, desarrollo y fortalecimiento de capacidades fundamentales, tales como: oralidad, lectura y escritura; abordaje y resolución de situaciones problemáticas; pensamiento crítico y creativo; trabajo en colaboración; entre otras. La revisión y profundización en estos contenidos facilitaría la transición hacia los contenidos de las primeras asignaturas del área de matemática en las carreras, y además generaría transversalmente un espacio para que los estudiantes fortalezcan las competencias necesarias para aplicar estos conceptos en contextos más complejos, como la resolución de problemas y la modelización matemática, necesarias para un buen trayecto en las carreras de ingeniería y en un todo de acuerdo con las capacidades enumeradas anteriormente.

Estos objetivos de transición no se alcanzan en una medida satisfactoria. Las dificultades de los estudiantes en el transitar de su primer cuatrimestre de carrera, son notorios. Esto tomando como indicadores a las calificaciones alcanzadas en las instancias evaluativas que se presentan durante el cursado, como lo son los exámenes parciales. La asignatura Cálculo I, dictada en el primer cuatrimestre de primer año para las carreras de la facultad (Ingeniería Química, Mecánica, en Energía Eléctrica, en Energías Renovables y en Telecomunicaciones), constituye una de las primeras materias troncales del recorrido formativo. Como puede observarse en la Figura 1, los resultados de los últimos años muestran un bajo rendimiento generalizado, con un pico de desaprobación en 2022 (más del 50% de estudiantes en condición de libre), tal vez vinculado al impacto residual de la pandemia. En los años siguientes se observa una leve mejora. En 2024 el porcentaje de estudiantes promocionados fue del 26,4% y el de libres se redujo al 40,6%. Este repunte, aunque modesto, coincide con la implementación de estrategias pedagógicas destinadas a acompañar a los estudiantes en su aprendizaje, como incorporar instancias de recuperación integradora al final del cuatrimestre e incentivar el trabajo colaborativo en clase.

En este contexto, se considera que la autoevaluación continua y el trabajo entre pares pueden mejorar los resultados académicos y favorecer a la autonomía, la reflexión y el compromiso de los estudiantes con su propio proceso formativo. El presente trabajo expone una experiencia concreta desarrollada en el marco de la asignatura Cálculo I, con el objetivo de explorar el impacto de estas estrategias en el rendimiento y la participación estudiantil.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 1. Condiciones finales de cursado de la asignatura Cálculo I

Cabe destacar que paralelamente al desarrollo de nuevas estrategias en Cálculo I, en la totalidad de las asignaturas del primer cuatrimestre del primer año se han implementado cambios tendientes a acompañar a los estudiantes en su trayecto. A partir de esto, la Facultad de Ingeniería de la UNRC ha elaborado el proyecto "Acompañamiento a las Trayectorias de Ingresantes de Ingeniería (ATIIng)", que busca sistematizar y fortalecer las acciones de acompañamiento a los estudiantes que inician las carreras de ingeniería, con foco en la *detección temprana de situaciones de vulnerabilidad académica.* El diseño del proyecto se basa en los aprendizajes obtenidos durante un proceso piloto de seguimiento implementado en los primeros meses del presente año.

Desarrollo

Tal lo expuesto hasta aquí, desde la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, se instó a que los equipos docentes de primer año fortalecieran el seguimiento de las trayectorias educativas para acompañar a los estudiantes en su ingreso a las carreras. En esta línea, desde la cátedra se adhiere a la idea que propone Ducoing (2011) que revisa la práctica docente contraponiendo, en algunas circunstancias, su rol de acompañante con su rol de tutor. Esta primera postura propone transitar junto al estudiante (el acompañado) los caminos que se vayan construyendo en su aprendizaje, quitarle exclusividad al rol de tutor, que en todo caso forzaría a seguir la dirección preestablecida por la propia experiencia exitosa de aprendizaje del docente. Con el acompañamiento se busca la promoción de espacios de enseñanza y aprendizaje como lugares de cambios, no predecibles, no anticipables. Espacios de construcción de autonomía a través del reconocimiento al derecho, a la acción y a la palabra del otro, a nuevos caminos de búsqueda de saberes centrados en potenciar las capacidades individuales de cada estudiante y en orientar para que se descubran nuevas. Chiecher, Moreno y Paoloni (2018), habiendo analizado trayectorias estudiantiles en carreras de ingeniería, refieren a la importancia de desarrollar esfuerzos activos para ayudar a los estudiantes, apoyarlos y acompañarlos en la transición hacia el trayecto universitario. El éxito de los estudiantes en la universidad estaría en buena medida determinado por las experiencias del primer año.

Hasta esta iniciativa, en ciclos lectivos anteriores, la propuesta de la asignatura Cálculo I, en cuanto a instancias de evaluación, era la que se muestra en la Tabla 1, resaltada en color naranja. Además de los dos *parciales* y sus correspondientes instancias de recuperación, se proponía como actividad evaluativa obligatoria, un *trabajo práctico*. En este trabajo grupal se solicitaba informar sobre un análisis completo de una función asignada a cada equipo. Existía, además, una última instancia de *recuperación integradora* de los exámenes parciales. Sumado a esto y solo para estudiantes que fueran cumpliendo requisitos para promocionar la asignatura, se proponía un *coloquio* oral integrador.

Tal como se evidencia en este cronograma, la primera interacción con propósito de evaluación se daba recién en la *séptima semana del cursado*, casi a la mitad del cuatrimestre. Este era el primer contacto entre el docente y las producciones de los estudiantes. Para muchos fines, esto puede ser muy tardío.

Así, se decidió modificar la propuesta con el afán de:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- Conocer el grado de asistencia y *participación activa* de los estudiantes en las clases.
- Tener disponibilidad de información sobre el *rendimiento de los estudiantes*, previo a los parciales.
- Contribuir a la generación de indicadores para la *alerta temprana* por riesgos de abandono.
- Anticipar en el año la propuesta de instancias para el *trabajo colaborativo* entre estudiantes.
- Generar instrumentos para facilitar la *autoevaluación continua*.
- Sostener y potenciar instancias de *comunicación de producciones* tanto oral como escrita.

Las instancias que aparecen como nuevas o modificadas desde este 2025, son las resaltadas en verde en la misma Tabla 1. En ella se puede notar que la actividad *Trabajo práctico* ahora aparece ya en la segunda semana del cursado, extendiéndose en dos etapas hasta la semana trece. Además se implementaron desde la primera semana y durante todo el dictado, actividades de *Autoevaluación*.

	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ejes temáticos	Funciones				Límite		Derivadas					Integrales			Series	
Primer parcial																
Segundo parcial																
Trabajo práctico																
Recup.integrador																
Coloquio																
Autoevaluación																

Tabla 1. Cronograma actual de instancias de evaluación para el cursado de Cálculo I.

Actividades de autoevaluación:

Cada una de estas actividades consistió en responder, al inicio de cada clase, un cuestionario breve con preguntas de opción múltiple sobre los contenidos trabajados en la clase anterior. Esta propuesta buscó fomentar el repaso constante, reforzar el vínculo entre clases sucesivas y, por sobre todo, ofrecer a los estudiantes una instancia de autoevaluación formativa. No hacen aporte a la calificación del estudiante en la asignatura. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de una actividad típica, en este caso relacionada con el concepto de límite de una función.

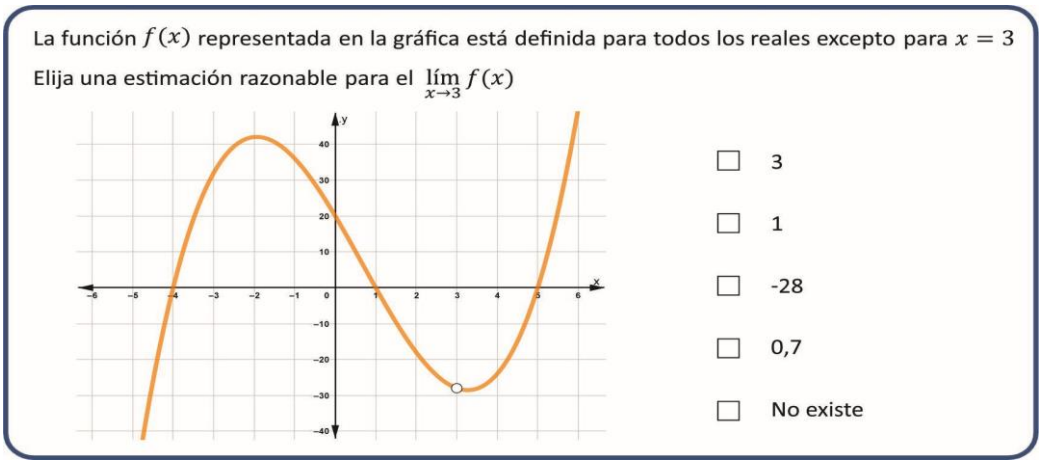


Figura 2. Ejemplo de actividad de autoevaluación

Esta incursión en la forma de evaluar ha permitido redireccionar las actividades, desde la sola presencia de exámenes de conocimientos adquiridos, hacia la evaluación de aprendizajes que se van construyendo. Desde la cátedra se busca un acercamiento a la evaluación formativa o de procesos, entendiendo que el enfoque de evaluación formativa presenta una alta potencialidad para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, centrándose en esto. Álvarez Méndez (2014) valora como altamente positivo el hecho de hacer coincidir las ocurrencias de la evaluación y del aprendizaje en el diseño didáctico. Esta simultaneidad genera en el evaluado no solo un cuestionamiento en el que él tenga que mostrar sus saberes, sino una oportunidad para producir, crear, discriminar, imaginar, analizar, dudar, contrastar, equivocarse y rectificar,

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

elaborar respuestas, formular preguntas, dudar, pedir ayuda, buscar en fuentes, en definitiva, **evaluarse**. Así el estudiante acciona explícitamente sobre su modo de aprender, lo interpela, lo hace consciente, lo retroalimenta y optimiza para su provecho.

Trabajo práctico:

Esta actividad, fundamentada y descrita por Méndez, Morsetto, Paisio, Romero y Ziletti (2024), viene desarrollándose desde varios años a esta parte y tiene en su aprobación uno de los requisitos para lograr la regularidad en la asignatura. En este año encuentra una versión que intenta hacer un aporte significativo a los propósitos de la modificación del cronograma de actividades evaluativas de la asignatura. Se espera con el trabajo que cada estudiante pueda: *analizar una función real de variable real, para determinar sus características, comparándolas con su gráfica obtenida previamente, aplicando conocimientos del cálculo diferencial, desempeñándose en equipos de trabajo de manera efectiva, comunicando claramente los resultados obtenidos y los procedimientos utilizados*. En este último resultado de aprendizaje subyace, además de lo estrictamente disciplinar, la comunicación y el aprendizaje colaborativo en equipos como condiciones fundamentales para el logro de lo esperado.

Considerada como una de las competencias genéricas, dentro de las sociales, políticas y actitudinales, la comunicación es crucial en el desarrollo profesional de los ingenieros. En tal sentido se define que una de las competencias que deben desarrollar los estudiantes durante su formación es **comunicarse con efectividad**. Esto refiere en parte a conseguir la *capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio* (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, 2014). Una oportunidad para trabajar esta capacidad son las actividades que demanda la escritura de un texto académico. Tal es el caso de este trabajo práctico en el que se solicita la entrega de un informe donde se muestre el detalle del análisis realizado para una función particular, a través del uso del cálculo diferencial. Este texto que los estudiantes presentan, debe dar cuenta del conocimiento logrado por los autores (los estudiantes) en forma adecuada. Es deseable que la estructura elegida para el informe facilite su lectura, por esto mismo es valorado el uso preciso del lenguaje de la matemática (coloquial, simbólico y gráfico). El otro aspecto importante del Trabajo Práctico Análisis de función es que solicita un trabajo generado grupalmente. Atendiendo a promover en los estudiantes el aprendizaje colaborativo y además al desarrollo de otra competencia identificada como importante para los ingenieros: **desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo**. Esta mediación pedagógica propuesta tiene incidencia en el informe final, que será único para el grupo y deberá representar consensuadamente el modo de comunicar el estudio hecho sobre la función.

En acuerdo con lo expresado por Méndez et al. (2024), al fundamentar la importancia de revisar las propuestas docentes para la enseñanza, se concibe al rediseño de actividades cognitivas como una nueva oportunidad para una planificación estratégica de las prácticas de enseñanza. Una instancia para la creación de verdaderos escenarios de aprendizaje, de espacios y tiempos para que los estudiantes se vinculen de diversas formas con los conocimientos y desarrollen capacidades fundamentales. Esta concepción encastra con la finalidad de hacer emerger contenidos específicos disciplinares del programa de la asignatura Cálculo I, y aprovechar así su potencialidad de hacer más protagonista al estudiante de su propio aprender, con la programación de actividades que brinden o construyan un contexto poderoso para el aprendizaje. Entendiendo que las condiciones en las que se vinculan los estudiantes con el objeto de conocimiento pueden favorecer el proceso de aprendizaje o bien limitarlo, se buscó en sus diseños, dotar a las tareas propuestas con aspectos que influyan positivamente, como lo propone Chiecher (2017).

De acuerdo al nuevo enfoque de las actividades propuestas durante el cursado, se ubica a la evaluación como una herramienta de retroalimentación, de rediseño, de acompañamiento en el proceso, de fuente de información sobre el mismo para orientar nuestra práctica educativa (Grau, Álvarez y Tortosa, 2011).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Resultados

Con el propósito de conocer la **valoración de las Actividades de autoevaluación** implementadas, se diseñó una encuesta dirigida a los *estudiantes de Cálculo I*. La encuesta, que se llevó adelante antes de finalizar el cuatrimestre, solicitaba caracterizar a las actividades en cuanto a: su claridad; su utilidad como herramienta de repaso; su posible impacto en los aprendizajes. También se incluyeron preguntas abiertas para conocer aspectos valorados, posibles mejoras y sugerencias para futuras actividades.

Los resultados muestran una valoración positiva de la propuesta. La mayoría de los estudiantes manifestó comprender claramente el propósito de los cuestionarios y reconoció su aporte para repasar conceptos importantes. Asimismo, destacaron que las preguntas eran claras y que la actividad contribuyó a su aprendizaje. La mayoría expresó también agrado por este tipo de actividades alternativas. Un aspecto a señalar es que muchos estudiantes indicaron no haberse preparado previamente para responder los cuestionarios, lo que pone de relieve una oportunidad para seguir promoviendo hábitos de estudio entre clases. Entre los comentarios abiertos, predominan las opiniones favorables, destacando que la actividad les ayudó a mantenerse al día con la materia. Como sugerencia recurrente, algunos estudiantes propusieron tener la posibilidad de trabajar con los errores cometidos en cada cuestionario, lo que permitiría una retroalimentación más personalizada.

Además de recabar la opinión de los estudiantes, se consultó a los *docentes de la asignatura* con el fin de conocer la valoración de la implementación de las actividades. En general, las respuestas recogidas reflejan una evaluación positiva de la propuesta y reconocen su utilidad como recurso pedagógico. Los docentes señalaron que los cuestionarios de autoevaluación permiten estimar, de manera preliminar, el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes, ya que las respuestas reflejan tanto lo trabajado en clase como —en menor medida— el tiempo de estudio individual que los estudiantes dedican a la asignatura, especialmente en períodos cercanos a los exámenes parciales. También destacaron que la actividad resulta provechosa como instancia de repaso al inicio de la clase, antes de introducir nuevos contenidos. Asimismo, se valoró que los cuestionarios colaboran en el registro indirecto de la asistencia y en la detección temprana de posibles dificultades en el seguimiento de los temas. Como sugerencia, se propuso que esta actividad tenga algún tipo de incidencia en la calificación final, con el fin de fortalecer el compromiso de los estudiantes y dar mayor continuidad a su implementación.

En lo que respecta a la **valoración del Trabajo práctico Análisis de función,** los estudiantes, consultados sobre sus percepciones, en una muy marcada mayoría valoran positivamente: lo transparente de los objetivos de la actividad; la utilidad de la misma que les ha permitido mejorar su capacidad de análisis de funciones de variable real; lo facilitador que resultó el trabajar en equipo para aprender, aunque teniendo que sortear dificultades. También destacan que lo más desafiante ha sido la redacción clara y precisa del informe del análisis realizado. Se extrae de respuestas abiertas que la actividad es valorada por su diseño y efectividad para el aprendizaje de conceptos. Las mejoras que sugieren se centran en la necesidad de: recibir mayor apoyo didáctico y tutorial; conectar los ejercicios con aplicaciones de ingeniería; conocer más herramientas para la autoevaluación y para gestionar eficazmente la dinámica del trabajo grupal.

Los docentes han distinguido en la actual versión de este trabajo, algunos de los aspectos que caracterizan a una propuesta de aprendizaje centrado en el estudiante. Puntos claves, como: metodologías activas; modelos donde el profesor abandona la centralidad para colocar al estudiante en ese lugar; promoción de aprendizaje autorregulado y la importancia de conocer las particularidades de cada estudiante, son advertidos como movilizadores en la elección de las estrategias para la enseñanza de los contenidos disciplinares abordados por el trabajo práctico.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

Las acciones puestas en marcha por la cátedra se alinearon con la propuesta de la Secretaría Académica, que articuló el trabajo de diversas áreas de la Facultad. Se activó así una política institucional de acompañamiento continuo, informada por datos concretos, que se orienta a mejorar la permanencia, el rendimiento académico y la inclusión en las trayectorias de los futuros ingenieros.

En cuanto a las acciones específicas llevadas adelante en la asignatura, los datos extraídos de las valoraciones de las actividades descritas, respaldan la necesidad de dar continuidad y seguir trabajando en estas estrategias como valiosas herramientas para el acompañamiento del aprendizaje en el primer año de formación de los estudiantes de ingeniería. En particular, las voces de estudiantes, por un lado, dan cuenta del potencial de las propuestas para: ayudarlos a aprender con otros; fomentar la autonomía al promover hábitos de estudio entre clases; mantenerse al día con la materia. Y, por otro lado, expresan dimensiones que deben seguir siendo revisadas desde la propuesta de enseñanza: retomar los errores de las respuestas para devoluciones más personalizadas, y orientar en la gestión de las dificultades que se generan a partir del trabajo en grupo. En definitiva, las valoraciones avalan la continuidad de estas acciones, con permanente monitoreo y retroalimentación orientados a mejoras continuas.

En lo referente al impacto de las acciones sobre los procesos evaluativos, el nuevo enfoque dado a la evaluación mejora el actual rol calificador de los exámenes, ha introducido a la evaluación en el proceso de aprendizaje, no como un fin sino como un medio para el mismo.

La continuidad de estas acciones en prospectiva, muestran posibles líneas de trabajo que complementen lo presentado en esta publicación. Estas líneas intentarán lograr:

- la identificación de otros indicadores que permitan evaluar impactos de los cambios implementados;
- el acompañamiento a los estudiantes en el uso de estrategias para su autoevaluación y el trabajo grupal.

Referencias

Álvarez Méndez, J. M. (2014). *Evaluar para conocer, examinar para excluir*. Madrid, España: Ed. Morata.

Chiecher, A. (2017, mayo-agosto). Metas motivacionales y contextos de aprendizaje. Un estudio con ingresantes en ingeniería. *Revista Innovación Educativa*, 17(74), 61-80.

Chiecher, A., Moreno, J., y Paoloni, P. (2018). Trayectorias estudiantiles en Ingeniería: Factores asociados con el logro y el retraso en la cursada. En M. Panaia (Coord.), *Profesión e innovación en un contexto flexible* (pp. 49-80). Buenos Aires, Argentina: Miño y Dávila editores.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2014). *Competencias en ingeniería*. Mar del Plata, Argentina: Universidad FASTA Ed.

Ducoing, P. (2011). ¿Tutoría y/o acompañamiento en educación? En P. Ducoing (Coord.), *Tutoría y mediación I* (pp. 57-80). Ciudad de México, México: Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Grau, S., Álvarez, J., y Tortosa, M. (2011). Una estrategia innovadora en la docencia universitaria: La evaluación formativa. En R. Roig Vila y C. Laneve (Eds.), *La práctica educativa en la sociedad de la información. Innovación a través de la investigación* (pp. 175-185). Alcoy, España: Editorial Marfil.

Méndez, A., Morsetto, J., Paisio, G., Romero, F., y Ziletti, M. (2024). Escribimos matemática mientras evaluamos lo aprendido. En M. Alcoba y R. Amieva (Comps.), *Materiales para la enseñanza de la lectura y la escritura en disciplinas científico-tecnológicas: Experiencias de ingenieros docentes* (pp. 23-44). Río Cuarto, Argentina: UniRío Editora.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Ministerio de Capital Humano, Secretaría de Educación. (2024). *Aprender 2024. Informe de resultados 2024. Educación Secundaria*. Recuperado de

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aprender_2024_secundaria.pdf

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El problema de la deserción en Álgebra Lineal: desde el análisis cuantitativo al abordaje pedagógico.

The Problem of Student Dropout in Linear Algebra: from Quantitative Analysis to Pedagogical Intervention.

Cristina Elizabeth Basualdo Soria
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Argentina.
cbasualdosoria@gmail.com

María José Benac
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Argentina.
mjbenac@gmail.com

Loren Cordero Tamer Villalba
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
lctv810@gmail.com

Valeria Magdalena Pacheco
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
valeriapacheco047@gmail.com

Resumen

El presente trabajo analiza la deserción estudiantil en la asignatura de Álgebra Lineal en la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) en las carreras de ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT). A partir de un proyecto de investigación que se inició en 2024, tras introducir modificaciones metodológicas, se compararon los resultados de cursado de 2023 y 2024. Aunque hubo una mejora en los índices de regularidad, la tasa de abandono sigue siendo preocupante. El análisis se centra en dos tipos de abandono y examina el desempeño de los estudiantes en la evaluación de diagnóstico. Los resultados indican un bajo compromiso inicial y dificultades significativas en conocimientos previos en el grupo de desertores, lo que subraya la necesidad de intervenciones pedagógicas tempranas y focalizadas.

Palabras clave: Álgebra Lineal, abandono, evaluación de diagnóstico, intervenciones pedagógicas.

Abstract

This paper analyzes student attrition in Linear Algebra course for Engineering programs at the Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) within the Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT). Based on a research project initiated in 2024, methodological changes were implemented and the results from the 2023 and 2024 cohorts were compared. Although there was an improvement in course completion rates, the dropout rate remains concerning. The analysis focuses on two types of dropouts and examines performance on a diagnostic test. The findings indicate low initial engagement and significant gaps in prior knowledge in the dropout group, emphasizing the need for early and targeted pedagogical interventions.

Keywords: Linear Algebra, Student attrition, diagnostic test, pedagogical intervention.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La deserción estudiantil constituye una problemática persistente a lo largo del tiempo y ha sido objeto de análisis por parte de numerosos docentes e investigadores. En este sentido, Hugo Roger Paz (Paz, 2022), de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, desarrolló un estudio enfocado en el abandono en las carreras de Ingeniería Civil, publicando resultados significativos relacionados con los estudiantes de primer año. Este y otros trabajos han contribuido a la comprensión del fenómeno de la deserción en la educación superior.

En los últimos años la principal preocupación de los docentes de la cátedra Álgebra Lineal ha sido el bajo índice de estudiantes de ingeniería que regularizan la asignatura. Tal es así que, en el año 2023, consideraron necesario hacer un análisis profundo de las causas que originan esta situación. De este modo se identificó, a partir del estudio de los resultados de la cursada de los últimos 5 años, que no sólo era alarmante el bajo índice de regulares sino también el alto porcentaje que abandonan el cursado.

Con el foco puesto en el abandono de los estudiantes, en el año 2024 surgió un proyecto de investigación cuyo objetivo general es *proponer estrategias para disminuir la deserción en estudiantes de la asignatura Álgebra Lineal a partir del análisis de las posibles causas*. A partir de su implementación, se han elaborado diferentes documentos para analizar cualitativamente la situación académica en relación con la asignatura mencionada. Es así como Basualdo Soria et al. (2024) elaboró y presentó el trabajo titulado *"El problema de la deserción en la asignatura Álgebra Lineal: Un análisis cuantitativo desde el año 2019 al 2023"*. A partir de los resultados obtenidos, se introdujeron modificaciones en el dictado de la asignatura durante el año 2024, tomando como base algunas hipótesis sobre los factores que podrían incidir en la deserción. El impacto de tales modificaciones fue estudiado y forma parte del trabajo de Basualdo Soria et al. (en prensa). Si bien este último estudio permitió concluir que las modificaciones implementadas tuvieron un impacto positivo en los resultados de la cursada durante 2024, en comparación a 2023, sigue siendo evidente la problemática de los estudiantes que desertan.

Por ello, el presente trabajo tiene como propósito hacer un análisis más profundo y centrado en los estudiantes que abandonan el cursado, tanto Recursantes (estudiantes que cursó más de una vez) como No recursantes (que cursa por primera vez), para tener un acercamiento a las posibles causas del abandono y realizar una propuesta que permita mejorar esta situación.

Desarrollo

Álgebra Lineal es una asignatura que forma parte del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT), situándose en el segundo módulo y siendo correlativa de Álgebra y Geometría Analítica y de Análisis Matemático I (en algunas ingenierías). Integra un bloque junto a Análisis Matemático II, Química y Física II, lo que implica una gran carga horaria de cursado para los estudiantes, además de ser uno de los cuatrimestres con mayor cantidad de recursantes.

Durante el año 2024, se implementaron ciertas modificaciones en el dictado de la asignatura respecto de 2023: se incorporó una evaluación de diagnóstico, se eligió potenciar el uso de software Octave mediante prácticos grupales a partir de problemas de aplicación contextualizados y se modificó el instrumento de evaluación enfocándose en la parte práctica e incluyendo un problema de aplicación.

De este modo, entendiendo el proceso de aprendizaje como un desafío complejo y continuo, durante el año 2024 se optó por considerar el desempeño completo en todas las instancias de evaluación durante el dictado de la asignatura, las cuales se consignan a continuación:

- **Evaluación de diagnóstico:** tiene como objetivo identificar si los conocimientos previos necesarios para abordar los contenidos de la asignatura han sido incorporados, pero su aprobación no es un requisito para obtener la regularidad. Su calificación es cualitativa y mediante una rúbrica.
- **1ra Instancia de Evaluación:** Primer parcial con su recuperatorio, en la cual se evalúan las tres primeras unidades del programa. Se aprueban con 60 puntos en una escala de 0 a 100.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- **2da Instancia de Evaluación:** Segundo parcial con su recuperatorio, que abarca las tres unidades restantes. Se aprueban con 60 puntos en una escala de 0 a 100.
- **Recuperatorio especial:** pueden acceder al mismo aquellos alumnos que desaprobaron solamente una de las dos instancias evaluativas anteriores con una nota mayor o igual a 40 puntos, y se evalúan los contenidos correspondientes a la instancia desaprobada.

Como se mencionó previamente, los resultados obtenidos durante 2024, luego de introducir las modificaciones en la metodología de enseñanza y evaluación, fueron positivos. Esto se puede evidenciar en la **Figura 1**, que muestra los resultados finales de cursada de los años 2023 y 2024. Para su correcta interpretación se debe tener en cuenta que se considera **Regular** a aquellos estudiantes que regularizaron la asignatura, **Desertor** a los estudiantes que abandonaron el cursado e **Insuficiente** a aquellos que, si bien no desertaron, no lograron cumplir con los requisitos mínimos para alcanzar la regularidad.

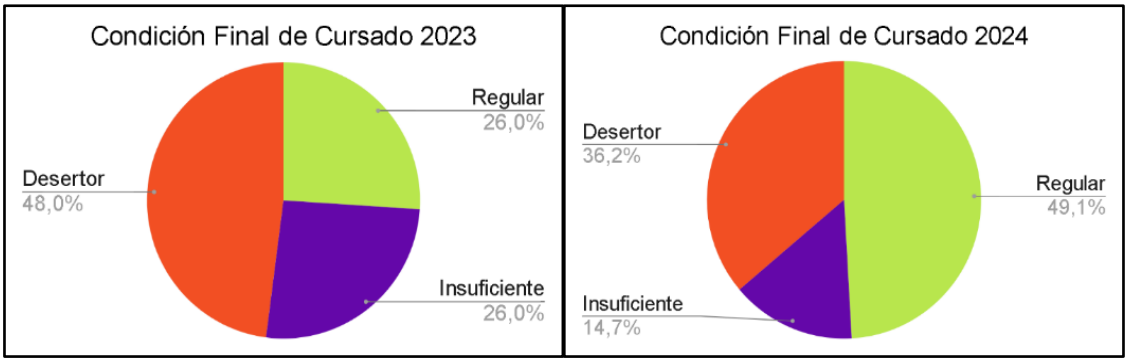


Figura 1. Condición final de cursado de Álgebra Lineal en 2023 y 2024

Como se observa en la figura anterior, los resultados han mejorado de un año a otro. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que no logran regularizar la materia sigue siendo preocupante, superando el 50%. Dentro de este grupo, es especialmente importante el número de estudiantes que abandonan el cursado a pesar de tener la posibilidad de regularizar.

Nos centraremos en analizar el grupo de estudiantes desertores (distinguiendo No recursantes de Recursantes) para intentar establecer patrones, identificar las posibles causas de este abandono y proponer estrategias que ayuden a mitigar esta problemática. Para ello, es fundamental aclarar que, en este trabajo, consideraremos la deserción bajo dos tipos de abandono por parte de los estudiantes:

- **Abandono 1:** estudiante que se inscribe en la asignatura, pero no asiste a la 1ra instancia de evaluación, quedando sin posibilidad de regularizar la asignatura.
- **Abandono 2:** estudiante que se inscribe en la asignatura, registra actividad, pero, teniendo posibilidad de alcanzar la regularidad en alguna instancia evaluativa, no continua con el cursado.

Resultados

En base a las planillas elaboradas por el equipo cátedra de la asignatura, surgen los siguientes datos respecto de los resultados de cursado del año 2024, distinguiendo además las cantidades de cada tipo de abandono (**Tabla 1**).

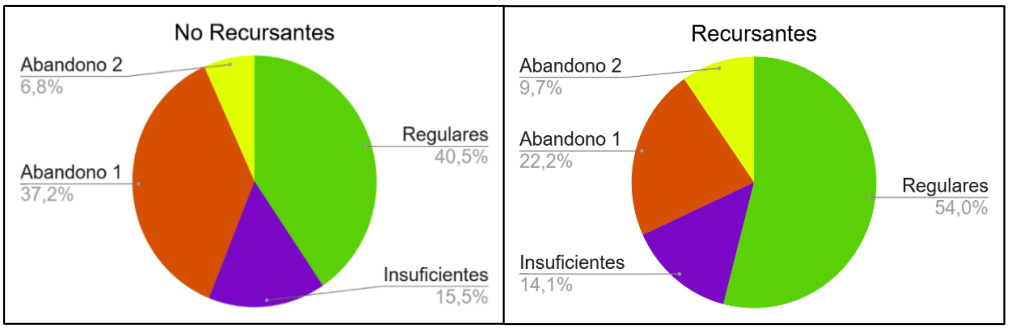
	Regulares	Insuficientes	Abandono 1	Abandono 2	TOTALES 2024
No recursantes	60	23	55	10	**148**
Recursantes	134	35	55	24	**248**
TOTALES	**194**	**58**	**110**	**34**	**396**

Tabla 1. Condición final de cursado de Álgebra Lineal en 2024

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Para visualizar mejor esta información, se muestra el siguiente gráfico referido a la **Tabla 1**, diferenciando No recursantes de Recursantes (**Figura 2**).

Figura 2. Condición final de cursado de Álgebra Lineal en 2024 (No recursantes – Recursantes) en porcentaje.



Del análisis de la **Figura 2** se puede observar lo siguiente: el mayor porcentaje de estudiantes que regularizan es del grupo de Recursantes, los porcentajes de insuficientes son similares en ambos grupos y el porcentaje de abandono es mayor en No recursantes, acrecentándose esta diferencia en el Abandono 1.

Como se mencionó previamente, nuestro principal interés radica en los estudiantes que abandonan la asignatura. Si bien las causas de la deserción son diversas, se plantea la hipótesis de que los resultados de la evaluación de diagnóstico podrían dar información sobre algunas de estas posibles causas. En consecuencia, se ha realizado un análisis específico del desempeño de este grupo de estudiantes en la evaluación de diagnóstico.

En la **Tabla 2** se muestran las cantidades de estudiantes de cada categoría (No recursantes – Recursantes) que realizaron la Evaluación de Diagnóstico, distinguiendo los tipos de abandono.

Evaluación de Diagnóstico	Abandono 1		Abandono 2	
	Sí realiza	No realiza	Sí realiza	No realiza
No recursantes	37	18	9	1
Recursantes	28	27	18	6
TOTALES	**65**	**45**	**27**	**7**

Tabla 2. Cantidad de estudiantes que realizan la evaluación de diagnóstico según tipo de abandono.

A partir de estos resultados, se observa que el 41% del total de los estudiantes que tienen un abandono temprano (Abandono 1) no realizaron la evaluación de diagnóstico. Esto podría indicar que una parte importante los estudiantes ya tienen una falta de compromiso inicial o una decisión de no continuar con la materia incluso antes de la evaluación de diagnóstico. Respecto de los estudiantes que tienen un abandono tardío (Abandono 2), la mayoría realiza la evaluación de diagnóstico (aproximadamente el 80% del total de los estudiantes de esta categoría). Este resultado podría indicar que las causas del abandono en este grupo están más relacionadas con dificultades que surgen a lo largo del cursado, a pesar de un compromiso inicial. Esta situación, distinguiendo No recursantes de Recursantes, puede visualizarse en la **Figura 3.**

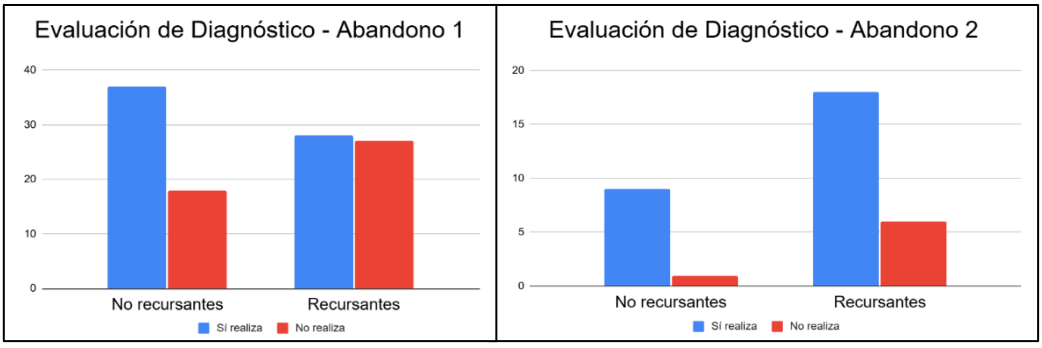


Figura 3. Cantidad de estudiantes que realizan la evaluación de diagnóstico según tipo de abandono.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Respecto del Abandono 1 se puede observar que hay un número importante de estudiantes No recursantes que realizan la evaluación de diagnóstico. Sin embargo, en los Recursantes la distribución entre los que realizan o no esta evaluación es más equilibrada. En cuanto al Abandono 2, tanto No recursantes como Recursantes tuvieron una participación importante en la realización de la Evaluación de Diagnóstico.

Debido a que el mayor porcentaje de abandono ocurre en la primera parte, se analizarán los resultados de las evaluaciones de diagnóstico para la categoría Abandono 1. A continuación, se describe en qué consistieron las actividades de la evaluación de diagnóstico y el criterio de evaluación (mediante rúbrica) en la **Tabla 3**.

- Actividad 1: De múltiples opciones referidas a definición de función, inyectividad y/o sobreyectividad.
- Actividad 2: Determinación de raíces y factorización de polinomios.
- Actividad 3: Producto interior y norma de un vector o paralelismo u ortogonalidad de vectores (según el tema).
- Actividad 4: Definición o tipos de ecuaciones de recta en $\mathbb{R}^3$ y de plano (según el tema).
- Actividad 5: Situación problemática sobre área o perímetro de un triángulo rectángulo (según el tema).

	No resuelve (N/R)	**Insuficiente(I)**	**Suficiente (S)**	**Excelente (E)**
Act 1.	No resuelve.	El alumno no reconoce la definición de función, inyectividad o de sobreyectividad.	El alumno reconoce la definición de función, inyectividad o de sobreyectividad.	
Act. 2	No resuelve.	- No justifica su elección. - No utiliza correctamente el concepto de raíz de un polinomio. - Obtiene erróneamente las raíces usando algún método o procedimiento y no factoriza.	- Utiliza el concepto de raíz de un polinomio (reemplaza en el polinomio los valores de las posibles raíces) pero presenta algún error de cálculo. - Obtiene erróneamente las raíces usando algún método o procedimiento y escribe correctamente el polinomio factorizado. - Obtiene correctamente las raíces usando algún método o procedimiento, pero no escribe correctamente el polinomio factorizado.	- Utiliza correctamente el concepto de raíz de un polinomio (reemplaza en el polinomio los valores de las posibles raíces). - Obtiene correctamente las raíces usando algún método o procedimiento y escribe correctamente el polinomio factorizado.
Act. 3	No resuelve.	- No sabe el concepto de vectores paralelos. - No sabe el concepto de vectores ortogonales. No sabe el concepto de producto escalar ni de norma de un vector.	- Sabe el concepto de vectores paralelos y obtiene erróneamente el valor del parámetro pedido. - Sabe el concepto de vectores ortogonales y obtiene erróneamente el valor del parámetro pedido. - Sabe el concepto de producto escalar y norma de un vector, pero no realiza los cálculos correctamente. - Sabe el concepto de producto escalar o de norma de un vector (no ambos) pero realiza o no los cálculos correctamente.	- Sabe el concepto de vectores paralelos y obtiene correctamente el valor del parámetro pedido. - Sabe el concepto de vectores ortogonales y obtiene correctamente el valor del parámetro pedido. Sabe el concepto de producto escalar y norma de un vector y realiza los cálculos correctamente.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

	No resuelve (N/R)	Insuficiente(I)	Suficiente (S)	Excelente (E)
Act. 4	No resuelve.	- Identifica menos de 3 ecuaciones de recta y de plano. - No aplica correctamente el concepto de punto de un plano o de una recta.	- Identifica correctamente al menos 3 de las ecuaciones de recta y/o de plano. - Aplica correctamente el concepto de punto de un plano o de una recta, pero no obtiene correctamente el parámetro solicitado.	- Identifica correctamente todas las ecuaciones de recta y de plano. - Aplica correctamente el concepto de punto de un plano o de una recta y obtiene correctamente el parámetro solicitado.
Act. 5	No resuelve.	- Sólo plantea la ecuación correctamente. - No plantea bien la ecuación y obtiene resultados inconsistentes.	- Plantea la ecuación, obteniendo el valor correcto de la incógnita, pero no interpreta correctamente la solución final o no la obtiene. - Plantea correctamente la ecuación, pero no obtiene el valor correcto de la incógnita. Sin embargo, con el error de cálculo cometido interpreta o encuentra correctamente la solución. - No plantea la ecuación, pero usa métodos alternativos y resuelve correctamente el problema.	- Plantea la ecuación, obtiene el valor de la incógnita e interpreta correctamente la solución.

Tabla 3. Criterios para la calificación de las Evaluaciones de Diagnóstico

Teniendo en cuenta estos criterios para la clasificación de las evaluaciones de diagnóstico, los resultados para los estudiantes de la categoría Abandono 1 son los que se muestran en la Tabla 4.

Evaluaciones de Diagnóstico Abandono 1	**Act.1**			**Act.2**				**Act.3**				**Act.4**				**Act.5**			
	N/R	I	S	N/R	I	S	E	N/R	I	S	E	N/R	I	S	E	N/R	I	S	E
No recursantes	0	15	22	12	13	9	3	16	9	4	8	16	19	2	0	21	8	5	3
Recursantes	0	11	17	10	4	5	9	13	3	5	7	11	13	2	2	13	12	1	2
TOTALES	**0**	**26**	**39**	**22**	**17**	**14**	**12**	**29**	**12**	**9**	**15**	**27**	**32**	**4**	**2**	**34**	**20**	**6**	**5**

Tabla 4. Resultados de la Evaluaciones de Diagnóstico para la categoría Abandono 1

Como se puede apreciar en la **Tabla 4**, los patrones en las diferentes actividades no varían significativamente entre No recursantes y Recursantes. Sin embargo, es evidente el bajo desempeño en ambos grupos en general. Esto, considerando los totales, se puede apreciar mejor en la **Figura 4**.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

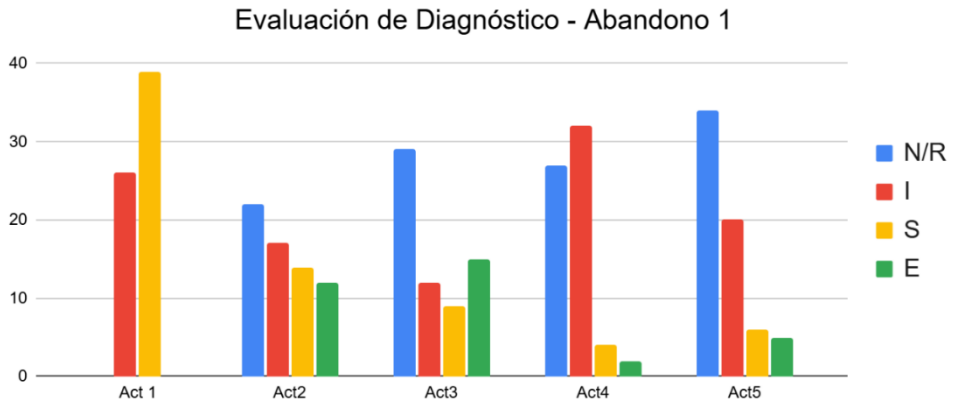


Figura 4. Resultados de la Evaluación de Diagnóstico

El diagnóstico aplicado de forma simultánea a través de cinco actividades revela un panorama preocupante en cuanto al compromiso y el rendimiento de los estudiantes del grupo clasificado como “Abandono 1”. La categoría más frecuente es **N/R (No Resuelve)**, lo podría reflejar no sólo el desinterés o falta de motivación, sino que se podría considerar el primer indicio claro de riesgo de abandono temprano, ya que muchos estudiantes ni siquiera intentan abordar las consignas. En segundo lugar, se encuentran los resultados **Insuficientes (I)**, lo cual señala que una porción significativa de los estudiantes sí participó, pero con un desempeño por debajo del nivel mínimo esperado. Esto sugiere dificultades de comprensión o escasa preparación previa, que afectan negativamente su rendimiento académico.

En contraste, la proporción de **Suficientes (S)** es considerablemente menor. Este dato indica que una parte reducida del grupo logra alcanzar el nivel básico de desempeño requerido. Finalmente, la categoría menos representada es la de **Excelentes (E)**. Esta baja cantidad de desempeños destacados indica que muy pocos estudiantes dominan los contenidos previos requeridos, lo que representa una señal de alerta pedagógica. El bajo rendimiento general sugiere que será necesario implementar estrategias de apoyo intensivo desde el inicio del curso para evitar que estas debilidades se traduzcan en estudiantes que abandonan o que no regularizan la asignatura.

El análisis realizado refleja que el grupo de los estudiantes que finalmente abandonan presenta altas señales de riesgo académico y de deserción temprana, lo que justifica la necesidad de intervenciones inmediatas y focalizadas para revertir esta tendencia desde los primeros encuentros del curso.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo, en relación con la deserción, ponen en evidencia la necesidad de intervenir pedagógicamente a partir de los patrones detectados: mayor porcentaje de abandono temprano, falta de compromiso inicial con la asignatura y bajo nivel de conocimientos previos.

A futuro se propone mantener la metodología de enseñanza y evaluación utilizadas en el 2024 y, para atacar la problemática antes mencionada, diseñar e implementar estrategias de apoyo intensivo desde el inicio de la cursada, mediante la incorporación de una guía de actividades de nivelación a fin de fortalecer los conocimientos requeridos para el abordaje de la asignatura. Además, se considera necesario socializar los resultados y las experiencias con otros equipos cátedra, horizontal y verticalmente, para un abordaje integral de esta situación.

Por otra parte, el estudio del abandono presenta diferentes aristas y no puede reducirse sólo al análisis de los conocimientos previos. Si bien la cátedra cuenta con una base de datos obtenida mediante encuestas y planillas de seguimiento correspondientes al año 2024, dada la extensión del presente trabajo no fue posible analizarlas. Por tal motivo, este equipo de investigación continuará estudiando la deserción de los estudiantes en base a otros indicadores como pueden ser: porcentaje de asistencia a clases, factores personales y/o contextuales y la participación en las actividades propuestas por la cátedra.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Referencias

Basualdo Soria, C., Espindola Coronel, M., Zurita Bianchini, P., Arias, S., Corvalan, V., & Villarreal, X. (2025). *El problema de la deserción en la asignatura Álgebra Lineal: Un análisis cuantitativo desde el año 2019 al 2023*. Libro de Actas X Jornadas Nacionales y VI Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas, 31-37. Recuperado de https://doi.org/10.33414/ajea.1797.2025

Basualdo Soria, C., Benac, M.J., Cordero Tamer Villalba, L., & Pacheco, V. (En prensa). *Análisis comparativo de los resultados de la cursada de Álgebra Lineal: 2023 vs. 2024.* "1ra Jornada Institucional de Experiencias Innovadoras de Enseñanza en la FCEyT - UNSE".

Paz, H. R. (2022). Determinación del tiempo medio de deserción y de los factores que facilitan o retrasan la deserción estudiantil en una carrera de Ingeniería Civil. Revista Latinoamericana de políticas y administración de la educación, 99 -116. Recuperado de https://share.google/wk6qAlgumracZeo64

Eje 2:

Educación mediada por tecnología. Educación a distancia en Matemática

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Enseñanza de Matemática a distancia en el marco del ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UNLP

Distance mathematics teaching in the context of admission to the Faculty of Engineering, UNLP

Tulio Semento
Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas , Argentina.
tulio.semento@ing.unlp.edu.ar

Rossana Di Domenicantonio
Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas , Argentina.
rossanadido@ing.unlp.edu.ar

Resumen

Este trabajo sistematiza una experiencia de enseñanza a distancia en la asignatura Matemática para Ingeniería (Mate PI), la primera materia de matemática de todas las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). La propuesta se implementó en el segundo semestre de 2024 y estuvo dirigida a estudiantes del último año de la escuela secundaria que residían a más de 60 km de La Plata. La cursada combinó clases sincrónicas por videoconferencia con actividades asincrónicas, fomentando el trabajo colaborativo y la participación activa de los estudiantes. La evaluación fue presencial. El objetivo fue facilitar el acceso a la universidad, acercando a jóvenes que finalizan la escuela secundaria a la vida universitaria de forma anticipada y progresiva. En el artículo se describen las principales características de la experiencia, se presentan los resultados de su implementación y se proponen líneas futuras de trabajo.

Palabras clave: matemática – ingeniería – ingresantes – modalidad a distancia - transición de la escuela secundaria a la universidad

Abstract

This article presents the systematization of a distance teaching experience in the subject Mathematics for Engineering, the first mathematics course taken by students in the thirteen engineering programs offered by the Faculty of Engineering at the National University of La Plata (UNLP). The program was implemented during the second semester of 2024 in two parallel groups and designed for students in their final year of high school who live more than 60 km away from La Plata. The course combined synchronous classes via videoconference with asynchronous activities, promoting collaborative work and active student participation. Exams were administered on-site. This initiative aimed to facilitate university access for young people finishing high school by providing an early and gradual introduction to university life. The article describes the main features of the experience, presents some results from its implementation and outlines future lines of work.

Keywords: mathematics – engineering – entrants – distance learning – transition from High School to University

Introducción

Matemática para Ingeniería (Mate PI) es la primera asignatura que cursan los estudiantes que ingresan a cualquiera de las trece carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Su principal objetivo es fortalecer y profundizar los conocimientos matemáticos adquiridos en la escuela secundaria. No obstante, las diversas trayectorias educativas de los ingresantes hacen que, para algunos, los contenidos resulten conocidos, mientras que para otros constituyen una novedad. Mate PI, en este sentido, tiene como propósito nivelar las disparidades en los conocimientos previos y proporcionar una

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

formación sólida en matemática básica, indispensable para abordar de manera efectiva los contenidos de las asignaturas que le suceden y tienen correlatividad en el plan de estudios. Los contenidos abordados en la asignatura incluyen, de manera sintética: conjuntos numéricos y elementos de geometría; ecuaciones y polinomios; rectas, cónicas y sistemas de ecuaciones; y trigonometría. La materia se dicta tres veces por año en varias modalidades; en la Tabla 1 se presentan sus principales características.

Modalidad	Duración	Clases semanales	Horas de clase	Tipo de cursada
Anticipada (2º Trimestre)	Trimestral	3	2	Presencial (residen en La Plata o alrededores)
				A Distancia (residen a más de 60 Km)
Intensivo del verano	5 semanas	5	4	Presencial
1º Trimestre	Trimestral	3	2	Presencial

Tabla 1. Modalidades de la asignatura en cada período lectivo.

La modalidad intensiva de verano se dicta de manera presencial durante enero y febrero, con clases diarias de cuatro horas. Las comisiones se conforman según la carrera en la que los estudiantes están inscriptos. En la modalidad siguiente, que se desarrolla de marzo a junio, la mayoría de los estudiantes cursa simultáneamente otras asignaturas correspondientes a sus planes de estudio. Además de a los estudiantes regulares que deben rehacer la materia, la modalidad anticipada también está destinada a estudiantes que se encuentran en su último año de la escuela secundaria y tienen interés en ingresar a la FI UNLP en el próximo ciclo lectivo. Los alumnos de La Plata y alrededores cursan presencialmente, mientras que quienes residen a más de 60 km de la ciudad tienen la posibilidad de hacerlo a distancia. Esta modalidad combina encuentros sincrónicos a través de videoconferencias con actividades asincrónicas organizadas en la plataforma Moodle. Una vez finalizado el curso, y siempre que los estudiantes formalicen su inscripción en la FI, la calificación obtenida se registra en el Sistema de Gestión Académica SIU Guaraní, pasando a formar parte de su historial académico.

Cabe destacar que los estudiantes que inician sus estudios en la FI provienen de diversas localidades del país e incluso del exterior, lo que implica una amplia variedad de formaciones previas. Matemática para Ingeniería tiene como objetivo repasar, reforzar y profundizar contenidos matemáticos de la educación secundaria, de manera que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para comenzar a estudiar ingeniería. Como señalan Hernández Balat y Di Domenicantonio:

Los alumnos provienen de diferentes escuelas secundarias, técnicas, públicas, privadas, dependientes de la misma Universidad y de diferentes ciudades de toda la Argentina como así también del exterior. Las carreras de Ingeniería requieren de una importante base matemática para su desarrollo, entre otras Ciencias Básicas. En este sentido 'Matemática Para Ingeniería' (Mate Pi) es una materia de matemática inicial que tiene entre sus objetivos no solo que los alumnos adquieran los contenidos y conocimientos necesarios, sino también que asuman que esta herramienta será necesaria para comprender, describir y cuantificar fenómenos que estudiarán durante su carrera universitaria. (p. 43).

En este sentido, Mate PI busca nivelar las diferentes realidades académicas de los estudiantes, algo que previamente se lograba mediante un curso de ingreso. Además de adquirir contenidos, los estudiantes comienzan a familiarizarse con los hábitos de estudio universitarios, a explorar las instalaciones de la Facultad, a conocer servicios como becas de apuntes y bibliotecas, y a interactuar con otros compañeros y/o docentes, lo que facilita su integración al entorno académico propio del nivel superior.

Este trabajo se centra específicamente en la sistematización de una experiencia de enseñanza llevada a cabo en el marco de la modalidad anticipada a distancia. En particular, se analiza el desarrollo de dos comisiones de la materia dictadas bajo esta modalidad entre los meses de agosto y noviembre de 2024.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo

Metodologías de enseñanza y aprendizaje en Mate PI

La modalidad de trabajo en las aulas de Mate PI promueve la integración entre la teoría y la práctica, así como el desarrollo del trabajo colaborativo. En las comisiones presenciales, se implementa una metodología de aula-taller que fomenta la construcción de conocimientos de forma colaborativa por parte de los estudiantes. Sobre esta metodología, Ander-Egg (1991) sostiene que "reemplaza el mero hablar recapitulativo/repetitivo, por un hacer productivo en el que se aprende haciendo" (p. 12). En este formato, los estudiantes trabajan en grupo, acompañados por docentes que ofician de guías, generando un espacio donde el contenido, los procedimientos y los procesos se construyen de manera colectiva. Esta dinámica enriquece la apropiación de saberes, promueve el intercambio entre pares y estimula una participación más comprometida con el proceso de aprendizaje.

En las comisiones con modalidad a distancia, reproducir estas dinámicas colaborativas representa un mayor desafío. Los estudiantes, en su mayoría, no se conocen previamente, ya que se encuentran cursando el último año del colegio secundario en distintas localidades del país. Esta dispersión territorial y el desconocimiento mutuo dificultan la conformación de grupos de trabajo y el intercambio directo entre pares. No obstante, se procura generar instancias de interacción y construcción colectiva mediante el uso de entornos virtuales, como la plataforma Moodle, donde se promueve el intercambio a través de foros y la publicación de producciones individuales que pueden ser comentadas por otros estudiantes y por el equipo docente.

La educación a distancia, entendida como "la opción pedagógica y didáctica donde la relación docente-alumno se encuentra separada en el tiempo y/o en el espacio, durante todo o gran parte del proceso educativo, en el marco de una estrategia pedagógica integral" (Ministerio de Educación y Deportes, 2017), exige repensar las estrategias pedagógicas para propiciar una participación activa de los estudiantes, incluso cuando la interacción presencial no sea posible. En este contexto, el intercambio a través de foros asincrónicos ha emergido como una herramienta útil para promover la elaboración conjunta de saberes. Como sostiene Garibay (2013), la participación en estos espacios estimula el aprendizaje y el pensamiento crítico a través de la negociación y construcción del conocimiento (p. 15). A través de foros de preguntas y respuestas, se genera un entorno de interacción que mantiene la esencia colaborativa del trabajo en aula, facilitando el intercambio de ideas, la socialización de estrategias y la resolución conjunta de problemas. Tal como indica la misma autora, "la participación de los estudiantes en foros académicos permite el trabajo entre pares, potenciando los procesos de aprendizaje para llegar al conocimiento", al mismo tiempo que "los docentes/tutores pueden observar el proceso de aprendizaje analizando las intervenciones de los alumnos" (Garibay, 2013, p. 39).

Implementación y organización de las comisiones a distancia en el segundo semestre de 2024

Durante el segundo semestre de 2024, la propuesta se organizó en dos comisiones que trabajaron en paralelo, con una planificación común. Cada comisión estuvo a cargo de un equipo docente compuesto por tres integrantes. La propuesta se estructuró en dos módulos temáticos, al igual que en los grupos con modalidad presencial. Para el desarrollo de la cursada, se planificaron encuentros sincrónicos semanales por videoconferencia (a través de Zoom o Google Meet), combinados con actividades asincrónicas organizadas en la plataforma Moodle. Esta combinación buscó promover la participación activa de los estudiantes, garantizar el acceso sostenido a los contenidos y mantener el acompañamiento pedagógico a lo largo de toda la cursada. Desde el inicio de cada uno de los cursos, se implementaron estrategias para fomentar el compromiso con la propuesta: se definieron tareas obligatorias, se establecieron canales de consulta abiertos y se propuso un calendario de entregas que permitió monitorear el avance de cada estudiante. El uso de Moodle como plataforma central favoreció la comunicación, la gestión de materiales y foros, y la devolución personalizada a los estudiantes. También permitió a los docentes de ambos grupos colaborar en la creación y el intercambio de materiales didácticos.

Cabe destacar que esta propuesta se desarrolló en un entorno Moodle especialmente diseñado para estudiantes del nivel secundario, accesible desde la plataforma de ingreso de la Facultad (www.ingreso.unlp.edu.ar), lo cual permitió adaptar los contenidos y dinámicas a sus características y necesidades particulares.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Proceso de inscripción a la modalidad anticipada a distancia

La inscripción a la modalidad anticipada a distancia se gestionó mediante formularios de Google, ya que los estudiantes aún no se encontraban inscriptos en la Facultad. La propuesta despertó un gran interés entre estudiantes del último año de la escuela secundaria, provenientes de diversas localidades de todo el país, e incluso entre personas que se encontraban en el exterior y tenían planes de iniciar su carrera en la UNLP. En total, se inscribieron 238 estudiantes de los cuales 138 participaron activamente en la plataforma Moodle y se presentaron a las evaluaciones. Cabe señalar que una parte del grupo restante también participó activamente del curso, aunque no rindió los exámenes, en algunos casos por dificultades logísticas o económicas relacionadas con el traslado a La Plata. Aun así, este recorrido formativo les permitió avanzar en el proceso de preparación y familiarización con las exigencias académicas del ingreso a la Universidad.

Organización de la cursada y la experiencia docente

Cada comisión estuvo a cargo de un equipo docente compuesto por un profesor, un ayudante diplomado y un ayudante alumno. Si bien existían jerarquías y responsabilidades dentro del equipo, la dinámica de trabajo promovió una codocencia activa, en la que todos los integrantes participaron conjuntamente en el desarrollo del curso. No hubo una división rígida de tareas; por el contrario, el equipo docente colaboró en todas las propuestas, intervino en los acompañamientos a los estudiantes y participó activamente en la construcción colectiva del proceso de enseñanza. Este enfoque permitió un seguimiento más cercano de la trayectoria de los estudiantes, a través de la interacción constante con todos los docentes del curso durante el desarrollo completo de la cursada

La experiencia de enseñar Matemática para Ingeniería en modalidad a distancia representó, para el equipo docente, un desafío permanente. La enseñanza mediada por tecnologías impone condiciones particulares: la imposibilidad de ver a los estudiantes en toda su dimensión —gestos, expresiones, posturas— dificulta percibir en tiempo real si están comprendiendo lo que se intenta comunicar. Esta falta de retroalimentación corporal, habitual en la presencialidad, obligó a desarrollar nuevas formas de establecer el vínculo pedagógico, interpretar las dinámicas propias del grupo y ajustar las estrategias de enseñanza.

No obstante, la virtualidad también ofreció oportunidades valiosas. Por ejemplo, permitió compartir fácilmente anotaciones en pantalla, las cuales luego quedaban disponibles para todo el grupo en Moodle. Además, facilitó el uso de herramientas como GeoGebra o animaciones dinámicas sin la necesidad de equipos específicos, y promovió que los estudiantes compartieran sus producciones con sus pares en foros abiertos, accesibles para su consulta y discusión. Estas prácticas no solo enriquecieron la experiencia de enseñanza, sino que también ampliaron los recursos disponibles para el aprendizaje colaborativo y autónomo. Finalmente, el trabajo en equipo entre docentes se consolidó como una de las principales fortalezas del dispositivo. Enseñar junto a otros permitió construir miradas complementarias, sostener mejor los espacios sincrónicos y repensar colectivamente las decisiones pedagógicas en respuesta al desafío que implica la enseñanza de matemática a distancia.

Tareas obligatorias y seguimiento de los estudiantes

Con el fin de mantener a los estudiantes activos y comprometidos, se estableció la entrega de seis tareas obligatorias (tres por cada módulo del curso), siendo requisito acreditar al menos dos por módulo para conservar la regularidad y acceder a los exámenes. Esta estrategia permitió realizar un seguimiento cercano del proceso de aprendizaje y evaluar el grado de apropiación de los contenidos por parte de los estudiantes. Las correcciones de las tareas se realizaron en línea, mediante la misma plataforma, lo que facilitó una retroalimentación continua (Figura 1 y Figura 2).

Los estudiantes pudieron visualizar las observaciones y comentarios del equipo docente, lo que les permitió ajustar y mejorar sus producciones. En muchos casos, estas devoluciones anticiparon los criterios de evaluación que luego se aplicarían en los exámenes parciales. Este tipo de devoluciones resultó clave para acompañar a los estudiantes en aspectos que suelen presentar dificultades. Dichas dificultades se alinean con el diagnóstico realizado por el Consejo Federal de Decanos y Directores de Ingeniería (CONFEDI) sobre las competencias requeridas para el ingreso a las carreras universitarias. Según dicho informe, quienes ingresan a carreras de ingeniería enfrentan desafíos en lecto-escritura, interpretación de textos, organización de material informativo, expresión oral y escrita, así como en el desarrollo de estrategias de análisis, síntesis y pensamiento lógico-matemático. En respuesta a estos desafíos, se diseñaron tareas específicamente orientadas al desarrollo de estas competencias clave como la expresión en lenguaje matemático, la comprensión de conceptos abstractos y la modelización matemática.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

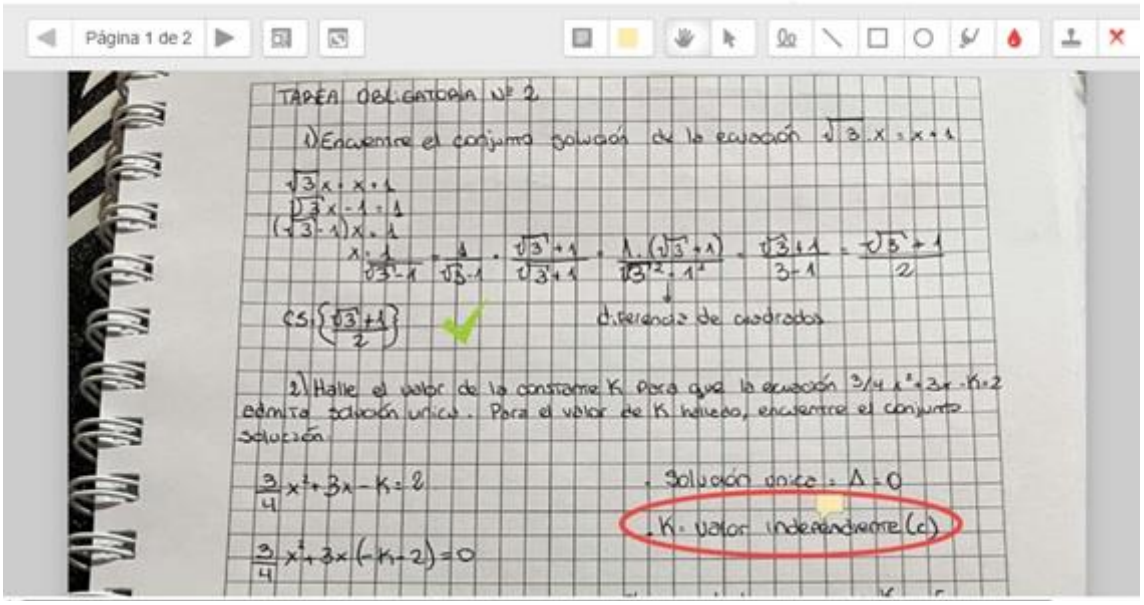


Figura 1. Resolución de una tarea obligatoria sobre ecuaciones polinómicas realizada por una alumna, con las correcciones del equipo docente tal como fueron visualizadas por la estudiante en la plataforma Moodle.

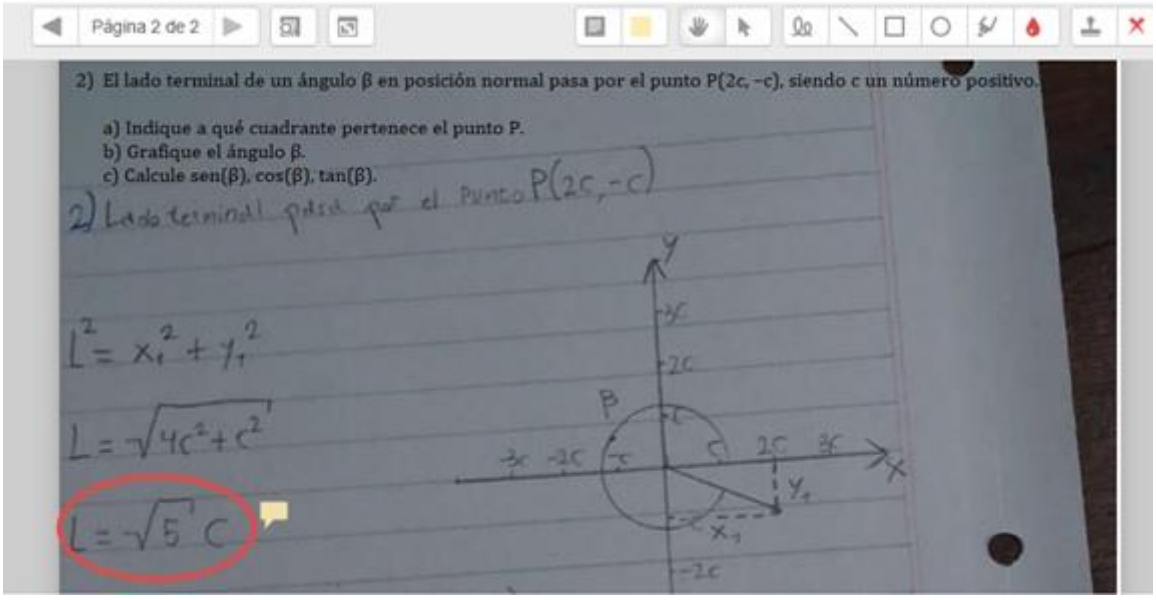


Figura 2. Ejemplo de una tarea sobre trigonometría, con la resolución de un estudiante y las observaciones realizadas por el equipo docente en Moodle

Evaluación

La evaluación se llevó a cabo a través de dos exámenes parciales. El primer parcial evaluó las dos primeras unidades de la materia, mientras que el segundo abarcó las unidades 3 y 4. Las instancias de evaluación se realizaron de forma presencial en la sede de la Facultad. Los estudiantes rindieron los exámenes junto a sus compañeros de modalidad presencial, todos presentando el mismo examen. No se permitió el uso de calculadoras, con el objetivo afianzar el dominio de habilidades algebraicas y aritméticas fundamentales, trabajadas sistemáticamente a lo largo de la cursada.

Cabe destacar que muchos estudiantes se enfrentaron por primera vez a un examen universitario de tres horas de duración, lo que representó un desafío significativo. En algunos casos, y cuando el equipo docente lo consideró necesario, se complementó la evaluación con una instancia oral adicional, realizada por videollamada a través de Zoom o Google Meet. A diferencia de los estudiantes que cursaban de forma presencial, los alumnos de la modalidad a distancia no contaron con un examen recuperatorio para cada parcial. En su lugar, dispusieron de un único examen recuperatorio al final de la cursada, en el cual pudieron

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

recuperar uno de los exámenes parciales, siempre y cuando hubieran aprobado al menos uno de los módulos.

Inscripción a la Facultad

Durante el desarrollo de los cursos, se coordinó con el Departamento de Enseñanza de la FI para facilitar el proceso de inscripción de los estudiantes a la UNLP. Se organizó que, al rendir el segundo examen parcial de manera presencial, los estudiantes pudieran aprovechar su presencia en La Plata para presentar la documentación requerida y completar su inscripción. Esta medida buscó evitarles un nuevo traslado, haciendo que el proceso de inscripción a la carrera universitaria fuera más accesible.

El acceso a la Universidad

Esta propuesta representa una oportunidad concreta para garantizar el acceso a la educación superior a estudiantes que desean ingresar a alguna carrera de ingeniería en la FI y que, por vivir lejos de la ciudad de La Plata, no pueden cursar presencialmente la modalidad anticipada de Mate PI. Así, el curso no solo brinda formación matemática, sino que también actúa como puerta de entrada a la vida universitaria y como una experiencia que amplía derechos, al acercar la universidad a quienes, de otro modo, podrían quedar excluidos. Se trata de jóvenes ejerciendo un derecho humano fundamental: el derecho a la educación superior.

Cabe señalar que, según un estudio estadístico presentado por Manceñido y Di Domenicantonio (2024) los estudiantes que participan en la modalidad anticipada mientras terminan el colegio, y que luego continúan en el curso intensivo de verano tras no haber promocionado, están mejor preparados para afrontarlo que quienes lo cursan por primera vez. Tienen casi el doble de probabilidades de promocionarlo, lo que subraya la importancia de la modalidad anticipada, y en particular de la versión a distancia, como herramienta inclusiva. Al brindar una preparación temprana, esta modalidad fortalece las bases académicas necesarias para enfrentar los primeros desafíos de la carrera, incrementando así las posibilidades de permanencia y éxito en la universidad.

Resultados

Como se mencionó, un total de 138 estudiantes se inscribieron en la propuesta, realizaron la cursada y rindieron al menos un parcial. De este grupo, 60 estudiantes lograron promocionar la asignatura (ver Tabla 2). Cabe destacar que esta materia, solo puede ser acreditada mediante la promoción, lo que implica aprobar ambos parciales con un promedio entre ellos igual o superior a 6.

2º Trimestre 2024				
	V1 y V2		Total	
	Cantidad	% /Inscriptos	Cantidad	% /Inscriptos
Inscriptos	238		1423	
Activos	138	58%	866	61%
Promocionaron	60	25%	392	28%
Desaprobaron	8	3%	195	14%
Abandonaron	93	39%	415	29%
Libres	77	32%	421	30%

Tabla 2. Resultados académicos de los dos grupos a distancia (V1yV2) y de la totalidad de estudiantes de la modalidad anticipada en ese período.

En la Tabla 2 se observa que los resultados de los estudiantes que cursaron la modalidad anticipada a distancia son similares a los del resto de los alumnos de esta modalidad. Sin embargo, entre los estudiantes a distancia hay menos desaprobados que completaron todas las evaluaciones y más que abandonaron el curso, es decir, rindieron algunas, pero no todas las instancias. Esto puede deberse a que algunos utilizan las clases a distancia para reforzar sus conocimientos en matemática, pero al no sentirse seguros, optan por no presentarse a la segunda instancia de examen presencial en La Plata.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Es importante señalar que, aunque no todos los estudiantes lograron promocionar la asignatura, aquellos que no lo hicieron también experimentaron avances significativos en sus habilidades matemáticas. Muchos mejoraron su manejo algebraico y aritmético, así como su notación matemática, lo que permite fortalecer la base necesaria para continuar con el aprendizaje. Además, demostraron mejoras en su capacidad para comprender, modelizar y resolver problemas. Si bien estos progresos no fueron suficientes para la promoción en esta modalidad, representan un paso importante en su desarrollo académico, preparándolos mejor para la próxima instancia. Asimismo, esta experiencia les permitió comenzar a desarrollar la autonomía necesaria para gestionar su carrera, consolidando hábitos de estudio y asumiendo responsabilidades académicas propias del ámbito universitario.

Conclusiones

La implementación de la modalidad anticipada a distancia en Mate PI permitió acercar la FI UNLP a estudiantes del último año de la escuela secundaria que, por razones geográficas, no pueden asistir a la cursada presencial. Esta propuesta facilitó un acceso más equitativo a la educación superior y se estableció como un recurso pedagógico que contribuye a la permanencia y al éxito académico de los ingresantes en la institución.

Uno de los aspectos más destacados de esta experiencia fue el uso de foros asincrónicos como espacios de intercambio y construcción colectiva del conocimiento. Estos entornos promovieron la interacción entre estudiantes que no se conocían previamente y que se encontraban dispersos geográficamente, y al mismo tiempo, permitieron al equipo docente acompañar los procesos de aprendizaje de forma sostenida. A través del trabajo colaborativo en los foros, los estudiantes compartieron dudas, estrategias de resolución, reflexiones y producciones, fortaleciendo así su comprensión de los contenidos de la asignatura.

Desde una perspectiva de acceso y retención, esta modalidad se constituye como una política concreta de inclusión educativa. Al ofrecer una instancia de nivelación previa al inicio formal de las carreras, permite a los estudiantes reforzar los contenidos de matemática del nivel medio, adaptarse progresivamente a la vida universitaria y afrontar con mayor solidez los desafíos académicos. Incluso en los casos en que no logran promocionar en esta instancia, los resultados muestran que quienes continúan inmediatamente con la modalidad intensiva de verano duplican sus posibilidades de promoción respecto a quienes se enfrentan por primera vez a la materia. Esto subraya el valor formativo de esta experiencia como un proceso continuo y acumulativo de aprendizaje.

Además, esta experiencia les permitió comenzar a desarrollar la autonomía necesaria para gestionar su carrera, consolidando hábitos de estudio y asumiendo responsabilidades académicas propias del ámbito universitario, un paso fundamental en la transición desde el sistema secundario hacia la educación superior.

A partir de la experiencia analizada, surge la oportunidad de pensar y fortalecer estrategias institucionales que garanticen un acceso real, federal y equitativo a la formación universitaria. La educación a distancia, mediada por tecnologías y acompañada de propuestas pedagógicas sostenidas, se consolida, así como un camino posible y valioso para que más jóvenes, puedan ejercer su derecho a la educación superior. Estos resultados motivan a continuar profundizando y ampliando la modalidad anticipada a distancia, consolidándola como una política inclusiva estratégica dentro de la Facultad, con impacto social y académico relevante.

Referencias

Ander-Egg, E. (1991). *El taller, una alternativa de renovación pedagógica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Magisterio del Río de la Plata.

CONFEDI. (2014). *Competencias en Ingeniería* (1ª ed.). Mar del Plata: Fasta.

Garibay, M. T. (2013). *El foro virtual como recurso integrado a estrategias didácticas para el aprendizaje significativo* (Tesis de maestría). Centro de Estudios Avanzados, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. Disponible en http://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/cea-unc/20161114025652/pdf_1198.pdf

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Hernández Balat, V. y Di Domenicantonio, R. (2021). *Transición entre la escuela secundaria y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata a través de la Matemática*. In-Genium, (2), 43–53. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128142

Manceñido, A. y Di Domenicantonio, R. (2024). *Seguimiento académico de ingresantes en la primera materia de las carreras de ingeniería de la UNLP*. Actas del CADI-CAEDI 2024, San Juan, Argentina, 2024. (En prensa).

Ministerio de Educación y Deportes. (2017). Resolución 2641-E/2017. Disponible en https://www.coneau.gob.ar/archivos/form09posg/ResMED2641_17.pdf

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo de materiales didácticos para propuesta de aula invertida gamificada realizada en Álgebra y Geometría I para Ingenierías.

Development of teaching materials for a gamified inverted classroom proposal conducted in Algebra and Geometry I for Engineering.

Carolina Pozzebon.
Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Economía y Administración, Neuquén, Argentina.
cgpozzebon@gmail.com

Eduardo Gago
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Rosario, Argentina.
egago@frro.utn.edu.ar

Resumen

El trabajo consistió, en subir la escalera SAMR, desde un aula tecnológicamente obsoleta, hasta un aula invertida, en dos modalidades distintas de fliped classroom, y gamificada, en tres formas diferentes de gamificación. Entiéndase por SAMR el modelo tecnopedagógico que considera la incorporación de tecnología en educación. Entiéndase por fliped classroom la modalidad activa de enseñanza en la que el estudiante tiene actividades con materiales didácticos antes del encuentro presencial con el docente, en el que, por ejemplo, se hacen las actividades que antes eran tareas para el hogar. Para lograr tal propósito se han tenido que confeccionar los materiales didácticos pertinentes: libro de apuntes, videoteca de slides cast, diapositivas, juegos educativos. Los materiales han sido confeccionados en versiones menos o más accesibles, las versiones más accesibles lo son para personas con dislexia o con baja visión. También se implementó el uso de realidad aumentada y se concientizó en cuanto al uso de la IA en la materia. Los resultados obtenidos indican que continúa siendo un tema relevante la brecha digital que existe en la educación mediada por tecnologías, como así también la posibilidad de acercamiento a la cultura del estudiante al mediar con tecnología la enseñanza, lo que favorece la retención. Se ha podido observar que los porcentajes de aprobados en exámenes finales mejoran.

Palabras clave: SAMR, JITT, juegos educativos, IA, materiales didácticos accesibles.

Abstract

The work consisted of climbing the SAMR Ladder, from a technologically obsolete classroom to a flipped classroom, in two distinct modalities of flipped classroom, and gamified, in three different forms of gamification. To achieve this goal, the relevant teaching materials had to be created: a book of notes, a library of slidecasts, slides, and educational games. The materials have been created in versions that are more o les accesible, with the more accesible versions designed for people with dyslexia or low visión. The use of augmented reality was also implemented and awareness was raised regarding the use of AI in the subject. The results obtained indicate that the digital divide in technology-mediated education continues to be a relevant issue, as does the possibility of connecting with students' culture by using technology to mediate teaching, which favors retention. It has been observed that pass rates on final exams have improved.

Keywords: SAMR, JITT, educational games, AI, accesible teaching materials.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En la Universidad Nacional del Comahue, en el asentamiento de la ciudad de Neuquén, en la Facultad de Ingeniería, se pueden estudiar las siguientes carreras (entre otras): Ingeniería Mecánica, Química, y en Petróleo. En sus planes de estudio, en el primer cuatrimestre del primer año, tienen como materia obligatoria del ciclo básico, Álgebra y Geometría I. La misma tiene ocho horas de contacto semanal con el equipo de cátedra, conformado por una profesora de teoría, un profesor de trabajos prácticos y dos ayudantes de primera. De las horas mencionadas, cuatro son teóricas y cuatro prácticas. Los cursos han rondado los 250 estudiantes por cuatrimestre, superando siempre los 150. En el primer cuatrimestre se trabaja con Ingeniería Química, en el cursado, y, en el segundo cuatrimestre con Ingeniería Mecánica y en Petróleo, en el recursado. Los porcentajes de desaprobados y ausentes son altos, al igual que la deserción en primer año (Di Domenicantonio et all, 2022) y las pruebas APRENDER informan que el 80% desaprueba matemática en el nivel medio. En lo referente a materiales didácticos, al 2020, hay libros de Álgebra para Ingeniería disponibles en la Biblioteca física de la Universidad, no lo había propio; no se contaban con diapositivas para las teorías y sus PDF para el estudio autónomo del estudiante; había videos de clases presenciales en las que se escribía en el pizarrón con tiza o fibra, no habían slidescasts. No se contaba con material accesible a personas con dislexia ni para personas con baja visión. No se había implementado el uso de la app Geogebra 3D con Realidad Aumentada en los celulares. No había alfabetización en lo que implica utilizar Inteligencia Artificial en los contenidos de la materia. No se habían implementado antes de esta fecha juegos educativos ni se había gamificado la materia. En otras palabras, no se habían implementado metodologías activas ante un objeto de estudio muy dificultoso como lo es la matemática universitaria. Ante todo este escenario, se diseña, con fundamento en que la buena docencia se relaciona con la innovación y así la enseñanza contemporánea con la retención, un aula invertida gamificada para la que se necesitaron materiales didácticos propios para su implementación. Esto también requirió diseñar secuencias didácticas, y como todo proceso de innovación, requirió ser evaluado y redefinido, desde el 2021 a julio del 2025, mes en que se envía este trabajo, aunque se piensa continuar en la mediación de la enseñanza con tecnologías.

Para hacer esta innovación se consideró el modelo para incorporación de tecnología en educación, SAMR, creado por Rubén Puentedura desde el 2003 y cuya versión original proviene de su blog en inglés en el que a la fecha sigue haciendo su desarrollo teórico. Este autor dice que, al sustituir, aumentar, modificar y redefinir nuestras prácticas docentes, estamos utilizando un metamodelo aplicable en STEAM que desde 2021 también enmarca el uso de juegos educativos y la gamificación. Entiéndase por STEAM a la metodología de enseñanza propia para Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemática. Respecto de la gamificación, citando a Ozollo et all, (2019), se puede entender por gamificar el aula: 1) al uso de juegos para adquirir competencias y habilidades, 2) a la utilización de juegos o características de ellos para aumentar la motivación, o, por último, 3) re- diseñar un proceso de aprendizaje como si fuese un juego. Las tres formas de gamificación han sido implementadas en distintos cuatrimestres en el intervalo mencionado.

Por otro lado, en cuanto al aula invertida, los mismos autores entran en contradicciones, propias de la liquidez de las pedagogías emergentes. Por ejemplo, Prieto Martin, (2017), define el aula invertida como aquella en la que se hacen las cosas al revés, el estudiante con videos o textos estudia antes de ir al aula con el profesor, y en el aula con el profesor resuelve ejercicios. En su libro, páginas después, define una forma de aula invertida: el JITT, la metodología activa que se engloba en los estilos de aula invertida, en la que se dan teorías breves proyectadas con diapositivas en el aula estando con el profesor e inmediatamente se hace resolver ejercicios relacionados con esa teoría breve también durante las clases presenciales. Pero entonces, ¿la teoría se estudia de manera autónoma antes del encuentro presencial o se ven teorías breves en el aula? Así como se encuentran contradicciones, se encuentran otros lineamientos claros: el aula invertida no es tal sin mediación tecnológica. Si bien el aula invertida data de 2013, el JITT data de 1990, y como todas las metodologías activas, son constructivistas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Para poder hacer aula invertida se necesitan textos, videos y diapositivas, de los que no se disponían ya confeccionados, ni acorde al diseño de la materia, para poder reutilizar, mushapear o remixar. Entiéndase por mushapear la generación de un material didáctico nuevo a partir de otros ya confeccionados que cuenten con licencia que permita tal reutilización. Los materiales digitales, cuando se llaman medios de enseñanza o materiales didácticos son, en otras palabras, recursos tecnológicos con fines instructivos. (Escudero, 1983) La forma de redactar actual en múltiples plataformas, múltiples medios y con las actuales tecnologías se llama, según Jenkins, narrativa transmedia. (2003) Dicha aula invertida, entre muchos otros modos, puede ser fleep in colors, o JITT. En la modalidad fleep in colors, estilo de aula invertida de la que no hay traducción, el estudiante lee antes de ir al encuentro con el profesor, o ve videos, y luego responde un cuestionario en el que da cuenta de lo comprendido con la lectura y orienta al docente acerca del tema que es necesario tratar en el encuentro sincrónico con él. En ese encuentro se realizan más ejercicios o actividades como juegos educativos. En el JITT se ven materiales antes de clases, se hacen proyecciones breves al estar en contacto con el docente y se interactúa con cuestionarios, Kahoot (nombre de plataforma educativa para reutilizar o crear juegos educativos) o ejercitación del tema proyectado.

Por las licencias creative commons que tienen los materiales didácticos, los mismos son recursos educativos abiertos y promueven la democratización del conocimiento que propone Puentedura.

Desarrollo

En este desarrollo tendremos en cuenta dos momentos muy importantes: uno es el de confección de los materiales didácticos y otro es el de la implementación en distintas cursadas del aula invertida gamificada. Los mismos se entrelazan y no son atemporales, es decir, ocurren en simultáneo en muchas oportunidades. No ha habido tiempo suficiente para confeccionar todo el material necesario y luego abocarse a la cursada. Con suerte, durante las vacaciones, la única tarea ha sido la de confeccionar materiales didácticos.

En la realidad tecnosocial que encarna el enredo sociomaterial con que aprendemos, está Youtube, hay celulares y computadoras. El 21 de abril de 2011 se crea un canal de Youtube (nombre de plataforma on line en la que se pueden compartir videos), https://www.youtube.com/@CarolinaGabrielaPozzebon y se confeccionan dos screencasts (videos en los que se graba la pantalla de una computadora) de cinco minutos cada una con un software on line gratuito, que no permitía generar más videos. Con el paso de los años, sin la posibilidad de hacer más screencasts y disponiendo de un celular, se comienza a grabar la clase presencial de la materia, creándose así la lista de reproducción ‘Álgebra y Geometría I. ‘18’ con 141 videos subidos durante 2018 con resolución de ejercicios prácticos. En el primer cuatrimestre de 2019 se confecciona una nueva lista de reproducción de esta misma forma con 310 videos teóricos y prácticos. En el primer cuatrimestre de 2020 se comienza el año con enfoque en una nueva lista de reproducción, pero la pandemia hace que solamente tenga 20 videos. La brecha tecnológica, de la que no quedamos afuera los docentes, hace que recién en 2021 se genere una nueva lista de reproducción con encuentros sincrónicos en Meet (software para videoconferencias) que eran grabados y luego subidos durante el primer cuatrimestre. Ya en el segundo cuatrimestre de ese año se comienzan a hacer transmisiones en directo de las clases que permanecen en el canal hasta la fecha pues de manera automática quedan grabadas. En enero de 2022 se confecciona la primera slidecast (video con base en una diapositiva al que se le incorpora la imagen y el audio del expositor) y durante ese se confecciona la primera lista de reproducción de slidescats para la materia, en el primer cuatrimestre 48 videos de ejemplos y en el segundo cuatrimestre 44 videos de la materia completa. Durante el 2023 se confecciona la lista de la materia completa accesible a personas con dislexia y en 2024 se comienza a confeccionar la lista accesible a personas con baja visión que todavía no se ha podido terminar de elaborar. De manera complementaria hay tres listas más, una de ‘shorts’ para microaprendizaje de la matemática, una de ‘realidad aumentada’ y otra de ‘inteligencia artificial y matemática’. La slidecast realizada en Power Point (software para confeccionar diapositivas y slidecasts) redefine a los videos educativos respecto de las grabaciones con celular. Las mismas cuentan con pre y

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

post pantalla confeccionadas en Canva que le dan una impronta nueva a cada lista y al canal. En esta plataforma, antes de la actualización con el complemento de la inteligencia artificial, se han hecho más de 100 diseños.

En marzo del 2021 se comienza la confección de presentaciones en la G-Suite que la Facultad de Economía nos provee como docentes. Se hacen varias transparencias, pero para matemática se percibe que en Power Point hay muchos más recursos disponibles que generan diapositivas de más calidad. Se producen diapositivas para toda la materia y hasta la fecha se siguen cambiando para mejorar las clases. Estas diapositivas se hacen en PDF y se dejan a disposición del estudiantado para sus estudios o para seguir la clase sin necesidad de tomar tantos apuntes. Las primeras se realizan sin tener en cuenta la tipografía, solamente a gusto del docente y luego se hacen las versiones accesibles con sus respectivos PDF, ya sea con tipografía opendyslexic o con fondo negro y tipografía Arial, detalles que las hace más accesibles. Las diapositivas tienen un dinamismo que no tienen las escrituras en fibra en el pizarrón, se sale de lo estático, de lo desprolijo, de lo impreciso de la escritura a mano alzada, pueden llevar hasta sonido y en ellas también se han agregado códigos QR para que los estudiantes realicen tareas con sus celulares desde el banco, ya sea responder cuestionarios, jugar Quizizz o completar G- Forms. En cada diapositiva, además, se pueden encontrar con teorías breves ilustradas (se cuenta hasta con elementos de geometría digitales) o con ejercicios para resolver en clase o en casa según la modalidad diseñada para la cursada.

Otro material confeccionado es el libro de apuntes de clases que se llamó ‘Primeras Notas de Álgebra y Geometría I para estudiantes de ingeniería’. El mismo se confeccionó en Word y ha tenido distintas versiones desde 2020 hasta 2022, llegando a disponer el estudiante en él de: índice, ejercicios, rúbricas, mapas mentales confeccionados en mindmup, tabla de símbolos, encuestas, link a precursos en milaulas, cuestionarios de verificación de lecturas, links a e-libro, juegos de sincrónico, ejemplos escritos, ejemplos en Youtube, cazas del tesoro, juego en scracht, final resuelto. Todo lo que tenía acceso por link, tenía su QR asociado. Los PDF estaban disponibles en Calameo o en Drive.

Por otro lado, se han confeccionado GIF para las ilustraciones, en Power Point, en Canva o con Shotcut.

En la plataforma Quizizz se han confeccionado juegos para evaluar y ejercitar todas las unidades de la materia: Reales, Matrices, Determinantes, Sistemas de ecuaciones lineales, Vectores, Rectas en el plano, Rectas en el espacio, Cónicas y Cuádricas. No había juegos en la temática de Álgebra y Geometría I cuando comenzó tal confección en junio de 2020 y todos los utilizados en este trabajo son sin la asistencia de la inteligencia artificial con la que cuenta la plataforma Quizizz actualmente. La plataforma tiene teclado matemático, con limitaciones, pero permite generar ejercicios de distintos estilos, jugarlos en vivo y jugarlos asincrónicamente. Hay dos suscripciones posibles, en una los juegos se habilitan por diez días y en la segunda se habilitan de por vida. Los juegos tienen retroalimentación, bonos, ranking, etc. Durante la primera semana de Quizizz en mis clases los estudiantes generaron 5285 respuestas a preguntas matemáticas.

Las ilustraciones con software matemático y el uso de realidad aumentada para las cuádricas con el celular se hicieron con Geogebra o Geogebra 3D.

Resultados

En el segundo cuatrimestre del 2021 se aplicó un aula invertida ‘fleep in colors’ con un 100% de virtualidad, juegos en vivo y Quizizz en línea y sin conexión a internet. El estudio previo al encuentro sincrónico teórico era con las Primeras notas.

En el primer cuatrimestre del 2022 se aplicó un aula invertida ‘fleep in colors’ con 50% de virtualidad y 50% de presencialidad, parciales y finales con presencialidad física. Juegos en vivo y slidecasts de ejemplos para estudio autónomo que complementaban el estudio previo al encuentro sincrónico teórico con las Primeras notas. De este cuatrimestre en adelante, en todos se hacen evaluaciones de presencialidad física, individuales y escritas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En una de las evaluaciones de estas implementaciones y en virtud de que el 'Fleep in colors' depende de cuestionarios que responden los estudiantes antes del encuentro sincrónico, es que se cambia al JITT porque muy pocos estudiantes respondían los mismos. Sin esas respuestas el docente no se puede situar en que tema tocar que sea acorde al nivel de comprensión logrado por los estudiantes en el estudio autónomo previo.

En el segundo cuatrimestre del 2022 se aplicó JITT con 100% de presencialidad y una gamificación completa de la materia, en vez de obtener una calificación por cada examen obtenían una insignia que les definía de qué manera seguía el juego de cada uno. Aprobaba la materia el que lograba, con insignias, superar todos los niveles del juego. En adelante todos los cuatrimestres han sido de 100% de presencialidad física.

En el primer cuatrimestre del 2023 se aplicó JITT con juegos para hacer autoevaluación. Éste es el último cuatrimestre en el que se ve con JITT la materia completa, implementarlo para todo el programa requiere de más tiempo que del que se dispone de 16 semanas por calendario académico. En los cuatrimestres posteriores se han hecho intervenciones aisladas con esta metodología activa que permite, por ejemplo, retener a los estudiantes después de un parcial, etapa en la que muchos quedan atrasados con el resto de la materia. Durante este cuatrimestre se emplean materiales accesibles a personas con dislexia, implementación que sigue hasta la fecha.

En el 2024 permanece el uso de la videoteca, las diapositivas, los PDF, las Quizizz, con un dictado de teorías que permiten dar la cursada en 16 semanas. Se agregan las diapositivas y los PDF accesibles a personas con baja visión. También se utilizan todos los materiales en el año 2025.

Con estas breves presentaciones de lo realizado en cada cuatrimestre, se acompaña información objetiva de los resultados obtenidos en las cursadas en estudio y en los finales de Ingeniería Química solamente en los que hay un seguimiento del año completo en tres años, y de lo que va de este año por la fecha en la que se presenta el trabajo.

Tabla 1. Información de frecuencias absolutas de cursadas 2021 a 2025.

	Libres	Insuficientes	Regulares	Promocionados	Aprobados	PP	Inscriptos
PC'21	37	81	32	15	47	128	**165**
SC'21	88	46	26	13	39	85	**173**
PC'22	73	64	24	12	36	100	**173**
SC'22	73	106	24	5	29	135	**208**
PC'23	93	85	22	11	33	118	**212**
SC'23	116	54	30	12	42	94	**210**
PC'24	105	85	42	4	46	131	**236**
SC'24	117	106	31	4	35	141	**258**
PC'25	58	156	28	6	34	190	**248**

Tabla 2. Índices de retención y porcentajes de aprobados 2021 a 2025.

	Índice Retención	Aprobados
PC'21	78%	37%
SC'21	49%	46%
PC'22	58%	36%
SC'22	65%	21%
PC'23	56%	28%
SC'23	45%	45%
PC'24	56%	35%
SC'24	55%	25%
PC'25	77%	18%

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Tabla 3. Frecuencias absolutas de finales 2020 a 2025.

	Aprobados	Ausentes	Reprobados	Inscriptos	
‘20	2	6	16	24	Incompleto (1 acta)
‘21	2	11	10	23	Incompleto (4 actas)
‘22	14	50	37	101	Completo (10 actas)
‘23	33	18	26	77	Completo (9 actas)
‘24	28	13	20	61	Completo (10 actas)
‘25	10	16	14	40	Incompleto (6 actas)

Tabla 4. Porcentajes de aprobados sobre los presentes en finales 2020 a 2025.

	Aprobados	Presentes	Porcentaje
‘20	2	18	11%
‘21	2	12	17%
‘22	14	51	27%
‘23	33	59	56%
‘24	28	48	58%
‘25	10	24	42%

Conclusiones

Para comenzar con algunas conclusiones, es claro que no es fácil encontrar material didáctico disponible en matemática universitaria según las notaciones y axiomática seguida en la comunidad de estudio. En particular, en esta materia, se encuentran libros digitalizados o en formato PDF, lo que favorece la democratización que propone Puentedura en el metamodelo SAMR. Puede que lo más frecuente sea tener que confeccionar los propios, lo que lleva mucho tiempo además de las actividades usuales de docencia. Lo cierto también, es que, aún confeccionando los materiales propios, no demos en el clavo con la estrategia, por ejemplo, no es aconsejable el fleep in colors, se han confeccionado numerosísimos cuestionarios y los han respondido pocos alumnos. En esta modalidad de aula invertida tampoco se logra mucha lectura previa ni mucha visualización de videos antes de encuentros presenciales.

Análogamente, parecería ideal el JITT, porque el estudiante tiene un primer contacto con la dificultad del objeto al intentar ejercicios con el docente que le ha impartido la teoría breve y se minimizan los ruidos por aconsejar procedimientos distintos a los del marco teórico, al resolver los trabajos prácticos. Pero desafortunadamente su aplicación requiere tiempos que exceden a los del calendario académico o recortes de contenidos en el programa que no se han podido hacer hasta el momento.

Respecto al tema de la brecha digital, se ha notado en demasía al tener que permanecer en una videoconferencia y ni hablar al querer jugar un juego Quizizz en vivo estando en una de ellas. También se ha notado al querer ver en realidad aumentada las cuádricas, por años ha habido solamente un celular en el aula con el que se pudiera ver realidad aumentada en Geogebra 3D. Recién en el segundo cuatrimestre del 2024 hubo más de un celular con esta prestación para el estudio.

Al seguir el SAMR del pizarrón blanco con fibra a los materiales digitales se logra una redefinición. Hay estrategias didácticas que no pueden llevarse a cabo sin la mediación tecnológica.

No se ha buscado llegar al nivel ‘sustituir’ del modelo SAMR, ni a los demás niveles en cuanto a evaluación. La idea ha sido mediar con tecnologías para ver cuánto se pueden cambiar los resultados en los exámenes habituales con lápiz, papel y calculadora científica básica. Si se ha logrado complementar la evaluación y la acreditación por la retroalimentación de los juegos y la información que recaba el docente del recorrido en el aprendizaje individual por los informes de plataformas como Quizizz.

Se ha percibido una mejora en la significatividad del aprendizaje, acompañada de un mejor porcentaje de aprobados en el examen final. Lo que ha sido fluctuante es el índice de retención y el de cursadas aprobadas,

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

los que claramente, no dependen uno de otro. Hay cuatrimestres con muy buena retención en los que el porcentaje de aprobados no ha sido tan bueno y viceversa.

A pesar de los esfuerzos por acercar ejemplos de respuestas de la Inteligencia Artificial erradas a ejercicios de la materia, no se ha podido lograr que el estudiante no recurra a esta herramienta. Tristemente, muchas veces responde erradamente, pero con una impronta propia que hace que se note al corregir los exámenes, en los que usan el teléfono celular, aunque no esté permitido.

El cuatrimestre más gamificado tuvo un resultado muy favorable. No hablar de calificación ayudó a que no se presentaran certificados por gastroenteritis los días de parcial o recuperatorio. Ni la dificultad de los exámenes ni las condiciones para rendirlos cambiaron, solamente en el discurso venían a jugar y luego de corregidos saber si pasaban de nivel o no. Esta sugestión de que la cursada de la materia fuera un juego bastó para que no se sintieran tan mal a la hora de rendir, pero no se pudo seguir adelante con las insignias porque CONEAU espera una nota de 0 a 100 en los parciales y sus recuperatorios. Definitivamente las características de los juegos, los juegos o la materia como un juego, motivan. (Aranda et all, 2020).

Respecto de los materiales accesibles, están disponibles desde su confección, no ha habido comentario de estudiantes que haya utilizado el accesible a personas con dislexia, como ha ocurrido en otros cursos, pero si ha habido muchos que han mencionado la utilización de los accesibles a personas con baja visión, para quienes hasta se ha cambiado el tamaño de la tipografía en los exámenes.

Referencias

Pozzebon, C. (2025) “Una propuesta de aula invertida gamificada para la enseñanza de matemática en el nivel universitario”. Defensa de Trabajo Final Integrador disponible en: https://www.youtube.com/live/WiYalncOzVg?si=PQYDJbU84-vk8CbQ

Aranda, G. et all. (2020) De la clase magistral al aula taller: una experiencia de programación. XV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. 185-191.

Puentedura, R. (2003) “Hippassus” Disponible en: https://hippasus.com/blog/

Di Domenicantonio, R. et all. (2022) Jornada de articulación entre docentes de Matemática de Colegios Secundarios y de Universidad: una experiencia en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina, Matemática, Educación e internet., 22(1), 18.

Ozollo, F. et all. (2019) La gamificación: reinventar el arte de enseñar, jugando. Mendoza. Universidad Nacional de Cuyo. Flipsnack. Retrieved July 25, 2022, from: https://www.flipsnack.com/diplomaturaecd/ozollo_gamificar_reinventar-el-arte-de-ense-ar-jugando.html

Prieto Martin, A. (2017). Flipped Learning: Aplicar el Modelo de Aprendizaje Inverso. Narcea Ediciones.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Diseño de una secuencia didáctica apoyada en una aplicación Shiny, para la enseñanza de temas de Estadística en Ingeniería

Design of a didactic sequence supported by a Shiny application, for teaching Statistics topics in Engineering

Leonardo D. Barrea
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Argentina.
leonardobarrrea@yahoo.com.ar

José Campos
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Argentina.
jcampos@mdp.edu.ar

Graciela V. Gonzalez
Instituto Superior Particular Incorporado N° 9145 de Venado Tuerto, Argentina.
gracielag76@gmail.com

Noemí M. Ferreri
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Argentina.
nferreri@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Este trabajo propone una secuencia didáctica para la enseñanza de Estadística en Ingeniería, apoyada en una aplicación Shiny, con foco en la visualización y el análisis de datos. El objetivo de la misma es que los estudiantes comprendan el concepto de variabilidad en procesos de producción y puedan analizar su capacidad para cumplir con especificaciones. La secuencia se centra en la resolución de problemas vinculados al análisis de la capacidad de procesos y la aplicación permite a los estudiantes analizar distribuciones de frecuencias, interpretar medidas de centralización y variabilidad, y visualizar la proporción de unidades que se encuentran en intervalos de distinta amplitud, tareas que son importantes para este análisis. Se pone énfasis en la comprensión de cómo la variabilidad impacta en el cumplimiento de especificaciones, fomentando el desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentada en datos ingenieriles.

Palabras clave: Secuencia Didáctica, Aplicación Shiny, Variabilidad, Cumplimiento de especificaciones

Abstract

This work proposes a didactic sequence for teaching Statistics in Engineering, supported by a Shiny app, with a focus on data visualization and analysis. The objective is for students to understand the concept of variability in production processes and to be able to analyze their ability to meet specifications. The sequence focuses on solving problems linked to process capability analysis, and the app allows students to analyze frequency distributions, interpret measures of centralization and variability, and visualize the proportion of units that are in intervals of varying widths, tasks that are important for this type of analysis. Emphasis is placed on understanding how variability impacts compliance with specifications, promoting the development of critical thinking and data-driven decision-making in engineering contexts.

Keywords: Didactic Sequence, Shiny App, Variability, Compliance with specifications

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Es fundamental que la enseñanza de la estadística en carreras de ingeniería, esté asociada a la resolución de problemas, con foco en la visualización y el análisis de datos, dejando de lado la mera aplicación mecánica de fórmulas y teoremas. En tal contexto, el uso de aplicaciones web interactivas, como las desarrolladas con el paquete Shiny de R (Chang et al, 2023), promueven experiencias más motivadoras y accesibles para los alumnos. Según Pérez Castejón et al. (2019), estas herramientas fomentan la participación activa y autónoma del estudiante, así como la comprensión de conceptos estadísticos mediante la exploración dinámica de datos. En línea con esta perspectiva, en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) se diseñaron una aplicación web interactiva desarrollada en Shiny y una secuencia didáctica que se apoya en ella, para la enseñanza de conceptos fundamentales de estadística descriptiva y su aplicación en contextos ingenieriles, con el propósito de mejorar la comprensión de los mismos. Concretamente se plantea el uso conjunto de medidas de localización y dispersión para describir el patrón de variabilidad de una característica de interés para cierto proceso de producción y luego, utilizar esa información para analizar el cumplimiento de especificaciones. El objetivo de este trabajo es describir la aplicación web y la secuencia didáctica diseñadas, conjuntamente con la dinámica del trabajo áulico.

Desarrollo

Conceptos que intervienen en la secuencia didáctica

En un proceso de producción se pretende que los productos o servicios satisfagan requerimientos o especificaciones respecto de ciertas características. La evidencia indica que las unidades variarán entre sí en relación a estas (peso, diámetro, etc) pudiendo presentarse algunas que no cumplan con lo pretendido (producción no conforme). Esto se debe a un sinnúmero de factores.

Cuando se cuenta con datos de una muestra, el patrón de variabilidad se pone de manifiesto a través de su distribución de frecuencias y de medidas de localización y de dispersión. Las primeras medidas informan sobre la localización del conjunto de datos y en particular, el promedio $(\bar{y})$ indica en qué valor está centrado dicho conjunto. Las segundas cuantifican la variabilidad del conjunto de los datos en general o respecto de alguna medida de centrado. En particular, el desvío estándar (s) cuantifica la variabilidad de los datos en relación al promedio.

Si se considera conjuntamente la información que brindan el promedio y el desvío estándar, se pueden definir intervalos de la forma $\bar{y} \pm k.s$, con $k \in \mathbb{R}$, y analizar la proporción de unidades dentro de dichos intervalos. Dependiendo de la forma de la distribución, estos intervalos pueden contener un menor o mayor porcentaje de unidades de la muestra.

El estudio del patrón de variabilidad de alguna característica de interés, a partir de datos muestrales se puede utilizar, en un ámbito ingenieril, con dos objetivos diferentes:

- Caracterizar a las unidades que se producen: cuánto miden en promedio, cuánto se dispersan, etc. e informar aproximadamente entre qué valores se encuentra la mayoría de ellas.
- Analizar si un proceso de producción, tal y como funciona hasta el momento, es capaz de cumplir con ciertas especificaciones definidas para la característica de interés por un cliente interno o externo. Esto se complementa con el cálculo de índices de capacidad.

Para trabajar estos conceptos en cursos de Estadística para estudiantes de carreras de Ingeniería, se diseñaron una secuencia didáctica y una aplicación web utilizando el paquete Shiny de R. A continuación, se realiza una breve presentación del paquete mencionado y de la aplicación diseñada en el marco del proyecto de investigación “Diseño, aplicación y evaluación de propuestas didácticas para la enseñanza de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

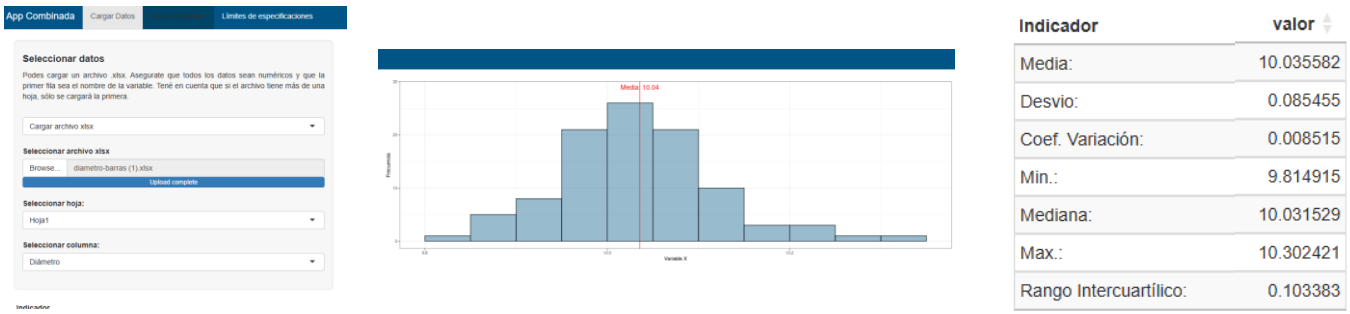
estadística y probabilidad en ingeniería", (FCEIA, UNR) y finalmente se enuncian los objetivos de la secuencia didáctica propuesta. En la sección Resultados, se describe la secuencia mediada por dicha app.

Descripción de la aplicación web

En el marco del proyecto de investigación, se desarrolló una aplicación web con Shiny para apoyar la enseñanza de estadística en ingeniería. Shiny es un paquete de R que permite desarrollar aplicaciones web interactivas desde RStudio, orientadas al análisis y visualización de datos (Chang et al., 2023). Su uso en la enseñanza de la estadística ofrece experiencias más motivadoras y accesibles, favoreciendo el trabajo virtual y asincrónico (Pérez Castejón et al., 2019). Estas aplicaciones promueven la participación activa y autónoma del estudiante, así como la comprensión de conceptos estadísticos mediante la exploración dinámica de datos.

Respecto de la aplicación en particular, cuenta con tres pestañas principales:

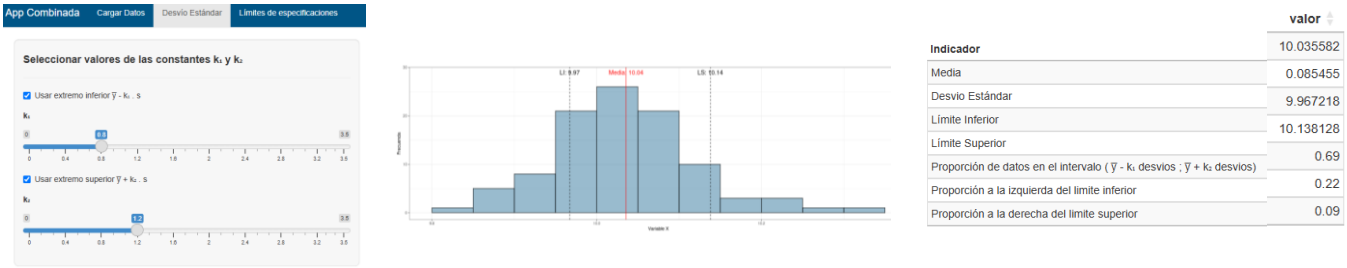
- **Primera pestaña:** permite simular una muestra de tamaño n, a partir de una distribución simétrica o asimétrica; o a partir de distribuciones conocidas (normal, exponencial, etc.) o bien cargar datos propios. Para el conjunto seleccionado, la app presenta medidas descriptivas e histograma (Figura 1).



Indicador	valor
Media:	10.035582
Desvio:	0.085455
Coef. Variación:	0.008515
Min.:	9.814915
Mediana:	10.031529
Max.:	10.302421
Rango Intercuartílico:	0.103383

Figura 1. Información que proporciona la pestaña 1 de la app. Fuente: Elaboración propia.

- **Segunda pestaña:** permite construir intervalos del tipo (media − k_1 desvío; media + k_2 desvío), con valores para k_1 y k_2 definidos por el usuario mediante controles deslizantes. La app calcula media y desvío, genera el histograma con los límites señalados e informa las proporciones de unidades con valor de la variable dentro y fuera del intervalo, diferenciando las que tienen valor menor que el extremo inferior de las que tienen valor mayor del extremo superior (Figura 2).



Indicador	valor
Media	10.035582
Desvio Estándar	0.085455
Límite Inferior	9.967218
Límite Superior	10.138128
Proporción de datos en el intervalo (ȳ - k₁ desvios ; ȳ + k₂ desvios)	0.69
Proporción a la izquierda del limite inferior	0.22
Proporción a la derecha del limite superior	0.09

Figura 2. Información que proporciona la pestaña 2 de la app. Fuente: Elaboración propia.

- **Tercera pestaña:** el usuario ingresa los límites de especificación para la variable de interés. La aplicación los representa en el histograma y calcula proporciones de unidades con valor de la variable dentro y fuera de especificaciones. Muestra, además, estadísticos relevantes e informa los valores de los índices *Cp*, *Cpk* y de la media ideal (Figura 3).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

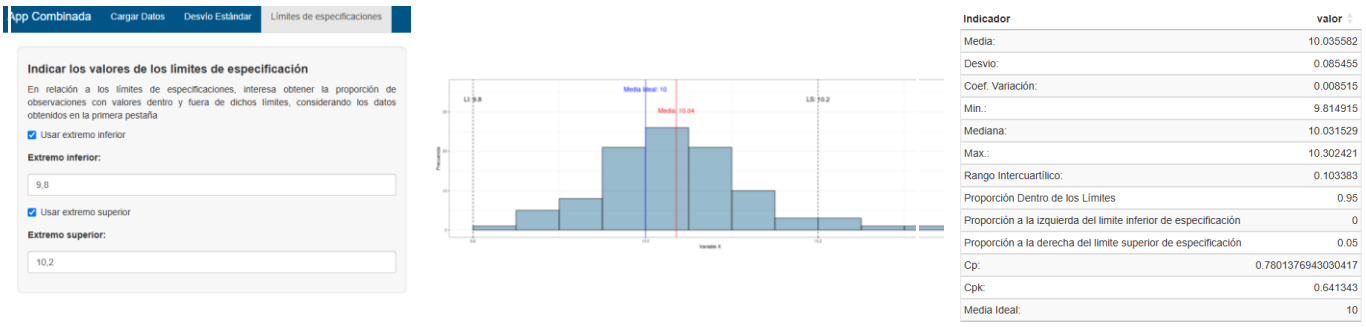


Figura 3. Información que proporciona la pestaña 3 de la app. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, con las dos primeras pestañas se puede describir el patrón de variabilidad, en relación a cierta característica de interés; mientras que con la tercera se puede analizar la capacidad para cumplir con ciertas especificaciones.

Objetivos de la secuencia didáctica propuesta

De acuerdo con Díaz-Barriga (2013), una secuencia didáctica constituye una organización de actividades de aprendizaje que los estudiantes realizan con el propósito de propiciar situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo. La secuencia propuesta en el presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Mostrar la utilidad de considerar conjuntamente la información del promedio y del desvío estándar para comprender mejor la distribución de los datos.
- Aplicar conceptos estadísticos para analizar e interpretar datos reales, valorando su utilidad en la resolución de problemas propios del ámbito de la Ingeniería.
- Comunicar utilizando lenguaje específico y acorde a la situación problemática presentada los resultados obtenidos.
- Desarrollar habilidades de análisis a través de la interpretación de datos y la toma de decisiones fundamentada en contextos ingenieriles, utilizando la aplicación web para promover el pensamiento crítico.

Estos objetivos están en concordancia con lo que CONFEDI establece en su Libro Rojo (CONFEDI, 2018) en cuanto a las competencias de egreso de los futuros profesionales, entre las cuales se destacan el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la resolución de problemas, la inserción social y aprender a aprender.

Resultados

A continuación, se describe cada una de las etapas de la secuencia didáctica diseñada. Además, se detalla la forma en que se incorpora la aplicación web para que los estudiantes puedan visualizar los conceptos e ideas que se trabajan en la propuesta. Cabe destacar que la presente secuencia didáctica está diseñada para ser desarrollada en una clase de tres horas reloj.

1- Primera etapa

Para comenzar se propone a los estudiantes la siguiente situación problemática:

Una empresa que fabrica barras redondas laminadas informa que el diámetro de las mismas mide $10 \pm 0{,}2\ mm$. Un posible cliente, que necesita barras con diámetros entre 9,8 y 10,2 mm, interpreta que todas las barras de ese fabricante le van a servir y por lo tanto, las compra.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

a. En la expresión "$10 \pm 0{,}2\ mm$", ¿qué medidas creen que representan el número 10 y el número 0,2? ¿Qué información nos dan sobre el proceso de fabricación de las barras y sobre la variabilidad del producto?
b. Si el diámetro promedio de las barras fuera de 10 mm y el desvío estándar de 0,2 mm, ¿sería correcto lo pensado por el cliente? ¿Por qué?

La intención de esta propuesta es generar un debate respecto a los conceptos estadísticos involucrados y sus significados. En la primera pregunta, se invita a los estudiantes a reflexionar sobre el sentido de las medidas estadísticas en el contexto de un proceso de producción. De esta reflexión puede surgir, por ejemplo, la idea de que en cualquier proceso de fabricación real no todos los productos tienen exactamente la misma medida, sino que existe una distribución de valores en torno a un valor central; o también la idea errónea de que las barras fabricadas tienen longitudes comprendidas entre 9,8 mm y 10,2 mm. En la segunda pregunta, se retoma esta discusión, suponiendo ahora que 10 mm es el promedio de los diámetros y 0,2 mm, el desvío estándar. La intención es reforzar la idea de que los datos se distribuyen alrededor de un valor central; pero que no todos los valores se encuentran a una distancia menor o igual a un desvío estándar.

2- Segunda etapa

En esta etapa, se propone el análisis de una muestra de barras correspondientes a la producción de la fábrica de la situación problemática inicial. Las actividades que deben realizar los alumnos se presentan de la siguiente manera:

Suponga que no se cuenta con información de toda la producción de barras pero sí con una muestra de 100 barras, a las cuales se les midió su diámetro.

Interactúen con la aplicación y realicen lo pedido en cada uno de los siguientes ítems:

a. Carguen el archivo “datos.xlsx” en el que están los datos de la muestra mencionada
b. Observen el gráfico y los valores de las medidas de resumen que la aplicación brinda en la primera pestaña. ¿Qué pueden decir sobre los diámetros de las barras?
c. Escriban un texto en el que informen sobre el patrón de variabilidad de los diámetros para las barras analizadas

En esta segunda parte, se proporciona un conjunto de datos correspondiente a una muestra de 100 barras a las cuales se les midió su diámetro. Se espera que los estudiantes utilicen la Pestaña 1 de la aplicación para cargar los datos y observen, a continuación, el histograma y las medidas de resumen que esta les brinda (Figura 1). De esta forma, el trabajo del estudiante se centra en interpretar la información obtenida y redactar un texto en el que exprese sus conclusiones. Luego de un tiempo prudente, se realiza una puesta en común en la que el docente guía la exposición, resaltando los resultados más relevantes y revisando aquellos en los que se detecten posibles errores o interpretaciones incorrectas. Tanto en esta etapa como en la anterior, la intención es propiciar una revisión de los contenidos previos necesarios para abordar las problemáticas que se plantean luego.

3- Tercera etapa

En esta etapa, se retoma el planteo inicial y se realizan las siguientes preguntas a los estudiantes para que las respondan utilizando la segunda pestaña de la aplicación web:

A partir de la información proporcionada por la segunda pestaña de la aplicación, respondan:

a. En el intervalo $(\bar{y} - s; \bar{y} + s)$, ¿se encuentran todas las barras?
b. Construyan intervalos de la forma $(\bar{y} - k_1.s; \bar{y} + k_2.s)$ (con $k_1\ y\ k_2 \neq 1$) y describan lo que ocurre.

Es importante destacar que, en este caso, se promueve el estudio de la variabilidad en un proceso de producción, con el objetivo de caracterizar las unidades fabricadas y conocer, aproximadamente, entre qué valores se encuentra la mayoría de ellas. Con el propósito de favorecer la comprensión de la información

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

que proporciona la aplicación y su utilidad para describir la producción de las barras, el docente construye en el pizarrón una tabla como la que se muestra a continuación (Figura 4), la cual se completa con los datos aportados por los estudiantes a partir de valores de k_1 y k_2 seleccionados por ellos mismos. Para ello, utilizan la Pestaña 2 de la aplicación (Figura 2), en la que definen dichos valores mediante controles deslizantes. Por cada par de valores, la aplicación calcula la media y el desvío, genera el histograma con los límites señalados e informa las proporciones de unidades que se encuentran dentro, por debajo o por encima del intervalo definido.

k_1	k_2	$(\bar{y}\text{-}k_1.s\,;\,\bar{y}\text{-}k_2.s)$	Proporción de barras dentro del intervalo

Figura 4. Modelo de tabla para el volcado de la información de la Pestaña 2. Fuente: Elaboración propia

Una vez volcados varios valores en la tabla, los estudiantes van a observar que en el intervalo $(\bar{y} - s; \bar{y} + s)$ no se encuentra la totalidad de las unidades y que hace falta asignar valores mayores a k_1 y k_2 para cubrir a todas, o a una gran proporción de ellas. En este caso, dado que se trata de una distribución de frecuencias de forma simétrica y campanular, utilizando $k_1 = k_2 = 3$ se cubre prácticamente a la totalidad.

4- Cuarta Etapa.

Se plantea una situación derivada de la inicial. Las actividades se presentan de la siguiente forma:

Un posible cliente requiere barras con diámetros entre 9,8 y 10,2 mm. A partir de la muestra obtenida y con la información proporcionada por la aplicación, analicen el cumplimiento de las especificaciones siguiendo estos pasos:

-Obtengan la proporción de valores que se encuentran por fuera del intervalo de especificaciones, tanto a izquierda como a derecha.

-Obtengan la media y el desvío estándar. Luego, confronten la variabilidad permitida con la real de los datos observados del proceso, es decir, comparen la amplitud de las especificaciones con la magnitud del desvío.

-Realicen la misma comparación, pero separando en dos casos, a la izquierda y a la derecha, teniendo en cuenta la distancia entre cada límite de especificaciones y el promedio, en lugar de la distancia entre ambos límites.

Luego respondan:

a. ¿Cómo calificaría el cumplimiento de especificaciones según lo observado?
b. ¿Son adecuados los valores de la media y el desvío para cumplir con las especificaciones?
c. ¿Considera que se trata de conclusiones definitivas?
d. ¿Podría establecer un criterio a partir de las especificaciones establecidas que determine el valor máximo del desvío adecuado para el caso? ¿Este criterio sirve para cualquier situación?

La resolución de esta situación problemática tiene como propósito que los estudiantes comprendan el papel de la variabilidad en un proceso de producción y su relación con el cumplimiento de especificaciones. A través del análisis de datos (gráficos, cálculo de medidas de resumen), se busca que puedan interpretar los resultados en un contexto real y evaluar la adecuación del proceso productivo. En un primer momento, se les propone a los estudiantes realizar un análisis más intuitivo y sin grandes dificultades; luego, se pretende que ellos integren todos los conceptos trabajados hasta el momento para poder relacionar el desempeño del proceso (a través de la información que brindan fundamentalmente la media y el desvío) con la capacidad del mismo para cumplir con las especificaciones. Con ayuda del docente y la discusión grupal, los estudiantes podrán determinar un criterio (de cumplimiento de especificaciones) y conocer las limitaciones del mismo en cuanto a las situaciones en las que puede

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

utilizarse y en las que no es posible, además de analizar cómo debe ser el criterio en cada situación en particular (distribución no simétrica, especificaciones unilaterales, entre otros).
Para cerrar la clase, el docente con ayuda de los estudiantes realiza un resumen de lo trabajado donde se explicitan claramente las dos situaciones diferentes que surgen de analizar el patrón de variabilidad en un proceso de producción: caracterizar las unidades que se producen y analizar la capacidad del proceso de cumplir con especificaciones definidas.
En el trabajo con la secuencia propuesta pueden surgir variantes, a criterio del docente a cargo, y según el tiempo disponible, las características del curso, etc. Algunas cuestiones a tener en cuenta son: trabajo individual o grupal, en el aula o fuera de ella de manera autónoma; contar con diferentes conjuntos de datos y problemas para que se encuentren con otras situaciones tanto en relación a la forma de la distribución de frecuencias como en relación a las especificaciones

Conclusiones

El diseño de secuencias didácticas mediadas por aplicaciones interactivas, facilita la enseñanza de la Estadística en Ingeniería, en entornos de aprendizajes activos que involucran a los estudiantes en la resolución de problemas, fomentan la interpretación de resultados y la comprensión de ideas estadísticas fundamentales, con miras a desarrollar un aprendizaje significativo de los conceptos de Probabilidad y Estadística. El uso de aplicaciones web es fundamental para desarrollar lo mencionado.
Esta propuesta didáctica se implementará en el próximo curso y luego se aplicarán instrumentos tanto para conocer la opinión de los estudiantes sobre la misma, como para evaluar su comprensión del tema desarrollado. Esta información permitirá evaluar tanto la aplicación como su implementación en la secuencia didáctica y realizar las modificaciones pertinentes, en pos de favorecer el aprendizaje significativo de los conceptos trabajados.

Referencias

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Sievert, C., Schloerke, B., Xie, Y., ... Borges, B. (2023). *Shiny: Web application framework for R* (Version 1.8.0.9000) [R package].

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

Díaz Barriga, F. (2013). Secuencias didácticas: Un enfoque para la formación y el desarrollo de competencias. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, *6* (1), 7-26

Pérez Castejón, J. J., Arnaldos, F., Delfa, M. T. D., Martínez, Ú. F., & Peris, L. M. (2019). Docencia y evaluación en Estadística utilizando aplicaciones interactivas Shiny. *e-Publica*, (24), 37-55.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Do prompt ao problema: IA Generativa como ferramenta para a criação de situações matemáticas no contexto da Engenharia

From prompt to problem: Generative AI as a tool for designing mathematics tasks in Engineering contexts

Juliana Martins Philot
Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil.
juliana.philot@maua.br

Gabriel Loureiro de Lima
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.
Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil.
gllima@pucsp.br

Barbara Lutaif Bianchini
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – São Paulo, São Paulo, Brasil.
barbara@pucsp.br

Eloiza Gomes
Instituto Mauá de Tecnologia – São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil.
eloiza@maua.br

Resumo

Neste artigo, discute-se o uso da Inteligência Artificial Generativa (IAG), especialmente o ChatGPT, como ferramenta de apoio à elaboração de problemas matemáticos contextualizados no ensino de Cálculo Diferencial e Integral para cursos de Engenharia. Considerando as limitações práticas da implementação de problemas abertos, como os eventos contextualizados propostos por Camarena, propõe-se o uso da IAG para criar problemas fechados que reflitam, ainda que de forma simplificada, situações reais da prática profissional do engenheiro. A partir de um exemplo, apresentam-se as potencialidades e os desafios da interação com a IAG, destacando-se a importância do papel ativo do professor na formulação e na crítica dos prompts e das respostas geradas. Reforça-se ainda, a necessidade de validação técnica dos problemas por especialistas da área de Engenharia, como etapa fundamental para garantir a fidedignidade e a relevância das situações propostas aos estudantes.

Palavras-chave: IA Generativa. Contextualização. Elaboração de problemas.

Abstract

This article discusses the use of Generative Artificial Intelligence (GAI), especially ChatGPT, as a support tool for designing contextualized mathematics problems in the teaching of Calculus for Engineering programs. Considering the practical limitations of implementing open tasks — such as the contextualized events proposed by Camarena — the article proposes the use of GAI to create closed problems that, even if simplified, reflect real situations from the professional practice of engineers. Based on a concrete example, the article presents the potential and challenges of interacting with GAI, highlighting the essential role of the teacher in formulating and critically evaluating both the prompts and the generated responses. The text also emphasizes the importance of submitting the problems to technical validation by specialists in the relevant field of Engineering, as a crucial step to ensure the authenticity and relevance of the proposed situations for students.

Keywords: Generative AI. Contextualization. Problem design.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introdução

Desde o início de nossa trajetória como pesquisadores na temática Educação Matemática para cursos de Engenharia, temos dedicado especial atenção à elaboração de problemas em contextos extramatemáticos, mais próximos daqueles reais da Engenharia, para serem propostos aos estudantes desde seus ingressos na universidade. Em razão deste foco de estudo, nossas investigações têm sido subsidiadas, principalmente, pela Teoria A Matemática no Contexto das Ciências (TMCC) de Camarena (2021), na qual propõe-se como principal estratégia didática o trabalho com que a autora denomina de *eventos contextualizados*, que não são nem exercícios de fixação de um determinado conteúdo e nem situações de aplicação como as tradicionalmente propostas nos livros didáticos, mas problemas ou projetos não rotineiros integrando a Matemática com outras áreas de conhecimento, que causem um conflito cognitivo no estudante ao ler o enunciado – uma vez que, diretamente, nada é dito acerca do que deve ser realizado para solucioná-los –, mas que, ao mesmo tempo, seja intrigante e motivador para ele.

Nossas experiências têm mostrado que a elaboração e a implementação de eventos contextualizados são processos longos e complexos o que, em muitas ocasiões, acaba tornando o trabalho frequente com esse tipo de situações inviável no contexto de sala de aula. Passamos então a nos questionar como poderíamos, sem necessariamente recorrer com tanta frequência aos eventos contextualizados e tampouco nos restringirmos ao que é tradicionalmente apresentado nos livros didáticos indicados como referências básicas nas disciplinas de Matemática, manter a essência do que é preconizado na TMCC, ou seja, apresentar ao estudante uma Matemática contextualizada na realidade do curso que escolheu, objetivando sua formação integral e o desenvolvimento de competências matemáticas para a profissão e com isso contribuir para que se tornem engenheiros que possam atender às demandas atuais da sociedade (Camarena, 2021).

Como forma de enfrentar esse questionamento, passamos, em nossas práticas docentes como professores de disciplinas iniciais de Cálculo Diferencial e Integral, a recorrer às ferramentas de Inteligência Artificial Generativas (IAG), especialmente o ChatGPT (*Generative Pre-Trained Transformer*), para, após trabalhar com os estudantes um determinado conteúdo, buscar exemplos de suas aplicações em contextos da Engenharia e, também com o auxílio de IAG, elaborar problemas relacionados a estas aplicações para serem propostos aos estudantes com maior frequência do que os eventos contextualizados, tanto em sala de aula, quanto em listas de exercícios e avaliações. Diante de nossa percepção positiva a respeito desta experiência, nos sentimos estimulados a compreender como este tipo de uso das IAG tem sido discutido na literatura científica.

Em primeiro lugar, como pontua Tapan-Broutin (2023), o número de estudos acadêmicos acerca das potencialidades do ChatGPT na área de Educação ainda é reduzido e a investigação do uso das ferramentas de IAG apresenta-se como um caminho de pesquisa importante e promissor. Predominam, de acordo com Tapan-Broutin (2024), investigações destinadas a analisar respostas e textos gerados pelo ChatGPT, havendo, entre outros focos possíveis para estudo, carência, por pesquisas nas quais seja analisada a preparação, por professores com assistência do ChatGPT, de aulas ou de atividades para o ensino, o que poderia "fornecer insights valiosos sobre o papel da IA generativa na educação e seu impacto na profissão docente" (Tapan-Broutin, 2024, p. 166).

Em segundo lugar, como resultado de nossas buscas, notamos que, especificamente em relação ao ensino de Matemática na universidade e, mais particularmente, às aplicações desta ciência em outras áreas de conhecimento, essa questão tem sido enfocada pelo pesquisador argentino Marcel David Pochulu e seus colaboradores (Pochulu, 2024; Pochulu & Font, 2025), mas tendo por objeto de reflexão somente a elaboração de problemas abertos.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Diante deste cenário, passamos a refletir que, embora idealmente o trabalho com a Matemática em cursos de Engenharia devesse priorizar problemas mais abertos, em certa medida semelhantes ao que Camarena (2021) denomina de eventos contextualizados, em alguns momentos é essencial – e, particularmente, mais viável – trabalhar também com problemas fechados. Por que, então, não aproveitarmos as potencialidades das IAG para auxiliar na elaboração cuidadosa desses problemas para que eles possam ilustrar, com maior proximidade possível à realidade, situações nas quais os conceitos matemáticos estudados nas disciplinas básicas da Engenharia são aplicados nos contextos específicos desta área de atuação profissional?

Neste artigo, argumentamos que recorrer às IAG, especialmente ao ChatGPT, e estabelecer um diálogo produtivo com essa tecnologia, por meio de *prompts* adequados e profundos conhecimentos didáticos, pedagógicos e matemáticos, pode ser uma estratégia apropriada para o professor elaborar problemas fechados que efetivamente possam auxiliá-lo no processo de desenvolvimento, por parte do estudante, de competências matemáticas para a profissão, como preconizado na TMCC.

Desenvolvimento

Assim como na elaboração de um evento contextualizado, para o professor criar um problema fechado relacionado à uma aplicação na Engenharia de um determinado conceito matemático, problema este que seja mais fácil de ser trabalhado no dia a dia do curso do que os mencionados eventos, é necessário, em primeiro lugar, compreender em que contextos específicos da Engenharia, se dá a mobilização do conteúdo pretendido. No âmbito da TMCC, há uma metodologia, denominada *Dipcing (Diseño de Programas de Estudio de las Ciencias Básicas en Ingeniería)*, especialmente elaborada para a compreensão das vinculações entre a Matemática e as disciplinas específicas da Engenharia e, consequentemente, destinada à identificação de situações com potencial de se tornarem base para o desenvolvimento de eventos contextualizados. Considera-se, nesta metodologia, a análise de livros-textos das disciplinas não matemáticas como principal estratégia para a compreensão de como os conceitos matemáticos são aplicados na Engenharia.

Esse procedimento, que, na maioria das vezes é bastante dispendioso, poderia também ser empregado para a criação dos problemas fechados que mencionamos, mas as IAG, especialmente o ChatGPT, simplificam – e muito – esse processo, uma vez que, recorrer a estas ferramentas oportuniza ao professor, a partir de questões por ele formuladas, acessar, instantaneamente, 24 horas por dia e 7 dias por semana, informações relevantes e precisas em diferentes áreas de conhecimento, possibilitando-o compreender uma ampla gama de assuntos, fenômenos e exemplos de aplicações de conceitos (Rebelo, 2023).

A respeito do impacto das IAG para a Educação Matemática no século XXI, Pochulu (2024, p. 60) salienta que esse tipo de tecnologia “oferece novas possibilidades para a criação e adaptação de problemas matemáticos, proporcionando maior flexibilidade e criatividade para atender às necessidades específicas dos alunos [...] propiciando uma compreensão mais profunda das aplicações matemáticas em campos como Física, Economia, Biologia, Engenharia e outros”. Embora, como ressaltado na introdução, Pochulu (2024) faça referência especificamente à elaboração de problemas abertos com o uso das IAG, entendemos que os procedimentos mencionados pelo autor e apresentados a seguir podem ser empregados também no processo de elaboração de problemas fechados, com auxílio das IAG.

- Explicitar detalhadamente quem é o usuário da IAG e qual é o seu objetivo ao recorrer a ela.
- Apresentar detalhes específicos sobre o ambiente no qual o problema a ser elaborado será trabalhado, os recursos disponíveis para este trabalho, bem como as restrições presentes e critérios a serem considerados.
- Definir, com precisão, o papel (especialista em uma área específica, tutor em Educação Matemática, consultor em determinada área de conhecimento etc.) que a IAG deverá assumir durante a interação com o usuário.
- Especificar, com clareza, as necessidades do usuário, como: o conteúdo que o problema deverá envolver, o formato da resposta a ser dada pela IAG e os objetivos visados por meio do trabalho com a situação a ser elaborada.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Pochulu e Font (2025) destacam que, no caso da elaboração de problemas abertos, após a obtenção das respostas, o professor deverá avaliar o que obteve a partir de indicadores, alguns dos quais entendemos, com adaptações pontuais, serem também apropriados para o caso da criação, com o auxílio de IAG, de problemas fechados. Tais indicadores, já adaptados para o caso da elaboração de problemas fechados, são os seguintes:
Indicador 1: a situação elaborada não deve se basear completamente em realidades fictícias ou excessivamente manipuladas apenas para permitir a aplicação de procedimentos matemáticos; ela deve, em alguma medida, estar próxima de um contexto real e autêntico.
Indicador 2: a situação elaborada, se está efetivamente relacionada a um contexto real, deve contemplar apenas perguntas a ele relacionadas, evitando-se solicitar do estudante a mobilização de objetos matemáticos que não sejam relevantes para o estudo pretendido.
Indicador 3: no problema elaborado, os alunos não devem ser solicitados a apenas encontrar diretamente fórmulas, resolver equações ou esboçar gráficos. Estas ações podem, evidentemente, ser requeridas, mas por meio de comandas relevantes relacionadas ao emprego dos objetos matemáticos vinculados a tais ações, objetivando à resolução do problema.
Indicador 4: o enunciado do problema não deve apresentar esclarecimentos desnecessários.
Indicador 5: no enunciado, deve-se sempre solicitar que os estudantes justifiquem suas respostas e os procedimentos empregados para obtê-las.

A análise, a partir dos indicadores apresentados, do problema fornecido pela IAG possibilitará que, se for o caso, o professor possa refinar os *prompts* empregados, de modo a orientar "a ferramenta a fornecer respostas alinhadas às necessidades de análise e planejamento pedagógico" (Pochulu & Font, 2025, p. 18). Nesse processo, poderá dar prosseguimento à sua interação com essas ferramentas "fazendo perguntas complementares, buscando esclarecimentos ou questionando a validade das respostas geradas, transformando a interação prompt-resposta em um diálogo dinâmico (Yanar & Ergene, 2025, p. 159).

Resultados

Nesta seção, apresentamos um exemplo do processo de elaboração de um problema fechado relacionado à uma aplicação na Engenharia do conceito de derivada de uma função real de uma variável real e, especificamente, da noção de ponto de inflexão de uma curva, recorrendo à versão gratuita do ChatGPT. Como *prompt* inicial, utilizamos o seguinte: *Olá, somos um grupo de professores de Matemática que ministra aulas de Cálculo Diferencial e Integral, no primeiro ano do ciclo básico da Engenharia e temos buscado apresentar exemplos de situações específicas da Engenharia nas quais os conteúdos do Cálculo são empregados. Gostaríamos que atuasse como nosso consultor especialista em Engenharia e nos indicasse cinco exemplos de situações reais da Engenharia, que poderiam ser exploradas nas nossas aulas de Cálculo. Gostaríamos de trabalhar com situações que possibilitassem ao estudante perceber, por meio do estudo da derivada de uma função real de uma variável real, o papel dos pontos de inflexão de uma curva em situações reais, que ele compreendesse o porquê de, nas aplicações da derivada na Engenharia, ser importante determinar os pontos nos quais há mudança de concavidade na curva.*

Como resposta, foram sugeridos os seguintes exemplos: 1. Flexão de Vigas – Mudança de Curvatura (Engenharia Civil/Engenharia Mecânica); 2. Projeto de Suspensão Veicular – Conforto e Estabilidade (Engenharia Automotiva/Mecânica); 3. Velocidade de Crescimento de Reação Química em Reatores (Engenharia Química); 4. Eficiência de Turbinas ou Motores – Curva de Torque (Engenharia Mecânica/Aeroespacial); e 5. Controle de Temperatura em Sistemas de Aquecimento – Curva de Aquecimento (Engenharia de Controle/Engenharia de Produção). Na resposta dada, foi mencionada ainda a possibilidade de, para cada situação, contemplar as seguintes sugestões de exploração didática: (i) pedir aos alunos que esbocem ou interpretem gráficos reais ou simulados; (ii) fazer com que eles identifiquem intervalos de concavidade e o(s) ponto(s) de inflexão; (iii) discutir o significado físico da mudança de concavidade; (iv) relacionar os sinais da segunda derivada com a geometria da curva e o comportamento

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

do sistema; e (v) estimular a construção de modelos simples (funções polinomiais de grau 3, exponenciais compostas etc.).

Optamos então por explorar a situação (5) e inserimos um novo *prompt*: *Muito obrigado pelas sugestões. Gostaríamos então que, tomando por referência a situação 5, elaborasse um problema para ser trabalhado em nossas aulas de Cálculo com alunos que já estudaram derivada e determinação de pontos de inflexão de curvas recorrendo à derivada. Gostaríamos que, atuando como nosso consultor especialista em Educação Matemática, elaborasse o problema de modo a contemplar cada uma das sugestões de exploração didática que você mencionou.*

Foi apresentada então uma sugestão de problema que, em nossa análise, ainda requeria ajustes. Estes se deram a partir da inserção da seguinte sequência de *prompts*:

- *Excelente sugestão. Temos a seguinte preocupação e gostaríamos que, novamente como consultor especialista, mas agora recorrendo aos seus conhecimentos físicos e de Engenharia, nos ajudasse a contornar: os estudantes estão no primeiro ano do curso e ainda não têm tanto domínio dos conceitos físicos e das interpretações desses conceitos requeridos no problema elaborado. Você poderia então reformular o enunciado contemplando mais detalhes que possam auxiliar os estudantes nas interpretações físicas para que, deste modo, possam responder mais tranquilamente às questões propostas?*
- *Certo, mas não é possível, ao invés de fornecer essas orientações aos estudantes, contemplá-las como passos auxiliares, em novas questões propostas já no enunciado do problema, de modo que eles próprios possam chegar a essas conclusões?*
- *Excelente. Gostaríamos então que, agora atuando no papel de Engenheiro, nos dissesse se, de fato, essa situação é real. Caso não seja, em que aspectos ela difere da realidade?*
- *Excelente! É possível então reformular o enunciado, incorporando esses aspectos que, na situação considerada, diferem da realidade, indicando que estamos estudando uma situação simplificada, mas também deixando claro que essa simplificação já dá indicações importantes do que se passa no cotidiano real da Engenharia?*
- *Queríamos essas observações importantes sobre o modelo já inseridas no enunciado do problema, não como observações a parte. É possível?*
- *Certo, mas gostaríamos que mantivesse, com o enunciado do problema nesta nova versão, as questões propostas originalmente, nas quais a interpretação gráfica ganha destaque. Além disso, gostaríamos que no enunciado, ao citar o termo ductilidade, se explicasse o que isso significa.*

Após este último *prompt*, finalmente obtivemos a versão do problema que consideramos a mais próxima daquela que desejávamos no início do processo. Esta envolvia uma relação funcional entre temperatura (T) e tempo (t) dada algebricamente por: $T(t) = 400 \cdot (1 - e^{-0{,}1t})$. Obtido este problema, passamos a resolvê-lo detalhadamente para realizar alguns ajustes na forma como as questões são apresentadas para torná-las mais adequadas ao público com o que objetivamos trabalhar. Neste processo, observamos que a função dada não tem ponto de inflexão, ao contrário do que era pedido no *prompt* inicialmente inserido e do que está indicado nas próprias questões elaboradas pelo ChatGPT. Revela-se, neste momento, o quão importante é o professor não aceitar, sem uma cuidadosa análise crítica, as sugestões dadas pela ferramenta de IAG. O contexto proposto é pertinente e adequado, mas exatamente o conceito matemático que gostaríamos de trabalhar não pode ser contemplado na situação apresentada. Foi necessário então a inserção de novos *prompts* para reformular a situação.

- *Mas qual é o ponto de inflexão neste caso? Parece não haver, uma vez que a derivada é sempre negativa!*

Como resposta a este *prompt*, o ChatGPT nos disse que de fato tínhamos razão e que, diante deste impasse, haveria duas possibilidades: manter a situação, mas não mencionar a existência de pontos de inflexão, trabalhando com a representação gráfica de uma função na qual a concavidade não se altera ou

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

considerar uma função na qual, em sua representação gráfica, haja ponto de inflexão. Para esta segunda possibilidade, nos apresenta como sugestão a função sigmoidal $T(t) = \frac{400}{1+ae^{-kt}}$. Inserimos então um novo *prompt*: *Por favor, ajuste o enunciado e as questões considerando essa função sigmoidal*. Como resultado obtivemos o problema e o conjunto de questões apresentados na Figura 1.

Figura 1: problema e questões elaborados pelo ChatGPT após a sequência de *prompts*

Problema: Modelo Sigmoidal de Aquecimento de uma Peça Metálica

No processo industrial de fabricação, peças metálicas são frequentemente submetidas a tratamento térmico, como o recozimento, com o objetivo de modificar suas propriedades mecânicas — como resistência e **ductilidade** (capacidade de um material de se deformar plasticamente sem se romper, ou seja, sua maleabilidade).

Durante o aquecimento, a temperatura da peça costuma seguir um comportamento sigmoidal: nos primeiros instantes, há um aquecimento mais lento devido à resistência térmica inicial; em seguida, a temperatura se eleva mais rapidamente até que, gradualmente, se aproxima da temperatura do forno.

Para representar esse comportamento realista, adotamos a seguinte função para a temperatura $T(t)$ (em °C) da peça ao longo do tempo t (em minutos):

$$T(t) = \frac{400}{1 + 10e^{-0,3t}}$$

Essa função é uma simplificação de modelos utilizados na engenharia térmica e permite estudar, de forma acessível, conceitos como taxas de variação e mudança de concavidade ao longo do tempo.

Neste modelo:

- **"A temperatura do forno é constante em 400 °C."**
- **"O valor 10 no denominador representa a resistência térmica inicial (por exemplo, devido à geometria da peça ou a camadas superficiais)."**
- **"O fator $0,3$ ajusta a taxa de aquecimento."**

Questões

1. Faça um esboço qualitativo da curva $T(t)$. Que forma geral a curva apresenta? Onde ela parece crescer mais rapidamente?
2. Determine a derivada $T'(t)$. O que essa derivada representa fisicamente?
3. Com base na derivada, analise o comportamento da taxa de variação da temperatura da peça. Em que intervalo do tempo a peça aquece mais rapidamente?
4. Calcule a segunda derivada $T''(t)$. Identifique o instante em que ela se anula. O que esse valor representa fisicamente?
5. Explique o significado do ponto de inflexão da curva no contexto do aquecimento da peça. Por que esse ponto é relevante em uma indústria que deseja controlar o tempo de permanência da peça no forno?
6. Analise a concavidade da curva antes e depois do ponto de inflexão. O que essa mudança indica sobre o comportamento da taxa de aquecimento da peça?

Fonte: ChatGPT

Figura 2: questões por nós reformuladas

(a) Represente graficamente a função $T(t)$ no intervalo de 0 a 60 minutos.

(b) Com base na representação gráfica obtida no item (a), responda:

(b.1) A função é crescente ou decrescente no intervalo considerado?

(b.2) Os valores de $T(t)$ crescem indefinidamente ou tendem a um valor-limite? Se houver um valor-limite, determine-o e interprete seu significado físico no contexto do aquecimento da peça.

(c) O que representa fisicamente a derivada $T'(t)$ no contexto do problema? Ou seja, o que ela indica sobre o comportamento da temperatura da peça metálica ao longo do tempo?

(d) Como se comporta a taxa de variação da temperatura da peça ao longo do tempo no intervalo de 0 a 60 minutos? Essa taxa é constante, crescente ou decrescente? O que isso indica fisicamente?

(e) Que informações sobre o fenômeno físico podem ser extraídas a partir dos valores da derivada segunda da função $T(t)$ no intervalo de 0 a 60 minutos?

(f) O sinal da derivada segunda $T''(t)$ permanece constante ao longo do intervalo? Caso haja mudança de sinal, em que ponto(s) isso ocorre?

(g) O que se pode afirmar sobre a forma da curva que representa graficamente a função $T(t)$ em seus pontos de inflexão? Como isso aparece visualmente no gráfico?

(h) Suponha que os engenheiros responsáveis pelo controle térmico do forno desejem identificar o momento em que o aquecimento da peça começa a desacelerar, ou seja, quando a eficiência do processo começa a diminuir. Como o ponto de inflexão da função pode auxiliar nessa identificação?

(i) Por que, do ponto de vista da eficiência energética e do controle do processo, pode ser vantajoso realizar ajustes no sistema de aquecimento a partir do ponto de inflexão identificado na curva de temperatura?

Fonte: elaborado pelos autores

Por fim, ainda consideramos que as questões apresentadas na Figura 1 poderiam ser reformuladas de modo a se levar em consideração uma maior proximidade com os indicadores formulados por Pochulu e

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Font (2025) e por nós adaptados. Deste modo, para encerrar o processo de elaboração do problema e das questões vinculadas a ele, sugerimos o novo conjunto de comandas a serem respondidas pelos estudantes, conjunto este apresentado na Figura 2. Passamos então às conclusões que podem ser depreendidas do que apresentamos.

Conclusões

As ferramentas de IAG, como o ChatGPT, podem ser, como discutido neste trabalho, aliadas potentes na criação de problemas fechados cuidadosamente construídos de modo a refletir, ainda que de modo simplificado, situações reais vivenciadas na prática profissional do engenheiro, possibilitando ao professor maior agilidade na elaboração de situações contextualizadas que poderão promover maior engajamento e compreensão por parte dos estudantes.

No entanto, o uso dessas ferramentas requer uma postura ativa e crítica por parte do professor, uma vez que pode haver necessidade de refinar os *prompts* utilizados, orientando a ferramenta a fornecer respostas mais alinhadas aos objetivos pedagógicos pretendidos. Esse processo não é linear nem automatizado: exige diálogo, reformulações e tomada de decisões fundamentadas, transformando a tradicional interação "*prompt*–resposta" em um processo interativo e reflexivo. Como ilustra a experiência apresentada neste artigo, o simples fato de uma situação sugerida envolver um contexto da Engenharia não garante, por si só, que os conceitos matemáticos desejados estejam efetivamente contemplados — o que exige cuidadosa validação por parte do docente.

Por fim, ressaltamos a importância de que os problemas elaborados com o auxílio da IAG, mesmo quando tecnicamente bem construídos e didaticamente pertinentes, sejam submetidos à análise de um especialista da área de Engenharia na qual o contexto está inserido. Essa etapa é essencial para verificar a validade e a fidedignidade da situação apresentada, prevenindo equívocos conceituais e garantindo que o problema represente, de fato, uma aproximação significativa com a realidade profissional que os futuros engenheiros enfrentarão.

Referências

Camarena, P. (2021). *Teoria de la matemática en el contexto de las ciencias*. EDUNSE.

Pochulu, M. (2024). Inteligencia artificial generativa y su impacto en la educación matemática del siglo XXI. *Journal Sibemir, 1*(1), 60–69.

Pochulu, M. D., & Font, V. (2025). Idoneidad didáctica de tareas de matemáticas reformuladas con inteligencia artificial. *Paradigma, 46*(1). *(Sem paginação disponível)*

Rebelo, E. M. (2023). Como lidar com o uso da inteligência artificial no ensino superior? In *Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas no Ensino Superior* (Universidade do Algarve). Anais [...]. Algarve: Universidade do Porto.

Tapan-Broutin, M. S. (2023). Examination of questions asked by pre-service mathematics teachers in their initial experiences with ChatGPT. *Journal of Uludag University Faculty of Education, 36*(2), 707–732.

Tapan-Broutin, M. S. (2024). Exploring mathematics teacher candidates' instrumentation process of generative artificial intelligence for developing lesson plans. *Yükseköğretim Dergisi, 14*(1), 165–176.

Yanar, A. N., & Ergene, Ö. (2025). Integrating artificial intelligence in education: How pre-service mathematics teachers use ChatGPT for 5E lesson plan design. *Journal of Pedagogical Research, 9*(2), 158–176.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Edpuzzle como herramienta de evaluación formativa en la enseñanza de Cálculo Avanzado

Edpuzzle as a formative assessment tool in Advanced Calculus teaching

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

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

Resumen

Este trabajo describe una experiencia educativa realizada en la asignatura Cálculo Avanzado de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional San Nicolás, durante el ciclo lectivo 2025, usando Edpuzzle como recurso de evaluación formativa. Para ello, se diseñaron dos videos interactivos que permitieron a los estudiantes resolver diversas situaciones, recibir retroalimentación inmediata y monitorear su progreso. Los resultados muestran una valoración positiva del uso de este tipo de recursos digitales por parte de los alumnos. Además, se resalta la flexibilidad y versatilidad de la plataforma educativa utilizada para diseñar experiencias evaluativas que fomenten la participación activa, la reflexión crítica sobre los propios avances y la construcción de conocimientos de forma significativa. Se concluye que integrar recursos digitales puede enriquecer y transformar los procesos evaluativos, invitando a repensar su rol como aliados pedagógicos. Finalmente, se plantea la necesidad de seguir explorando formas innovadoras de potenciar su uso en la educación superior.

Palabras clave: Estudiantes de ingeniería, Cálculo Avanzado, Evaluación formativa, Recursos digitales, Edpuzzle.

Abstract

This paper describes an educational experience conducted in the Advanced Calculus course of the Mechanical Engineering at the Facultad Regional San Nicolás during the 2025 academic year, using Edpuzzle as a formative assessment resource. For this purpose, two interactive videos were designed to allow students to solve various problems, receive immediate feedback, and monitor their progress. The results show that students have a positive perception of using this type of digital tool. Furthermore, the flexibility and versatility of the educational platform used to design assessment experiences that encourage active participation, critical reflection on individual progress, and more meaningful knowledge construction. It is concluded that integrating digital resources can enrich and transform assessment processes, inviting educators to rethink their role as pedagogical allies. Finally, the need to continue exploring innovative ways to enhance their use in higher education is emphasized.

Keywords: Engineering students, Advanced Calculus, Formative assessment, Digital resources, Edpuzzle.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La integración de recursos digitales en la evaluación constituye una valiosa oportunidad para diseñar propuestas pedagógicas innovadoras que, mediante una planificación estratégica, permitan aprovechar al máximo sus ventajas. En este sentido, su implementación puede contribuir a flexibilizar las instancias evaluativas, haciéndolas más interactivas, dinámicas y contextualizadas a los desafíos de la educación actual. Tal como sostiene Morillos García (2024), los recursos digitales bien empleados permiten desarrollar procesos de evaluación más pertinentes, significativos y coherentes con las demandas de una sociedad en constante cambio.

Este trabajo tiene como propósito presentar la experiencia educativa que se llevó a cabo en la asignatura Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional San Nicolás, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, durante el ciclo lectivo 2025. La misma se desarrolló durante el proceso de aprendizaje de los métodos para resolver sistemas de ecuaciones lineales y para aproximar integrales definidas numéricamente.

Con el fin de enriquecer la evaluación formativa de los temas mencionados, se diseñaron dos videos interactivos intervenidos con la plataforma educativa Edpuzzle. Las herramientas elaboradas permitieron a los estudiantes interactuar con el contenido, resolver distintas situaciones y recibir retroalimentación inmediata. Esta estrategia no sólo buscó evaluar los conocimientos adquiridos, sino también fomentar una participación activa, el aprendizaje autónomo y la reflexión crítica sobre el propio proceso de aprendizaje.

Para conocer las percepciones de los alumnos respecto de la incorporación de estos recursos en la evaluación formativa, se aplicó una encuesta que permitió recoger información valiosa sobre su experiencia. Por ello, se presentan los resultados obtenidos junto con un breve análisis. Además, se incluyen algunas reflexiones finales que invitan a repensar el rol de los recursos digitales en los procesos evaluativos y a explorar nuevas formas de potenciar su uso en la educación superior.

Evaluación formativa

Según Largo Taborda y Henao Díaz, (2022), el concepto de evaluación formativa hace referencia al conjunto de valoraciones frecuentes sobre la comprensión y el progreso del estudiante. En lugar de centrarse en los resultados finales, la evaluación formativa se enfoca en el proceso de aprendizaje, identificando debilidades y oportunidades de mejora a lo largo del desarrollo educativo (Ayauca Morán et al., 2023). Entre sus principales características se destacan (Paz Perea et al., 2024):

- Continua: se realiza de manera regular y constante a lo largo del proceso de enseñanza y de aprendizaje, lo que permite que tanto docentes como estudiantes tengan una visión clara del progreso alcanzado y de las áreas que requieren atención.
- Flexible: se adapta a las necesidades, estilos y ritmos de aprendizaje de cada estudiante.
- Participativa: fomenta la implicación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo un sentido de responsabilidad y autonomía.
- Orientada a mejorar el proceso de aprendizaje: su objetivo principal es promover un aprendizaje significativo. A través de la retroalimentación, los estudiantes pueden reflexionar sobre su desempeño, reconocer sus fortalezas y debilidades, y establecer metas de mejora.

Los recursos digitales en la evaluación formativa

La incorporación de recursos digitales en la evaluación formativa favorece la diversificación de las estrategias evaluativas, facilita la retroalimentación inmediata y promueve una participación más activa y reflexiva por parte de los estudiantes (Medina Marino et al., 2024). Además, contribuye a automatizar actividades rutinarias que suelen demandar una considerable inversión de tiempo, lo que permite a los

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

docentes enfocar sus esfuerzos en diseñar intervenciones pedagógicas más significativas y ofrecer oportunidades de aprendizaje enriquecedoras (Walss Aurioles, 2021).

En la actualidad, es posible acceder a una gran variedad de recursos digitales, los cuales pueden seleccionarse y adaptarse de acuerdo con las necesidades del docente, los objetivos de aprendizaje y las características del grupo de estudiantes. Entre los recursos disponibles se encuentra Edpuzzle, una plataforma educativa que permite subir vídeos o seleccionar otros ya existentes y editarlos para incluir preguntas o explicaciones. Además, ofrece la posibilidad de consultar las respuestas y el progreso de los estudiantes, así como de proporcionar retroalimentación personalizada.

Es importante destacar que esta herramienta no sólo brinda la oportunidad de conocer las respuestas de cada estudiante, sino que también recopila y organiza los resultados de los cuestionarios en informes detallados. Esta información resulta sumamente valiosa para el docente, ya que facilita un análisis más preciso tanto de los logros alcanzados como de las dificultades que enfrentan los alumnos durante el proceso de resolución (García González et al., 2021).

Experiencia educativa

La experiencia se desarrolló durante el ciclo lectivo 2025 en la asignatura Cálculo Avanzado de la carrera Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional San Nicolás. La misma tuvo lugar durante el proceso de aprendizaje de los métodos para resolver sistemas de ecuaciones lineales y para aproximar integrales definidas numéricamente. El grupo participante estuvo conformado por 26 estudiantes.

Para llevar a cabo la evaluación formativa, se diseñaron dos recursos digitales a través de la plataforma Edpuzzle. Cada uno de estos recursos consistió en un video interactivo en el que se presentaban diversas situaciones problemáticas, vinculadas con los contenidos trabajados en clase, cuya resolución requería la aplicación de conceptos teóricos y prácticos.

En el caso del recurso digital “Sistemas de ecuaciones lineales”, el video incluyó nueve preguntas de opción múltiple insertadas a lo largo de su desarrollo, mientras que el recurso correspondiente a “Integración numérica” contenía seis preguntas del mismo tipo. Esta modalidad permitió que el proceso de corrección se realizara de forma automática. Las Figuras 1 y 2 muestran algunas de las situaciones planteadas en ambos recursos digitales.

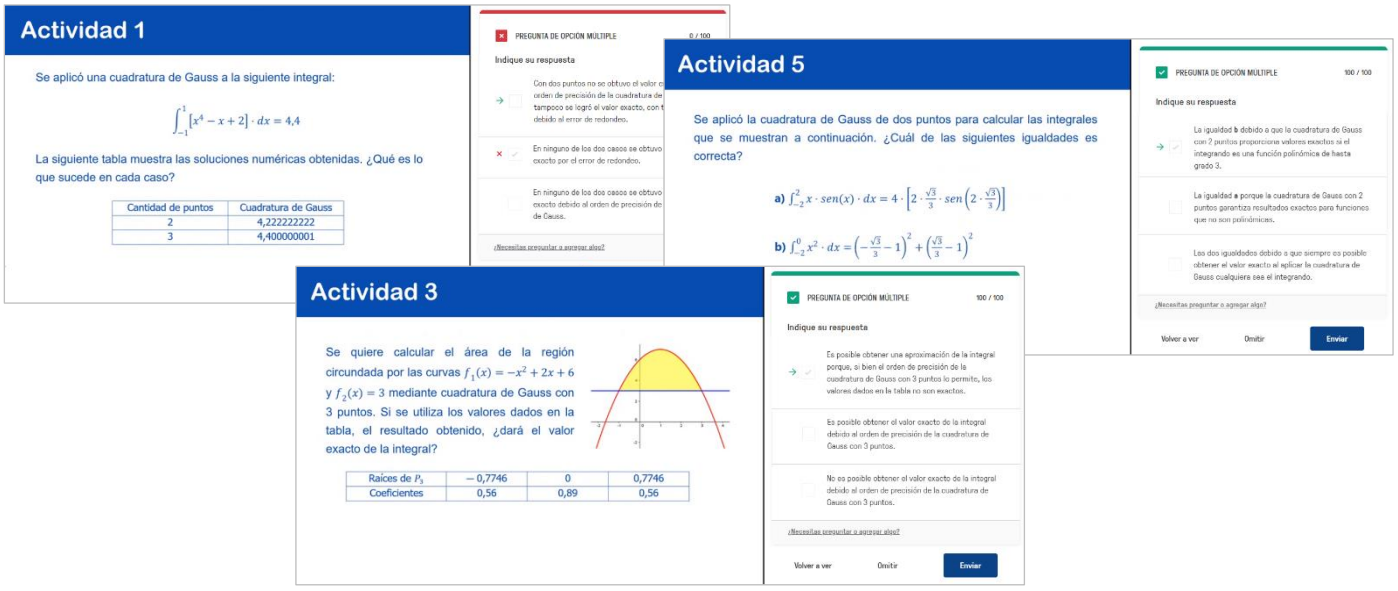


Figura 1. Ejemplos de las situaciones propuestas en el recurso digital “Integración numérica”

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

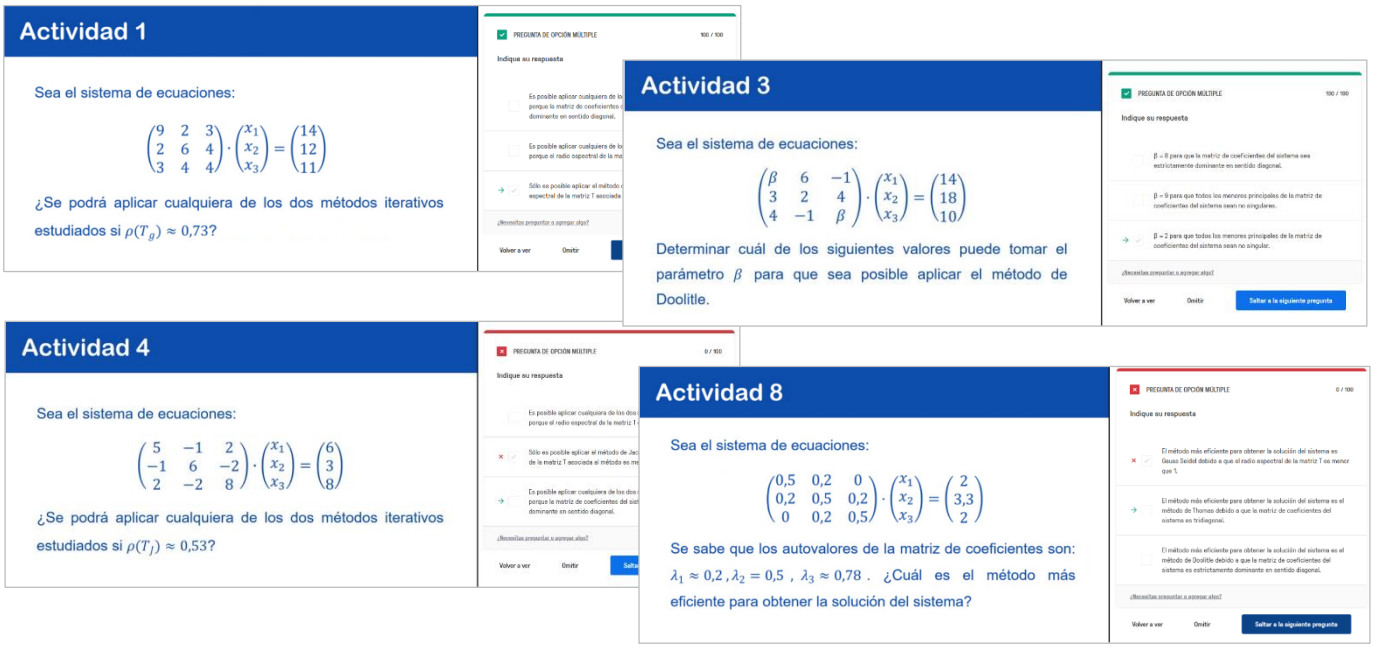


Figura 2. Ejemplos de las situaciones propuestas en el recurso digital “Sistemas de ecuaciones lineales”

Como se observa en las actividades presentadas en las Figuras 1 y 2, Edpuzzle brinda retroalimentación inmediata a los estudiantes mediante la corrección automática de las preguntas de opción múltiple. Cada vez que el estudiante selecciona una respuesta, la herramienta indica de forma instantánea si ésta es correcta o incorrecta. Esta modalidad permite a los alumnos identificar y corregir errores en el momento mismo en que se producen, reforzando la comprensión de los conceptos involucrados. Cabe destacar que la información generada queda registrada en informes detallados, los cuales pueden ser consultados posteriormente tanto por los estudiantes, para monitorear su propio progreso, como por los docentes, para detectar dificultades recurrentes y diseñar estrategias de apoyo más adecuadas.

Para conocer las percepciones de los estudiantes sobre el uso de recursos digitales en la evaluación formativa, se aplicó una encuesta al curso completo. Este instrumento incluyó preguntas cerradas valoradas mediante una escala tipo Likert, que permitió a los estudiantes expresar su grado de acuerdo o desacuerdo con una serie de afirmaciones relacionadas con su experiencia (Hernández Sampieri et al., 2014). Este tipo de escala facilitó la cuantificación de sus percepciones. La Tabla 1 presenta la escala Likert utilizada y el valor numérico asignado a cada opción de respuesta.

Tabla 1. Escala tipo Likert y su valor numérico

Escala	Valor numérico
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
No de acuerdo ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Las afirmaciones incluidas en la encuesta estuvieron orientadas a explorar aspectos como el aporte de los recursos digitales a la comprensión de los conceptos trabajados, su efectividad para monitorear el propio progreso, así como su influencia en la motivación, la retroalimentación y la evaluación formativa. La Tabla 2 presenta los indicadores considerados para cada una de las dimensiones mencionadas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Tabla 2. Indicadores de cada dimensión

Dimensión	Indicadores	
Motivación	1.1	El uso de recursos digitales despertó mayor interés en mí que otras herramientas tradicionales.
	1.2	El recurso digital hizo que la resolución de las actividades fuera más atractiva y dinámica.
	1.3	El uso del recurso digital promovió una participación más activa de mi parte en el proceso de aprendizaje.
Comprensión de contenidos	2.1	La forma en que se presenta la información en el recurso digital me ayudó a comprender los métodos numéricos.
	2.2	La interactividad del recurso digital facilitó mi comprensión de los métodos numéricos.
	2.3	Las explicaciones ofrecidas por el recurso digital fueron más claras que las de los materiales tradicionales.
	2.4	El acceso ilimitado al recurso digital me permitió reforzar la comprensión de los conceptos trabajados.
Monitoreo del propio progreso	3.1	El recurso digital me ayudó a identificar mis errores y lo que había comprendido correctamente.
	3.2	El recurso digital me permitió entender mejor mis avances y dificultades durante el aprendizaje.
	3.3	Las actividades del recurso digital me ayudaron a evaluar mi nivel de comprensión.
Retroalimentación	4.1	La retroalimentación recibida a través del recurso digital me ayudó a comprender los conceptos involucrados.
	4.2	Recibir retroalimentación inmediata me permitió corregir errores a tiempo y reforzar conceptos.
	4.3	La retroalimentación proporcionada por el recurso digital resultó más clara y útil que la de otros medios tradicionales.
Aporte a la evaluación formativa	5.1	Las actividades del recurso digital me ayudaron a prepararme de forma más adecuada para la evaluación escrita.
	5.2	El recurso digital fue una herramienta útil que acompañó de forma continua mi proceso de aprendizaje.

Resultados

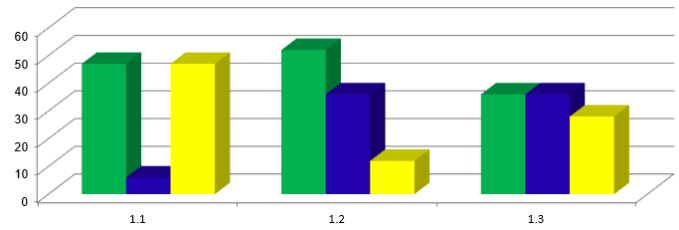
La información cuantitativa obtenida mediante la encuesta con escala tipo Likert se analizó utilizando herramientas de estadística descriptiva. En primer lugar, se calcularon las frecuencias absolutas y los porcentajes correspondientes para cada uno de los indicadores. Esta estrategia permitió identificar tendencias generales y evidenciar los aspectos que la mayoría de los alumnos evaluó de manera positiva.

Para facilitar la comprensión de los resultados se elaboraron gráficos de barras que representan los indicadores agrupados por dimensión, como se muestra en la Figura 3. En estos gráficos, el color verde representa una valoración de 5, el azul corresponde a 4 y el amarillo indica 3. Cabe señalar que no se registraron respuestas con puntuaciones 2 y 1 en ninguna de las dimensiones, por lo que no se incluyeron en los gráficos a fin de presentar la información de manera más clara.

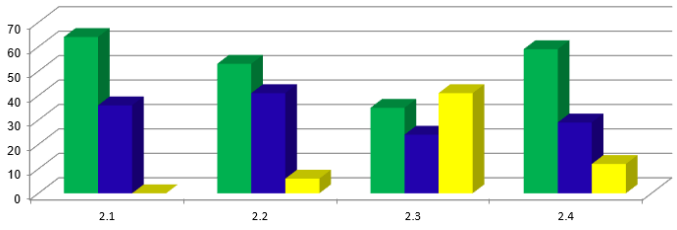
Los resultados reflejan una valoración positiva del uso de recursos digitales en la evaluación formativa, con una clara tendencia hacia puntuaciones altas en todos los indicadores analizados. El hecho de que todas las dimensiones obtuvieran resultados favorables indica que estas herramientas contribuyen a los distintos aspectos del proceso de aprendizaje considerados. Además, la ausencia de respuestas bajas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

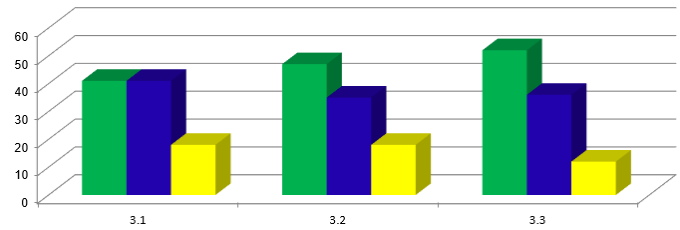
refuerza esta tendencia positiva, aportando evidencia valiosa para reflexionar sobre la influencia de los recursos digitales.



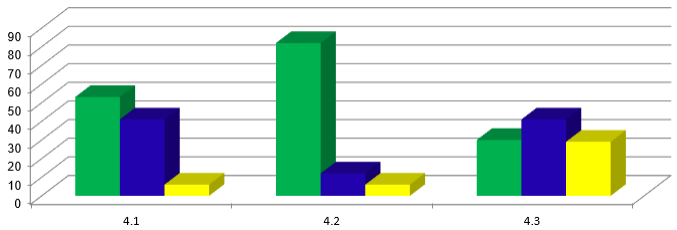
Dimensión motivación



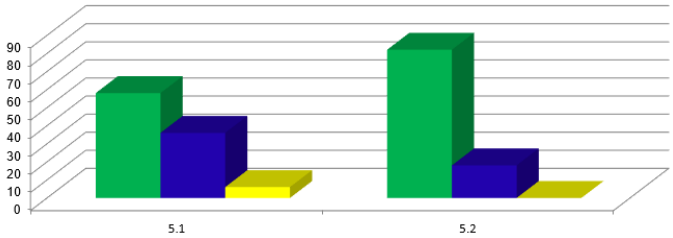
Dimensión comprensión de contenidos



Dimensión monitoreo del propio progreso



Dimensión retroalimentación



Dimensión aporte a la evaluación formativa

Figura 3. Resultados de los indicadores de cada dimensión

También se calcularon la media global y el porcentaje de respuestas con valoraciones de 4 y 5 en cada dimensión, lo que permitió una comparación más detallada. Los resultados presentados en la Tabla 3 corroboran lo observado en los gráficos de barras. Todas las medias globales superan el valor de 4 y los porcentajes de valoraciones en los niveles 4 y 5 son elevados, lo que evidencia una tendencia general de aceptación y percepción positiva. La dimensión **aporte a la evaluación formativa** se destacó como la mejor puntuada. También las dimensiones **retroalimentación**, **comprensión de contenidos** y **monitoreo del propio progreso** también muestran resultados sólidos. Aunque la dimensión **motivación** alcanzó una media aceptable y un 71 % de valoraciones altas, estos resultados sugieren que sería conveniente potenciarla.

Tabla 3. Media y porcentaje de respuestas con valoraciones 4 y 5 globales en cada dimensión

Dimensión	Media global	% Valoraciones 4 – 5 global
Motivación	4,16	71%
Comprensión de contenidos	4,38	85%
Monitoreo del propio progreso	4,31	84%
Retroalimentación	4,41	86%
Aporte a la evaluación formativa	4,68	97%

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

Los resultados obtenidos a partir de la implementación de Edpuzzle como herramienta de evaluación formativa en la enseñanza de Cálculo Avanzado demuestran que los recursos digitales pueden transformar profundamente la forma en que se conciben y desarrollan los procesos evaluativos. Por ejemplo, a través de la interactividad, la retroalimentación inmediata y la posibilidad de seguimiento personalizado, es posible promover una evaluación continua, dinámica y ajustada a los ritmos de cada estudiante.

Además, la flexibilidad y versatilidad que ofrece Edpuzzle permite diseñar experiencias evaluativas más cercanas a la realidad de los alumnos, fomentando su participación activa, la reflexión crítica sobre los propios avances y la construcción de conocimientos de forma más significativa. En este sentido, su uso no sólo aporta valor para medir los aprendizajes logrados, sino que también enriquece y redefine el rol de la evaluación como motor de mejora y autorregulación en los procesos formativos.

Por esta razón, resulta fundamental repensar el rol de los recursos digitales como aliados para construir evaluaciones más significativas y contextualizadas, que favorezcan la autonomía, la autorregulación y la reflexión crítica de los estudiantes. Se plantea, en consecuencia, la necesidad de seguir explorando nuevas formas de potenciar su uso, adaptándolas a los desafíos y demandas de la educación superior.

Referencias

Ayauca Morán, E., Serrano Morán, P. y Acosta, P. (2023). El uso de plataformas digitales gamificadas para la evaluación formativa en educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(6), 7077–7096. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15100.

García González, E., Ruiz García, E., Andújar Montoya, M, Sáez Menchacatorre, P. y Carrión Jackson, E. (2021). Flipped Classroom en la Educación Superior mediante la herramienta EdPuzzle. En R. Satorre Cuerda (Coord.), Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria, (pp. 2275–2298). Universidad de Alicante. http://hdl.handle.net/10045/120951.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mac Graw Hill.

Largo Taborda, W. y Henao Díaz, D. (2022). Evaluación formativa: impulsar el aprendizaje contextualizado y la mejora de la práctica docente. *Revista de Investigaciones de la Universidad Católica de Manizales*, *22*(39), 93–112. https://revistas.ucm.edu.co/index.php/revista/article/view/190/209.

Medina Marino, P., Pilatasig Patango, M., Ibáñez Oña, J., Tumbez Cunuhay, L., Masapanta Cuchipe, B., Gusqui, N. y Silva Carrillo, A. (2024). Evaluación Formativa Digital. Herramientas y técnicas para mejorar el feedback y el aprendizaje continuo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(4), 10052-10073. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13150.

Morillos García, O. (2024). *Uso de las TIC en la evaluación formativa para estudiantes de nivel superior: una revisión sistémica* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo].

Paz Perea, C., Quiñónez Tamayo, C., Quiñónez Perlaza, M. y Meza Ganchozo, M. (2024). Evaluación formativa y retroalimentación en plataformas digitales. *Polo del Conocimiento*, *9*(9), 2825–2838. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8090.

Walss Aurioles, M. (2021). Diez herramientas digitales para facilitar la evaluación formativa. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 18, 127–139. https://doi.org/10.51302/tce.2021.575.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Materiales y herramientas en el contexto del aprendizaje invertido y la evaluación de competencias

Materials and tools in the context of flipped learning and competency assessment

Rodriguez Alejandro
Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemática, Argentina.
alejandro_e_rodriguez@hotmail.com

Cuadros Patricia
Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemática, Argentina.
pcuadros@unsj.edu.com

Resumen

La educación superior enfrenta el desafío de integrar recursos educativos digitales, como videos y libros digitales, para mejorar la calidad y relevancia del aprendizaje. Las TIC desempeñan un papel crucial en este proceso, al proporcionar recursos educativos digitales que posibilitan que el aprendizaje sea de fácil acceso, dinámico y atractivo para los estudiantes. Este trabajo analiza la creación estructurada de material hipermedial, adaptando estrategias a las necesidades de los estudiantes, y presenta un diagnóstico sobre los materiales existentes junto con una encuesta a docentes. Los resultados destacan la importancia de la familiarización y el uso efectivo de estos recursos para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de que su integración en el sistema de evaluación aumenta la motivación.

Palabras clave: Materiales hipermediales, aprendizaje centrado en el estudiante, proceso enseñanza aprendizaje, aprendizaje asincrónico.

Abstract

Higher education faces the challenge of integrating digital educational resources, such as videos and digital books, to improve the quality and relevance of learning. ICT plays a crucial role in this process by providing digital educational resources that make learning easily accessible, dynamic, and engaging for students. This paper analyses the structured creation of hypermedia material, adapting strategies to students' needs, and presents an assessment of existing materials together with a survey of teachers. The results highlight the importance of familiarisation with and effective use of these resources to enhance the teaching-learning process, as well as the fact that their integration into the assessment system increases motivation.

Keywords: Hypermedia materials, student-centered learning, teaching-learning process, asynchronous learning

Introducción

La educación, como herramienta de transformación social, debe adaptarse a los avances tecnológicos y aprovechar las oportunidades que ofrecen las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) para diversificar y dinamizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, está obligada a reestructurar sus escenarios y estrategias (Salinas, 2004). De hecho, la constante mejora de las TIC facilita y amplia las oportunidades educativas (Rodríguez, Mezquita, & Vallecillo, 2019), La integración de recursos educativos digitales (RED) permite actualizar los modelos pedagógicos y responder a las demandas de una sociedad en constante cambio.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Un recurso educativo digital (RED) es cualquier material digital con fines educativos que necesita de soporte tecnológico para su reproducción (Gazzola, Otero, & Llanos, 2023). También puede entenderse un RED como cualquier contenido educativo presentado en formato digital cuyo objetivo es servir de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje facilitando la compresión, apropiación e interpretación de información por el estudiante (Losada, Cárdenas, & Vásquez, 2020). Puede incluir diversos formatos como videos, infografías, libros electrónicos, simulaciones y plataformas interactivas. Los mismos resultan esenciales en el enfoque por competencias, donde la motivación y la agilidad en las clases son prioritarias.

El enfoque centrado en el estudiante (ACE) transforma el objetivo tradicional de la educación, que se centraba en la mera transmisión de conocimientos, hacia el desarrollo de capacidades aplicables en contextos profesionales reales. Este cambio demanda la implementación de metodologías activas y materiales flexibles, que promuevan la autonomía y la metacognición, al tiempo que respondan a la rápida obsolescencia del conocimiento (Cepeda, Irazabal, Mejia, Valencia, & Aldaz, 2025).

En este contexto, la tecnología convierte las aulas en espacios inteligentes que favorecen la interacción, la retroalimentación y la personalización del aprendizaje. Sin embargo, para implementar estos enfoques es necesario rediseñar tanto los materiales como los sistemas de evaluación, adaptándolos a escenarios híbridos y a los nuevos paradigmas educativos.

El aprendizaje centrado en el estudiante se basa en la autonomía, la participación activa y la construcción colaborativa del conocimiento (Cornejo, Jácome, & Desiderio, 2023). En este modelo, el docente asume el rol de facilitador, guiando el proceso y adaptando estrategias a las necesidades del grupo. Esto implica sustituir las clases expositivas por experiencias de aprendizaje activo, resolución de problemas abiertos y actividades que estimulen el pensamiento crítico.

En el ámbito de la ingeniería, se presenta la desventaja que muchos docentes, al ser ingenieros, carecen de las herramientas pedagógicas necesarias para implementar el enfoque ACE. Sin embargo, una ventaja significativa es que estos profesionales poseen muchas de las habilidades descriptas anteriormente: aprender en forma autónoma, aprender de y junto con los colegas, aprender a través de la práctica y la experimentación, y resolver problemas abiertos requieren soluciones creativas. Por lo tanto, deberían estar mejor predispuestos para favorecer y promover un ACE.

Los materiales didácticos multimediales, son aquellos que combinan diferentes tipos de medios (texto, audio, video, imágenes) de manera articulada en un solo recurso, están diseñados específicamente para que los estudiantes interactúen directamente en su proceso de construcción de conocimiento. La escritura, imagen, audio y video tienen que tener un sentido propio dentro del material y relacionarse entre sí, es una tarea que requiere de gran precisión. No se trata simplemente de “buscar” materiales para incluir porque se relacionan con el tema matemático. Es esencial investigar y analizar las dificultades y posibilidades de diversas metodologías para la producción de materiales didácticos. Esto permite diseñar estrategias que favorezcan el desarrollo e incorporación de propuestas didácticas en Cálculo y en otras asignaturas del área de ingeniería, contribuyendo a la capacitación y actualización de los docentes universitarios, especialmente procurando afrontar las problemáticas tanto epistemológicas como metodológicas de la enseñanza de la matemática con TIC.

Estos materiales no solo transmiten información, sino que generan entornos interactivos que potencian la motivación y el aprendizaje significativo. El diseño de estos materiales exige precisión, capacidad de síntesis y adaptación al medio de distribución. Para lograr buenos resultados es fundamental considerar aspectos como el tiempo del mensaje, su duración, capacidad de síntesis, y la adaptación al medio usado. Estos elementos son cruciales en la producción de materiales didácticos y muchos docentes no están plenamente preparados para abordarlos.

Este trabajo se propone analizar la confección estructurada de materiales hipermediales, enfocándose en las diversas estrategias y protocolos para la producción de materiales didácticos. El objetivo es examinar las estructuras empleadas en la creación de material académico de matemática nivel superior y establecer una planificación estratégica que funcione como metodología para la producción de recursos educativos mediada por TIC.

.

Desarrollo

Se empleó un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos mediante triangulación metodológica. Esto permitió obtener datos desde diferentes perspectivas y aumentar la validez de los resultados (Ruiz, 2021).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La estrategia incluyó:

- **Estudio de casos y análisis de la práctica docente**, para identificar dificultades y oportunidades en la integración de materiales digitales.
- **Revisión documental y bibliográfica**, observación, encuestas semiestructuradas y grupos de discusión, para recopilar experiencias y percepciones de docentes y estudiantes.
- **Investigación cualitativa proyectiva**, orientada a detectar necesidades y proponer soluciones prácticas en el diseño de materiales
- **Análisis cuantitativo** mediante estadísticas descriptivas y rúbricas, que permitieron evaluar materiales y herramientas en función de criterios definido. Se utilizaron rúbricas de modo que cada criterio de la misma se puntúa de acuerdo a una escala predefinida, generando datos numéricos para análisis estadístico (Martínez-Rojas, 2008), pueden utilizarse como "gold standard" para evaluar la fiabilidad y validez de otros instrumentos de medición(Valverde Berrocoso, 2014) .

Primero se lleva a cabo un estudio exhaustivo de las diversas estrategias utilizadas para la producción de materiales detalladas en la literatura y un diagnóstico sobre los materiales hipermediales ya elaborados. Este proceso implica identificar cuáles de las estructuras generadas, que recursos visuales y que metodologías empleadas tienen la mejor aceptación entre los estudiantes de ingeniería. Para ello se lleva a cabo un estudio analítico cuantitativo de las estadísticas de valoración del material, así como encuestas a los estudiantes. Se identificarán los componentes estructurales de los materiales didácticos, abarcando los lenguajes utilizados para la comunicación, el contenido temático desarrollado, el medio que sirve de soporte y el entorno de comunicación que gestiona el diálogo con el usuario. También se tienen en cuenta las opiniones y necesidades expresadas por los estudiantes respecto a sus expectativas sobre el material hipermedial y su utilidad real.

Con toda la información recabada, se procede a la confección de nuevos materiales adaptando las mejores metodologías a los requerimientos solicitados por los estudiantes. Es fundamental contemplar requerimientos e involucrar a los estudiantes en la implementación de recursos digitales para aumentar su frecuencia de uso y confianza (Lema, 2024). Posteriormente se mide el impacto de estos nuevos recursos y se obtienen conclusiones.

Las propuestas desarrolladas se implementan en las aulas de las asignaturas de Cálculo I de la Facultad de Ingeniería. Se realiza una investigación evaluativa de las propuestas, analizando los resultados, valorando la efectividad del modelo y la coherencia entre actividades y objetivos propuestos y las realizadas. La producción lograda se transfiere luego al medio, mediante una argumentación elaborada, examinada y validada.

En el desglose del objetivo general se busca revisar la bibliografía y analizar las propuestas para la confección óptima de materiales multimedia sobre matemática de nivel superior, Esto se logra mediante el análisis de casos de éxito y la identificación de los componentes fundamentales para la producción adecuada del material, con el fin de desarrollar una planificación estratégica que permita crear materiales multimedia adaptados a la enseñanza de matemática en los primeros años de ingeniería.

Resultados

En el mercado existe una amplia y creciente cantidad de herramientas para la creación de recursos educativos digitales. Para seleccionar entre las alternativas comúnmente utilizadas en el ámbito universitario, se ha definido una rúbrica para calificar en forma cuantitativa aspectos que, de otro modo, serían meramente subjetivos y difíciles de priorizar.

Los aspectos y niveles definidos para la rúbrica de evaluación de la herramienta son los siguientes.

- **Facilidad de Uso**

Nivel 5: Extremadamente intuitiva y fácil de utilizar, incluso para usuarios no experimentados.
Nivel 4: Bastante intuitiva y fácil de usar, con una curva de aprendizaje suave.
Nivel 3: Complejidad moderada y requiere cierto entrenamiento para su uso efectivo.
Nivel 2: Interfaz compleja y requiere un esfuerzo significativo para dominar.
Nivel 1: Muy difícil de usar, interfaz poco amigable, incluso para usuarios expertos.

- **Características Funcionales:**

Nivel 5: Amplia variedad de funcionalidades avanzadas y personalizables.
Nivel 4: Sólida gama de características funcionales que satisfacen la mayoría de las necesidades.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Nivel 3: Funcionalidades básicas, pero carece de algunas características deseables.
Nivel 2: Conjunto limitado de funcionalidades, lo que limita las posibilidades de creación de contenido.
Nivel 1: Muy básico, inadecuado para la creación de contenido educativo.

- **Integración y Compatibilidad:**

Nivel 5: Se integra perfectamente con múltiples sistemas y plataformas, y es compatible con varios formatos.
Nivel 4: Buena integración con la mayoría de sistemas y formatos comunes.
Nivel 3: Moderada integración con algunas limitaciones.
Nivel 2: Limitada, dificultando su uso en diferentes entornos.
Nivel 1: Muy restringidas, difícil de utilizar.

- **Costo:**

Nivel 5: Totalmente gratuita y accesible para todos.
Nivel 4: Muy asequible y accesible para la mayoría de usuarios.
Nivel 3: Moderado, lo que puede ser una barrera.
Nivel 2: Elevado, limita su accesibilidad.
Nivel 1: Muy alto, inaccesible para la mayoría de usuarios.

- **Recepción de Estudiantes:**

Nivel 5: Aceptación entusiasta, muy atractiva y motivadora.
Nivel 4: Acogida positiva, útil y atractiva.
Nivel 3: Recepción neutral.
Nivel 2: Recepción negativa poco atractiva.
Nivel 1: Rechazo y resistencia al uso.

- **Versatilidad en Asignaturas:**

Nivel 5: Extremadamente versátil, útil en muchas asignaturas.
Nivel 4: Bastante versátil, se adapta a varias necesidades.
Nivel 3: Versatilidad moderada, se adapta mejor a determinadas asignaturas.
Nivel 2: Versatilidad limitada, se ajusta a un rango específico de asignaturas.
Nivel 1: Muy restringida, solo para unas pocas asignaturas.

- **Capacidad SCORM:**

Nivel 5: Completa integración y compatibilidad con el estándar SCORM.
Nivel 4: Buena compatibilidad con el estándar SCORM.
Nivel 3: Moderada, con algunas dificultades de integración.
Nivel 2: Limitada, dificulta la integración con sistemas de gestión de aprendizaje.
Nivel 1: Carece de capacidades SCORM.

Las herramientas evaluadas incluyen eXelearning (EL), Reload Editor (RE), Articulate Storyline (AS), Adobe Captivate (AC) y Trivantis Lector (TL). La aplicación de la media ponderada con los pesos indicados en la tabla de la rúbrica permitió priorizar estas herramientas como lo muestra la tabla 1. De ello se evidencia que la herramienta de autor libre, eXelearning. es la opción más adecuada debido a su fácil manejo y múltiples utilidades para la educación a distancia y presencial. Este software libre favorece la adaptabilidad y el intercambio de recursos educativos, permitiendo su exportación en diversos formatos y su carga en plataformas LMS como Moodle (Meza Cano, De la Rosa, & González Santiago).

Tabla 1: Rúbrica de evaluación de las herramientas.

Criterio De Evaluación	Peso	EL	RE	AS	AC	TL
Facilidad de Uso	20%	4	4	4	4	4
Características Funcionales	10%	3	4	5	4	4
Integración y Compatibilidad	5%	4	4	5	4	4
Costo de la Herramienta	30%	5	4	3	2	3
Recepción de Estudiantes	15%	3	4	3	2	2
Versatilidad en Asignaturas	10%	5	4	5	4	4
Capacidad SCORM	10%	5	4	5	5	4
Puntuación	100%	4.25	4.0	3.9	3.2	3.4

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Secuencia pedagógica de los objetos de aprendizaje

El término Objeto de Aprendizaje (OA), nombrado por primera vez en 1992 por Wayne, no es un concepto unificado. El enfoque tomado en este trabajo es el que lo define como cualquier entidad digital que puede ser usada, re-usada o referenciada para el aprendizaje soportado en tecnología (Callejas Cuervo, Hernández Niño, & Pinzón Villamil, 2011). Un material didáctico multimedial puede considerarse un tipo de objeto de aprendizaje, siendo que un OA puede ser algo más simple, como un gráfico o un ejercicio y el material didáctico puede incluir múltiples OA.

Una de las características de los OA que interesa en particular en este trabajo, es la modularidad; porque la posibilidad de entregarlos en módulos, potencia su distribución y recombinación (Callejas Cuervo et al., 2011).

La arquitectura de los OA vine dictada por la definición de una secuencia didáctica. Una secuencia didáctica es una estructura de acciones e interacciones relacionadas entre sí, intencionales, que se organizan para alcanzar algún aprendizaje(Díaz-Barriga, 2013); implica una serie articulada de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas (Tobón, Prieto, & Fraile, 2010). Estos conceptos son aplicados para el desarrollo de material didáctico hipermedial en eXelearning. Un ejemplo de ello se detalla a continuación.

En este caso la secuencia didáctica definida es la siguiente:

- Mapa de ruta del OA (ver Figura 1).



Figura 1: Mapa de ruta.

- Repaso breve de los conceptos principales a recuperar por el OA.
- Aplicaciones específicas del concepto, enfocado en las competencias de egreso y la articulación vertical con otras asignaturas.
- Evaluación de corte formativa recuperando los conceptos.
- Encuestas de recuperación de la experiencia de los estudiantes.

Se desarrollan materiales de los módulos i) Derivada, ii) Aplicaciones de la derivada, iii) Integrales indefinidas, iv) Integrales definidas y v) Series y sucesiones. La intencionalidad de esta elección es la de constituir herramientas de soporte a los estudiantes, sin reemplazar las actividades áulicas, de modo de no generar competencias entre unas y otras.

Se desarrolla una encuesta a docentes sobre el uso de los materiales digitales, siendo la misma:

- Utiliza materiales digitales en sus prácticas educativas
- Elabora sus contenidos para actividades en sus cursos
- Evalúa con materiales digitales
- Analiza y experimenta con nuevos materiales para enriquecer las estrategias didácticas
- Modifica materiales digitales para adaptarlos a las actividades de sus cursos

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- Conoce los esquemas de licenciamiento y derechos de autor que conlleva la creación y uso de materiales digitales
- Mencione las aplicaciones de creación y edición de recursos educativos digitales que utiliza en su práctica docente (Canva, Power Point, Genially, Prezi, Quizz, Kahoot, etc)
- Tiene conocimiento sobre repositorios o bancos de información y recursos educativos digitales

Otro instrumento a desarrollar es para evaluar al material digital, siendo los aspectos a tener en cuenta: calidad de diseño, calidad y profundidad del contenido acorde al nivel sugerido de uso, aporta un uso innovador de las herramientas digitales, claridad en la presentación de los conceptos, aporta al saber hacer del estudiante y su autonomía, colaboración efectiva para favorecer el trabajo grupal

Conclusiones

La transformación digital educativa trasciende la mera introducción de nuevos recursos educativos en las aulas. Estos recursos permiten experimentar con nuevas metodologías y estrategias didácticas mediadas por tecnología, entre las que pueden citarse la clase invertida, la evaluación formativa con tecnologías o gamificación, por destacar algunos ejemplos. En este sentido, la transformación digital del panorama educativo propicia una importante resignificación del profesorado, tanto de su trabajo, como del rol e identidad que ostenta en una escuela que avanza de forma acelerada hacia su digitalización.

El uso de recursos digitales implica realizar una serie de cambios que repercuten no solo a nivel curricular, sino también en el rol que debe tener cada participante del proceso educativo, los estudiantes se vuelven gestores de su aprendizaje, mientras que el profesor es un facilitador y colaborador del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Como resultado de la implementación del esquema metodológico propuesto, se genera un protocolo sencillo para la confección de material hipermedial para los cursos de Cálculo 1. De la discusión cruzada entre priorización de las TIC y el enfoque pedagógico, se define la creación de esquemas modulares en eXelearning, que toma temas centrales y recupera los puntos más relevantes en un formato navegable. El esquema modular permite que el uso pueda replicarse en otras materias, otros cursos y años subsiguientes; y la facilidad de uso permite su mejora y adaptación.

Como áreas de oportunidad se encuentra que lo estudiantes no hacen un uso del material como el esperado, el intercambio en el ala indica que por el estadio evolutivo de los estudiantes (primer año) tienen una fuerte tendencia a limitar el uso de los materiales opcionales, limitándose a los obligatorios o fundamentales. La estrategia ideada para un futuro es que los docentes se soporten en estos materiales para uso en metodologías de clase invertida de modo de proporcionarles más protagonismo.

Otra arista a tener en cuenta es la posibilidad de enfocar esquemas menos estructurados en pro de otros no lineales de libre navegación, de modo de propiciar la construcción de un entorno de aprendizaje propio para cada docente.

La creación y modificación de materiales digitales aún es un desafío. Se requiere que los docentes desarrollen habilidades, destrezas y competencias específicas que les permitan trabajar con las tecnologías y materiales digitales. La mayoría de los docentes puede utilizar e incluso crear materiales digitales, la dificultad se presenta cuando se tiene que editar materiales ya existentes. Para generación de materiales las herramientas más utilizadas son Canva y Power Point, esto indica que los docentes utilizan presentaciones como medio principal de representación de contenidos.

El uso de la tecnología permite subsanar debilidades en la interacción docente estudiante, como la entrega de tareas, desarrollo de actividades colaborativas, la retroalimentación a la tarea evaluada; pero todavía existen resistencias en los docentes en el uso, sobre todo, en el ejercicio de la evaluación.

La evaluación sincrónica en línea favorece la autonomía en la construcción de aprendizajes, al mismo tiempo que propicia la inclusión y socialización del conocimiento a través de dispositivos tecnológicos acordes con las temáticas de estudio. El carácter formativo de la evaluación favorece el trabajo autónomo y colaborativo. Su carácter flexible permite al estudiante el manejo de autocontrol y responsabilidad para realizar la tarea requerida, lo que permite un acercamiento a formas diferentes de percibir la evaluación del aprendizaje. El estudiante se responsabilizó del trayecto formativo, desarrolló habilidades en el manejo de diversos lenguajes, escritos, verbales, imágenes y tecnológico.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Referencias

- Callejas Cuervo, M., Hernández Niño, E. J., & Pinzón Villamil, J. N. J. E. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. 7(1), 176-189.
- Cepeda, J. d. C. V., Irazabal, D. C. T., Mejia, C. P. L., Valencia, M. d. C. C., & Aldaz, P. R. C. J. C. L. R. C. M. (2025). Metodologías activas en el aula: impacto en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. 9(3), 5248-5270.
- Cornejo, M. A. N., Jácome, W. L. C., & Desiderio, S. V. E. J. C. C. R. d. I. (2023). El discente como constructor de su propio conocimiento: Reflexiones desde la pedagogía centrada en el aprendizaje. 4(2), 981-1012.
- Díaz-Barriga, Á. J. U., México, consultada el. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. 10(04), 1-15.
- Gazzola, M. P., Otero, M. R., & Llanos, V. C. (2023). Opiniones de los profesores sobre un Recurso Educativo Digital (RED) para enseñar funciones en la escuela secundaria. Paper presented at the XVI Conferencia Interamericana de Educación Matemática.
- Lema, B. O. A. J. E. I. (2024). Recursos educativos digitales para mejorar el aprendizaje en matemáticas. 3(1), 59-72.
- Losada, B. M., Cárdenas, M. I. Z., & Vásquez, S. I. A. J. C. V. (2020). Entorno virtual para cocrear recursos educativos digitales en la educación superior. 9(1), 101-112.
- Martínez-Rojas, J. G. J. A. e. m. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. 6(1), 129-138.
- Rodríguez, D. V., Mezquita, J. M. M., & Vallecillo, A. I. G. J. P., Revista de Currículum y Formación del Profesorado. (2019). Metodología innovadora basada en la gamificación educativa: evaluación tipo test con la herramienta Quizizz. 23(3), 363-387.
- Ruiz, A. E. T. J. R. S. (2021). El transitar en la investigación cualitativa: un acercamiento a la triangulación. 6(20), 275-295.
- Salinas, J. J. R. U. S. C. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. 1, 1.
- Tobón, S. T., Prieto, J. H. P., & Fraile, J. A. G. (2010). Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias (Vol. 1): Pearson educación México.
- Valverde Berrocoso, J. J. R. R. d. d. u. (2014). El uso de e-rúbricas para la evaluación de competencias en estudiantes universitarios. Estudio sobre fiabilidad del instrumento. 12(1), 49-79.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Integración de actividades H5P en la evaluación formativa de métodos numéricos

Integration of H5P activities in the formative assessment of numerical methods

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

Lucía Chiapparoli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Argentina.
lchiapparoli@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta un recurso educativo digital desarrollado con H5P para ser utilizado en la evaluación formativa del tema “Interpolación y ajuste de curvas” en la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás. El diseño del recurso se fundamentó en los enfoques de aprendizaje activo y evaluación formativa, promoviendo una comprensión más profunda de los conceptos abordados y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje. A partir de la metodología de Investigación Basada en Diseño, se desarrollaron actividades interactivas con retroalimentación inmediata. La elección de H5P se debió a su fácil uso y versatilidad para crear recursos digitales dinámicos que favorecen la participación y el aprendizaje autónomo. Aunque el recurso aún no ha sido implementado, su desarrollo representa un primer paso hacia la incorporación de prácticas pedagógicas innovadoras en la enseñanza de métodos numéricos en carreras de ingeniería.

Palabras clave: Estudiantes de ingeniería, Evaluación formativa, Análisis Numérico, Recursos educativos digitales, H5P.

Abstract

This work presents a digital educational resource developed using H5P, to be used in the formative assessment of the topic "Interpolation and Curve Fitting" in the course “Numerical Analysis and Advanced Calculus”, of the Industrial Engineering program at Facultad Regional San Nicolás. The design of the resource was based on active learning and formative assessment approaches, promoting a deeper understanding of the concepts addressed and encouraging students to reflect on their own learning process. Based on the Design-Based Research methodology, interactive activities with immediate feedback were developed. The choice of H5P was based on its ease of use and versatility to create dynamic digital resources that promote student engagement and autonomous learning. Although the resource has not yet been implemented, its development represents a first step towards the incorporation of innovative pedagogical practices in the teaching of numerical methods in engineering careers.

Keywords: Engineering students, Formative assessment, Numerical Analysis, Digital educational resources, H5P.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En el ámbito educativo, el uso de recursos tecnológicos facilita el desarrollo de estrategias que fomentan la participación activa de los alumnos en su propio proceso de aprendizaje, un enfoque que cobra cada vez mayor relevancia en la formación universitaria. Por ello, resulta fundamental que los docentes de este nivel diseñen e integren en sus prácticas actividades digitales que promuevan metodologías flexibles y centradas en el estudiante, donde la interactividad y la retroalimentación inmediata se consoliden como pilares esenciales para la construcción de conocimientos significativos. Tal como sostiene Troya Déniz (2024):

…se hace más evidente la acuciante necesidad de enriquecer las tradicionales clases magistrales, centradas en la mera transmisión de información, con metodologías más atractivas, dinámicas y efectivas que promuevan un aprendizaje activo para motivar al alumnado, incentivando su participación en el desarrollo de competencias y mejorando sus resultados académicos y su nivel de preparación para el futuro desarrollo profesional. (p.137)

En este contexto, H5P se destaca como una herramienta didáctica de gran valor para la creación de recursos digitales interactivos, con potencial para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Distintos estudios respaldan esta afirmación, ya que evidencian los beneficios de incorporar contenidos H5P en entornos educativos y destacan la percepción positiva de los alumnos respecto al uso de este tipo de recursos (Rossetti López et al, 2021; Casañ-Núñez et al., 2022; Rossetti-López et al., 2023).

Este trabajo tiene como objetivo presentar el Recurso Educativo Digital (RED) que se desarrolló para ser utilizado durante el proceso de evaluación formativa del tema “Interpolación y ajuste de curvas” en la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, durante el ciclo lectivo 2025. Dicho recurso fue desarrollado con H5P, combinando distintos tipos de actividades para que los estudiantes no sólo logren una comprensión más profunda de los conceptos involucrados en el tema abordado, sino que también reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje. La elección de esta herramienta para la creación del RED se debió a su simplicidad de uso. Además, se trata de un recurso versátil que permite generar diversos tipos de actividades, de acuerdo con las necesidades pedagógicas y los objetivos de aprendizaje. Cabe destacar que la elaboración del RED se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la metodología de Investigación Basada en Diseño.

En una próxima etapa, está prevista la implementación de este recurso en la materia mencionada, con el fin de analizar su influencia en el aprendizaje de los estudiantes. Este análisis será fundamental para obtener reflexiones que orienten futuras mejoras y el fortalecimiento de prácticas pedagógicas innovadoras en la formación universitaria.

Generación de recursos educativos digitales con H5P

Los RED, según Pineda Sánchez (2018), son herramientas digitales diseñadas para mejorar y facilitar la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, H5P se presenta como una alternativa propicia para la generación de este tipo de recursos.

H5P, abreviatura de HTML5 Package, es una herramienta de código abierto que utiliza tecnología HTML5 para crear y compartir actividades interactivas de forma sencilla. Su diseño intuitivo permite a los docentes generar contenidos dinámicos sin necesidad de conocimientos avanzados de programación. Esta herramienta posibilita la elaboración de una amplia variedad de actividades, tales como videos con preguntas, cuestionarios, crucigramas, tarjetas de diálogo y ejercicios de arrastrar palabras o completar espacios en blanco, entre otras. Los recursos diseñados con H5P pueden integrarse fácilmente en distintas plataformas de gestión del aprendizaje (LMS), lo que facilita su reutilización, adaptación y distribución. Además, al ser compatible con múltiples dispositivos y navegadores, H5P contribuye a ampliar el acceso a los materiales y promover su empleo colaborativo.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El uso de actividades elaboradas con H5P aporta importantes ventajas que contribuyen a transformar el proceso educativo, mejorando la calidad tanto de la enseñanza como del aprendizaje. Entre los beneficios más relevantes se destacan los siguientes (Troya Déniz, 2024):

- **Fomenta el aprendizaje activo.** La naturaleza dinámica de sus actividades logra involucrar al estudiante en una experiencia de aprendizaje más participativa y atractiva en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza. Además, esta interacción directa con los contenidos contribuye a incrementar su interés por la temática abordada.

- **Retroalimentación inmediata.** Este tipo de retroalimentación le permite al alumno saber en tiempo real si sus respuestas son correctas o incorrectas, convirtiéndose en una herramienta esencial para el proceso de aprendizaje.

- **Mejora de la comprensión.** Gracias a la interactividad de las actividades generadas con esta herramienta, los estudiantes logran una comprensión más profunda de los contenidos. Esto se traduce en un aprendizaje más sólido y perdurable.

- **Aumento de la motivación.** La naturaleza interactiva y lúdica de las actividades contribuye a que el estudiante se involucre en un proceso de aprendizaje más atractivo y motivador.

- **Autoevaluación.** La corrección automática no sólo contribuye a reforzar los conocimientos adquiridos por el estudiante, sino que también lo ayuda a tomar conciencia de aquellos contenidos que requieren mayor profundización, facilitando la autoevaluación y el seguimiento de su propio progreso.

- **Autonomía.** La posibilidad de realizar múltiples intentos y acceder a las actividades en cualquier momento fomenta la autonomía del estudiante, ya que le permite gestionar su propio aprendizaje, reforzar contenidos según sus necesidades y asumir mayor responsabilidad en su proceso formativo.

- **Desarrollo de habilidades digitales.** La integración de estos recursos en la enseñanza favorece el desarrollo de habilidades digitales en el estudiante, esenciales tanto para su formación académica como para enfrentar los retos de su futuro profesional.

- **Evaluación formativa.** El uso de este tipo de actividades aporta grandes beneficios a los docentes ya que permite observar el progreso de cada estudiante y la forma en la que van interiorizando los conceptos, pudiendo realizar ajustes en la enseñanza, si fuera necesario.

Existen dos formas de utilizar H5P para generar recursos digitales. La primera opción es a través de su herramienta en línea, para lo cual es necesario crear una cuenta de usuario en el sitio oficial. Una vez realizado este paso, es posible diseñar materiales interactivos directamente desde el navegador web. Es importante mencionar que, al optar por esta modalidad, el RED queda alojado en la plataforma de H5P y puede compartirse mediante un enlace en otros sitios que el docente utilice. La segunda alternativa es insertar el recurso en una plataforma de gestión del aprendizaje. Actualmente, H5P ofrece diferentes complementos (plugin) oficiales que permiten integrar este tipo de contenidos en plataformas como Moodle. En este caso, se requiere que el administrador del sistema instale el complemento correspondiente. Utilizar esta opción ofrece mayores funcionalidades y ventajas, ya que permite realizar un seguimiento más detallado de la actividad de los estudiantes. Por ejemplo, se pueden integrar los resultados de las actividades al libro de calificaciones, consultar el número de intentos realizados, el tiempo de uso del recurso, entre otros aspectos.

RED “Interpolación y ajuste de curvas”

Para la elaboración del RED, se adoptó la metodología de la Investigación Basada en Diseño (IBD). Según Molina et al. (2011), la IBD “persigue comprender y mejorar la realidad educativa a través de la consideración de contextos naturales en toda su complejidad, y del desarrollo y análisis paralelo de un diseño

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

instruccional específico" (p. 75). Su objetivo es: "…analizar el aprendizaje en contexto mediante el diseño y estudio sistemático de formas particulares de aprendizaje, estrategias y herramientas de enseñanza, de una forma sensible a la naturaleza sistémica del aprendizaje, la enseñanza y la evaluación" (p. 76).

La IBD se organiza en cuatro fases interrelacionadas que se desarrollan de manera iterativa (de Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016):

- **Análisis del contexto y definición del problema.** La investigación comienza con una exploración del entorno educativo para identificar necesidades o problemáticas relevantes.
- **Diseño de soluciones fundamentadas teóricamente.** A partir del análisis previo, se elaboran posibles soluciones o intervenciones instruccionales sustentadas en marcos teóricos sólidos.
- **Implementación y validación.** El diseño se aplica en un contexto real. A lo largo de esta fase, se recoge información relevante mediante técnicas cualitativas y/o cuantitativas. Esta validación empírica permite evaluar la efectividad, pertinencia y adecuación del diseño en la práctica.
- **Análisis reflexivo y rediseño.** La evidencia obtenida se analiza críticamente para identificar logros, dificultades y aspectos a mejorar.

En el presente trabajo, se desarrollarán únicamente las dos primeras fases de la metodología. La implementación del recurso, su validación en un contexto real, junto con el análisis reflexivo y el rediseño, se abordarán en etapas posteriores, con el propósito de evaluar su influencia en el aprendizaje de los estudiantes.

Análisis del contexto y definición del problema

En esta fase, en primer lugar, se estudiaron las características de la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado, correspondiente a la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás. A partir del trabajo conjunto con el equipo docente y del análisis de experiencias previas en la asignatura, se detectaron diversas situaciones que requerían atención pedagógica. Entre ellas, se destacó la dificultad de los estudiantes para comprender diversos conceptos vinculados a la interpolación y el ajuste de curvas, así como para aplicarlos adecuadamente en la resolución de situaciones problemáticas.

Además, se identificó la necesidad de incorporar estrategias de evaluación formativa más interactivas, que favorezcan la comprensión de los contenidos y permitan monitorear el progreso de los estudiantes mediante retroalimentación inmediata. Esto llevó a definir el problema central de la investigación: ¿cómo diseñar un RED que, integrado al proceso de evaluación formativa, facilite el aprendizaje del tema "interpolación y ajuste de curvas" por parte de los estudiantes?

El análisis realizado posibilitó la definición de los objetivos del diseño instruccional que orientarían el desarrollo del recurso, así como también la justificación de la elección de H5P como herramienta tecnológica pertinente para su elaboración.

Diseño de soluciones fundamentadas teóricamente

El diseño del recurso se fundamenta en los enfoques de aprendizaje activo y evaluación formativa, los cuales coinciden en valorar el rol protagónico del estudiante en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo una participación reflexiva y comprometida. En función del análisis del contexto y de las necesidades detectadas, se organizó el desarrollo del RED teniendo en cuenta criterios que aseguran su coherencia con los objetivos de aprendizaje, su adecuación al entorno tecnológico y su contribución a un abordaje significativo de los contenidos.

En primer lugar, se consideró la pertinencia conceptual y curricular, garantizando que las actividades involucren los conceptos fundamentales del tema "Interpolación y ajuste de curvas" y estén alineadas con los objetivos del programa de la asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado. También se priorizó la creación de actividades en las que los estudiantes no sólo interactúen con los contenidos, sino que se

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

enfrenten a situaciones problemáticas que requieran el análisis de información, la toma de decisiones fundamentadas y la aplicación de conceptos en distintos contextos.

La retroalimentación inmediata y formativa fue otro componente fundamental, debido a que permite a los estudiantes reconocer y corregir errores en tiempo real. Esto contribuye a la toma de conciencia sobre el propio proceso de aprendizaje y también favorece al proceso de comprensión.

Finalmente, para promover la autonomía del alumno, el recurso presenta un diseño flexible ya que puede ser utilizado tanto dentro como fuera del aula, permitiendo a cada estudiante avanzar según su propio ritmo y necesidades.

Como ejemplo de aplicación de los criterios considerados, la Figura 1 muestra la explicación teórica que ofrece el RED sobre uno de los métodos abordados, acompañada de dos actividades diseñadas para verificar la comprensión de los aspectos conceptuales más relevantes. También se puede observar, el tipo de retroalimentación que proporciona el recurso al corregir las respuestas.

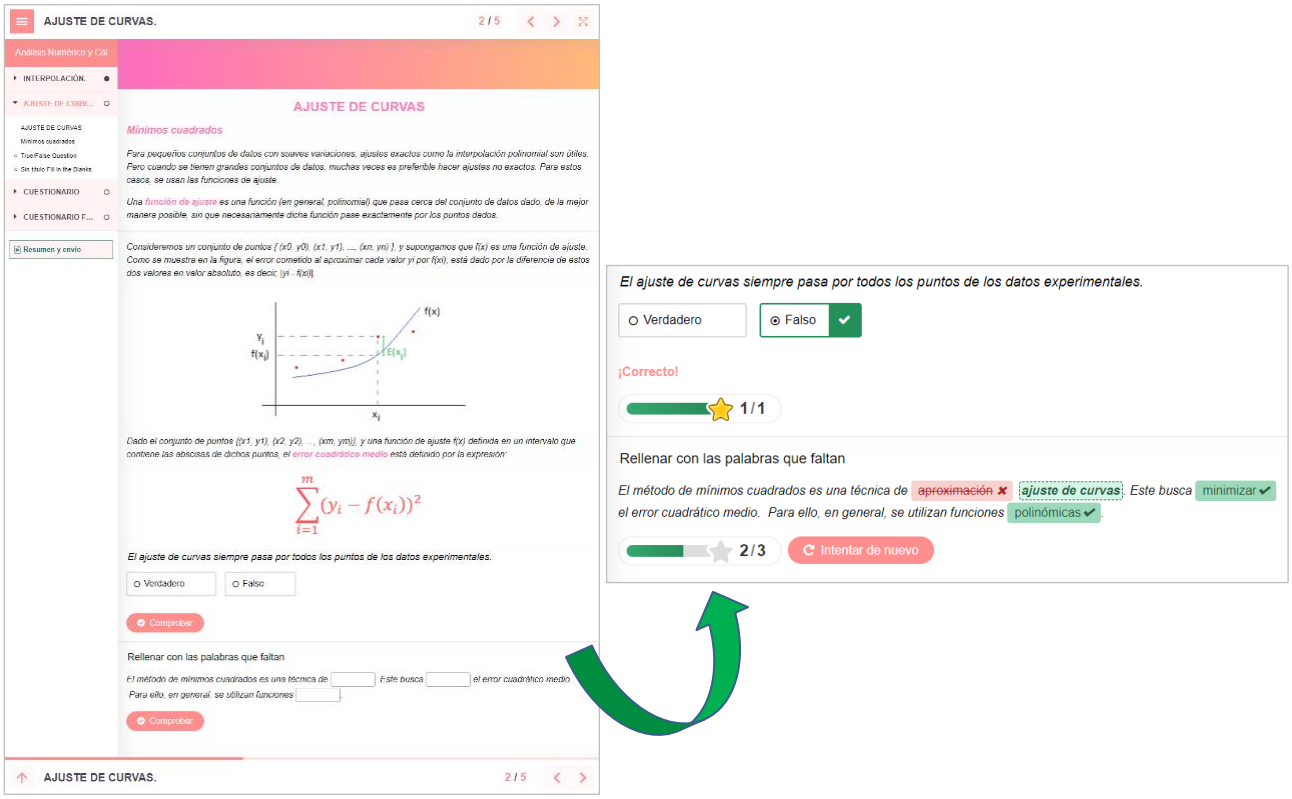


Figura 1. Explicación teórica y verificación conceptual sobre el método de mínimos cuadrados

Una vez completadas todas las actividades propuestas en el RED, se presenta un cuestionario final que invita al estudiante a enfrentar situaciones problemáticas de mayor complejidad. Este instrumento tiene como propósito integrar y aplicar los conceptos teóricos y procedimentales trabajados a lo largo del recurso, promoviendo un nivel más profundo de comprensión. Además, las devoluciones dadas por el recurso en esta actividad permiten que el alumno revise sus errores, refuerce conceptos y pueda seguir avanzando en su proceso de aprendizaje. En la Figura 2 se presentan algunas de las actividades propuestas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

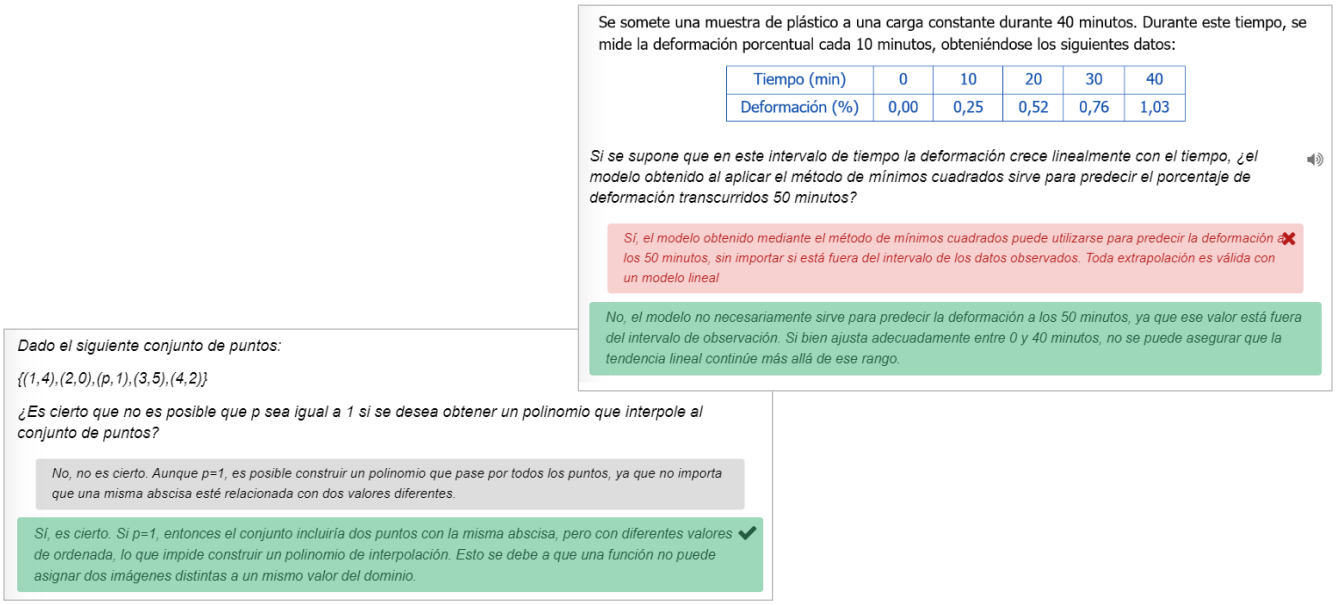


Figura 2. Actividades del cuestionario final

Al finalizar todas las actividades, el recurso genera un resumen automático que permite al estudiante visualizar de forma integrada su desempeño. Este informe presenta el detalle de las respuestas correctas e incorrectas, junto con el puntaje obtenido en cada actividad y el resultado total.

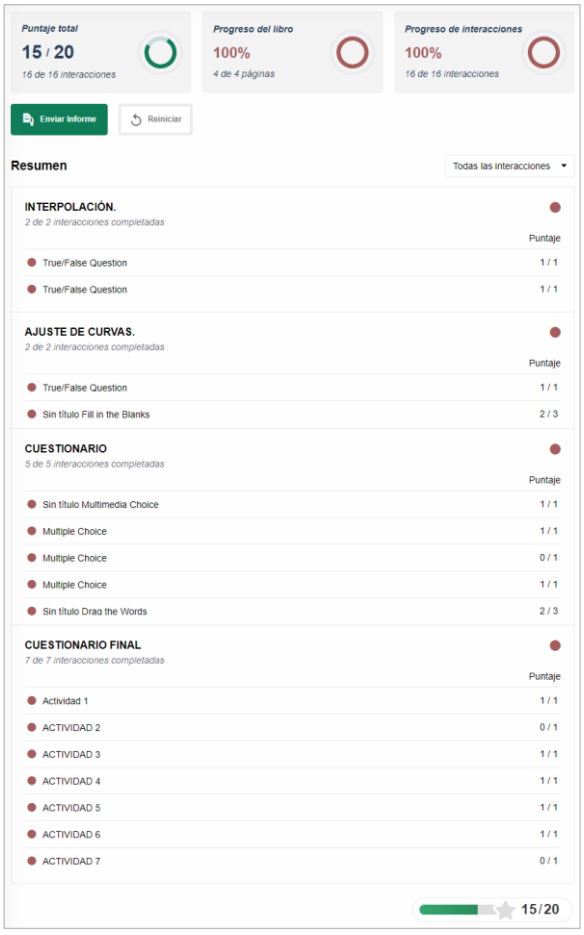


Figura 3. Resumen final que ofrece H5P

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

El desarrollo del RED “Interpolación y ajuste de curvas” con H5P permitió explorar el potencial de esta herramienta para enriquecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el abordaje de métodos numéricos. A partir de un diseño guiado por criterios pedagógicos claros, se elaboraron actividades que promueven la participación del estudiante, la comprensión conceptual y la reflexión sobre su propio proceso de aprendizaje.

La secuencia propuesta incluye explicaciones teóricas y diversas actividades interactivas, como arrastrar palabras, completar espacios en blanco y preguntas de opción múltiple, entre otras, además de un cuestionario final y un resumen automático de resultados. Esta estructura favorece la comprensión progresiva de los métodos, el reconocimiento de errores y la toma de decisiones fundamentadas. Estos elementos convierten al RED en una herramienta valiosa tanto para los estudiantes como para los docentes, ya que facilita el seguimiento del aprendizaje y permite ajustar las estrategias de enseñanza según las necesidades detectadas.

Si bien el recurso aún no ha sido implementado, su diseño constituye un primer paso en la construcción de prácticas pedagógicas más innovadoras. La aplicación futura del RED permitirá evaluar su influencia en el aprendizaje de los alumnos y generar nuevas instancias de análisis y mejora en la enseñanza de métodos numéricos en carreras de ingeniería.

Referencias

Casañ-Núñez, J., Márquez Baldó, L., Millán-Scheiding, C. y Martí Climent, A. (2022). Perspectiva del alumnado de ramas de educación sobre las actividades multimedia e interactivas H5P. En O. Buzón García (Coord.), *Experiencias innovadoras y desarrollo de competencias docentes en educación ante el horizonte 2030* (pp. 1656-1685). Dykinson. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8553652.

de Benito Crosetti, B. y Salinas Ibáñez, J. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*. https://doi.org/10.6018/riite2016/260631.

Molina, M.; Castro, E.; Molina, J. & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, *29* (1), 75-88.

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.

Rossetti López, S., García Ramírez, M. y Rojas Rodríguez, I. (2021). Evaluación de la implementación de un objeto de aprendizaje desarrollado con tecnología H5P. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, *154*, 1-24. http://doi.org/10.15178/va.2021.154.e1224.

Rossetti-López, S., Coronado-García, M. y Rojas-Rodríguez, I. (2023). Percepción de los estudiantes sobre el uso de actividades interactivas con h5p. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, *14*(40), 59-76. https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/issue/view/48.

Troya Déniz, M. (2024). Implementación de recursos digitales con h5p para reforzar el aprendizaje autónomo en la asignatura fonética del español. *Innovación Educativa*, *34*. https://doi.org/10.15304/ie.34.9866.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo de un asistente virtual para facilitar el aprendizaje en Matemática I de Ciencias Agropecuarias

Development of a virtual assistant to facilitate learning in Mathematics I of Agricultural Sciences

Rubén Darío Ponce
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
ruben.ponce@uner.edu.ar

Magalí Judit Soldini
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
magali.soldini@uner.edu.ar

Gabriela Adriana Martínez
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
gabriela.martinez@uner.edu.ar

Sabrina Noelia Ramirez
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Argentina.
sabrina.ramirez@uner.edu.ar

Resumen

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar un asistente virtual (Chatbot) que facilite el aprendizaje autónomo y dinámico, adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes de primer año de ingeniería en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNER. Se buscó fomentar la interacción con los contenidos curriculares y mejorar el rendimiento académico y la motivación estudiantil. Para ello, se implementó una herramienta de procesamiento de lenguaje natural basada en inteligencia artificial, entrenando una red neuronal capaz de comprender y responder consultas estudiantiles. El sistema, una vez vinculado y en funcionamiento, se integró como tutor virtual en Matemática I, facilitando el acceso a recursos educativos y permitiendo evaluar su efectividad mediante encuestas a los usuarios. Este proyecto permitió incorporar tecnología innovadora en el ámbito académico, facilitando un aprendizaje dinámico y accesible al estudiantado.

Palabras clave: Chatbot, agente conversacional, tutorías virtuales en matemática.

Abstract

The main objective of this project was to develop a virtual assistant (Chatbot) that facilitates autonomous and dynamic learning, adapted to the individual needs of first-year engineering students at the Faculty of Agricultural Sciences at UNER. The goal was to foster interaction with curricular content and improve academic performance and student motivation. To this end, a natural language processing tool based on artificial intelligence was implemented, training a neural network capable of understanding and responding to student queries. Once the system was connected and operational, it was integrated as a virtual tutor in Mathematics I, facilitating access to educational resources and allowing its effectiveness to be evaluated through user surveys. This project allowed the incorporation of innovative technology into the academic field, facilitating dynamic and accessible learning for students.

Keywords: Chatbot, conversational agent, virtual math tutoring.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La incorporación de la tecnología de la información y comunicación en los procesos de enseñanza aprendizaje, trajo consigo alcances y dinámicas nunca observadas en la educación superior impulsando, de esta forma, nuevos escenarios ubicuos para la generación y distribución de conocimiento.

La ubicuidad, impulsada por la tecnología vigente, permite la reducción de las brechas sociales para acceder a la formación. Nieto Göller (2012) nos habla que la educación virtual posibilita:

> "... ampliar las oportunidades de acceso a los grupos sociales marginados o desatendidos, y a aquellos cuyas necesidades espacio-temporales así lo requieren, garantizando y mejorando la calidad de los servicios educativos prestados, aplicando los desarrollos tecnológicos a los procesos de enseñanza-aprendizaje y estimulando las innovaciones en y de las prácticas educativas contemporáneas…".

Actualmente, entender que los avances en el ecosistema tecnológico producen nuevas dinámicas sociales, nos permite comprender tanto el estado del arte como así también aspectos sociológicos que nos posibilita ajustar las dinámicas educativas a estos tiempos. Según Báez Pérez (2019), "... las nuevas generaciones han incorporado la tecnología de manera casi natural, generando nuevos retos y propiciando nuevos escenarios en donde su uso sea un mecanismo de apoyo al proceso de adquisición de nuevo conocimiento…".

Por lo antes descrito, es que resulta necesario el desarrollo de herramientas que permitan ampliar el alcance de la ubicuidad en el proceso de enseñanza aprendizaje en la educación superior, pudiendo este ser la base de un modelo Universidad 2.0; donde los recursos tecnológicos se encuentren presentes en todo el proceso de aprendizaje.

Desarrollo

Uno de los principales recursos tecnológicos, disponibles en la actualidad, que permite ampliar la tutoría en forma virtual personalizada son los chatbots. Al respecto, Orozco González et al (2020) nos dice:

> "... son dispositivos que (...) se utilizan en diversos ámbitos. Con el empleo de múltiples softwares basados en inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural capaces de percibir sus entornos. En el proceso de enseñanza aprendizaje podrían emplearse como tutores virtuales, ayudando al estudiantado a poder avanzar con sus desarrollos."

El presente estudio se centra en la experiencia de desarrollar un chatbot, o asistente virtual, diseñado para contribuir al aprendizaje de Matemática de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Entre Ríos, con el objetivo de promover un entorno de aprendizaje virtual personalizado. Este chatbot no solo facilitará el acceso a información relevante y recursos educativos, sino que también permitirá una interacción más efectiva con los contenidos curriculares. Al integrar inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural, el chatbot se adaptará a las necesidades individuales de cada estudiante, proporcionando respuestas precisas y pertinentes. De esta forma, se busca fomentar un aprendizaje más dinámico y autónomo, alineado con las demandas de la educación superior contemporánea.

Para contextualizar a los estudiantes con los que se trabajará, se realizaron encuestas en la plataforma de Google. Los datos indicaron que, en 2022, el 40% de los matriculados en Matemática I comenzaban a preparar los contenidos para los exámenes parciales durante la semana previa, el 28,6% estudiaba solo tres días antes del examen y solo el 24% mantenía un estudio constante a lo largo del curso. Además, el 68,6% de los encuestados pone mayor énfasis en la parte práctica de la materia, estudiando con apuntes proporcionados por la cátedra, tomando apuntes en clase o viendo videos en YouTube.

Se observó que, en ocasiones, los estudiantes presentan errores conceptuales, en parte debido a que recurren a videos en redes sociales que contienen imprecisiones, sin consultar el marco teórico correspondiente.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Con base en esta información, se concluye que la creación del asistente virtual sería de gran utilidad, dado que se alinean las demandas de los estudiantes con los beneficios que ofrece el chatbot. Se seleccionó un software que emplea técnicas de inteligencia artificial, como Machine Learning, para facilitar una comunicación fluida en lenguaje natural. Esto permite detectar patrones de datos y desarrollar algoritmos que mejoren su rendimiento mediante aprendizaje automático, sin necesidad de una programación continua.

El tema del asistente virtual se limitó a los temas Funciones y Gráficos, Funciones algebraicas enteras, Funciones algebraicas racionales, Funciones trascendentes (exponenciales y logarítmicas) y Funciones trigonométricas.

Se elaboró una planilla en Excel que contempla todas las posibles formas en que un estudiante podría formular una pregunta: con o sin acentos, en mayúsculas o minúsculas, con errores ortográficos, abreviaturas o variantes fonéticas. El objetivo fue asegurar que el bot respondiera adecuadamente a cada consulta, con un lenguaje claro, académico y con la rigurosidad propia de la matemática.

Las respuestas se redactaron por escrito, basadas en el cuadernillo teórico de la cátedra. Cuando fue necesario, se incluyeron ejemplos y enlaces a videos, algunos producidos por la cátedra y otros seleccionados de YouTube, procurando que la resolución presentada se asemejara lo más posible a la trabajada en el material bibliográfico.

Dado que la Universidad utiliza plataformas de Google para sus cuentas institucionales, se optó por usar Dialogflow, herramienta que emplea Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) para interactuar con los usuarios.

Para entrenar esta capa de NLP, se elaboró una planilla de cálculo que registró posibles preguntas estudiantiles sobre diversos temas. Las preguntas fueron formuladas con distintos estilos: desde un uso correcto del lenguaje hasta errores ortográficos, de sintaxis o simplemente palabras clave. Esto permitió adaptar el entrenamiento al lenguaje habitual del estudiantado de Ingeniería Agronómica y a los contenidos curriculares.

Durante la recolección de datos, se identificó una fuerte dependencia de un conjunto reducido de sitios web. Por ello, se entrenó a la capa de procesamiento de lenguaje natural para que proporcione respuestas con definiciones teóricas extraídas del cuadernillo de la cátedra y acompañadas por enlaces a videos seleccionados o producidos por el equipo docente, optimizando la búsqueda y asegurando la adecuación del contenido.

Finalizado el entrenamiento, se habilitó el acceso a docentes de la cátedra para evaluar las respuestas, identificar fallas y mejorar la plataforma. Tras el testeo, se aplicaron las correcciones necesarias y se vinculó la capa de inteligencia artificial al chatbot.

Seleccionada Dialogflow como plataforma de procesamiento de lenguaje natural (NLP), y según encuestas realizadas por la cátedra de Informática entre 2020 y 2023, se determinó que los estudiantes utilizan principalmente WhatsApp y Telegram.

Se eligió Telegram como canal de interacción por tratarse de una plataforma de código abierto (licencia GPL), con un sistema de bots eficiente, funciones de cifrado y amplia aceptación entre el estudiantado.

Con el sistema de mensajería elegido y, utilizando la propia herramienta de Telegram para la administración de chatbot, denominado BotFather, se procedió a crear un bot llamado **mateAgroUNER**.

Luego de haber creado el chatbot en Telegram y, verificado la integración con DialogFlow, se ofreció a los estudiantes del espacio curricular Matemática I.

Resultados

El chatbot de la plataforma de Telegram facilita las conversaciones automatizadas entre nuestros estudiantes y un ordenador, disponible en todo momento, brindando la posibilidad de preguntar reiteradamente la misma inquietud.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Los estudiantes podían acceder en forma libre y gratuita mediante un enlace que se encontraba en el campus de la cátedra, escaneando un QR que se generó para acceder al bot o simplemente escribiendo su nombre en la red social.
En la figura 1, figura 2 y figura 3 se muestran capturas de pantalla del chatbot @mateAgroUNER en la plataforma Telegram, donde puede observarse cómo responde ante una pregunta o una palabra clave.
Se observa que no era necesario escribir con sintaxis exacta; una abreviación bastaba. Las respuestas eran siempre textuales, acompañadas de enlaces a videos o aplicaciones en línea gratuitas que remitían a sitios seguros con resoluciones de ejercicios.



Figura 1: Captura de pantalla del chatbot @mateAgroUNER. (2022). Fuente: Elaboración propia.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 2: Captura de pantalla del chatbot @mateAgroUNER. Link de un video multimedia y aplicación on line de WolframAlpha.(2022). Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que en ocasiones la respuesta que generaba el bot estaba acompañado de un link de un video multimedia y otro de una aplicación on line de WolframAlpha.



Figura 3: Captura de pantalla del chatbot @mateAgroUNER. Enlace a la aplicación on line de WolframAlpha. (2022). Fuente: Elaboración propia.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El asistente virtual @mateAgroUNER_bot se habilitó durante los 15 días previos al parcial.

Durante los días que estuvo habilitado, los estudiantes interactuaron sin restricciones de horario o acceso.

Posteriormente, se realizó una encuesta anónima a través de Google Forms para evaluar su utilidad. El 35 % de los encuestados (50 estudiantes) utilizó el bot; de ellos, el 46 % hizo entre 5 y 10 consultas, y el resto menos de 5. El 67 % interactuó entre las 16 h y 21 h, y el 28 % entre las 8 h y 16 h.

Consideramos que una de las razones por la cual no fue de mayor aceptación es por la elección de la plataforma Telegram, que, a pesar de ser una plataforma de código abierto, debían descargarla y muchos no podían acceder por diferentes motivos.

Las palabras más buscadas fueron: función, función inversa, asíntotas, funciones homográficas, polinomio, función cuadrática, raíces, logaritmo, entre otras.

Al consultar a los estudiantes sobre los cambios que propondrían para mejorar el asistente virtual, expresaron su interés en agregar más temas y ejemplos de resolución de ejercicios. Aunque ya se ofrecían algunos ejemplos para ciertos temas, consideraron que no eran suficientes. A pesar de esto, se mostraron muy conformes con el asistente y manifestaron que no realizarían modificaciones significativas.

Conclusiones

El desarrollo del chatbot para reforzar la Unidad de Funciones en Matemática I de la carrera de Ingeniería Agronómica (FCA–UNER) demostró ser una herramienta valiosa para el estudiantado. La utilización de técnicas de procesamiento de lenguaje natural e inteligencia artificial permitió diseñar un chatbot interactivo adaptado a las necesidades estudiantiles. Su implementación facilitó el acceso a recursos educativos, promovió la interacción con los contenidos y fomentó el aprendizaje autónomo.

La experiencia mostro que esta herramienta favorece un aprendizaje más dinámico y accesible. Los resultados evidenciaron que únicamente el 35% de los encuestados hizo uso del asistente virtual. Sin embargo, la valoración otorgada por los usuarios fue predominantemente positiva y se destacó el interés en la incorporación de un mayor número de temas y ejemplos, lo cual pone de manifiesto el potencial de mejora y ampliación de esta herramienta.

La difusión de estos resultados en la comunidad académica contribuirá al debate sobre la integración de tecnologías en la enseñanza y servirá de base para futuras investigaciones y desarrollos en educación digital.

Este proyecto responde a las demandas actuales y abre nuevas oportunidades para incorporar tecnologías innovadoras en el ámbito académico.

Referencias

Báez Pérez, C. I., Clunie Beaufond, C. E. (2019). *“Una mirada a la Educación Ubicua”*. RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 22(1), 325–344. Disponible en: https://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/22422.

Nieto Göller, R. A. (2012). *“Educación virtual o virtualidad de la educación “*. Revista historia de la educación latinoamericana, 14, 19, julio-diciembre, 2012, 137-150. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Boyacá, Colombia. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/869/86926976007.pdf.

Orozco González, M., Panizza, L., Vegega, C., Pytel, P., & Pollo Cattaneo, M. F. (2020). *“Metodología de implementación de un ChatBot como tutor virtual en el ámbito educativo”.* Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/103870.

Eje 3:

Experiencias de cátedra: articulación, integración y modelización en el campo de las ingenierías

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Diseño de una Guía Orientativa para el desarrollo de asignaturas basada en el Modelo de Formación por Competencias

Design of a Guiding Guide for the development of subjects based on the Competency-Based Training Model

Gabriela Lorena Robles
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
roblesgrabiela@gmail.com

Viviana del Carmen Ledda
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
viviledda@hotmail.com

Rosa Alicia del Valle Kairuz
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
rakairuz@gmail.com

Yris Bettiana Rafael
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Argentina.
bettianarafael74@yahoo.com.ar

Resumen

Este trabajo describe el diseño de una Guía Orientativa para el desarrollo de Asignaturas de las distintas Carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) basada en el Modelo Educativo de Formación por Competencias, Aprendizaje y Evaluación Centrado en el Estudiante, a ser implementada en el año 2026 en las mismas.

En este diseño se presentan las características que debe tener la Guía Orientativa, con sus respectivas aclaraciones del por qué de cada elección, si se desea que ésta sirva como brújula para docentes y estudiantes durante el cursado de las asignaturas.

Para su elaboración se requiere de un trabajo profundo de reflexión, análisis y esfuerzo no solo en el diseño sino también en su implementación porque supone modificar estructuras interiorizadas y supuestas como correctas, y un trabajo conjunto a nivel de la Cátedra y de Gestión Institucional.

Palabras clave: Modelo educativo - Formación por competencias – Guía orientativa

Abstract

This paper describes the design of a Guiding Guide for the development of subjects in the various programs of the Faculty of Exact Sciences and Technologies (FCEyT) of the National University of Santiago del Estero (UNSE), based

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

on the Educational Model of Competency-Based Training, Student-Centered Learning and Assessment, to be implemented in the same programs by 2026.

This design presents the characteristics that the Guiding Guide should have, with the respective clarifications of each choice, if it is to serve as a compass for teachers and students during the coursework.

Its development requires in-depth reflection, analysis, and effort not only in its design but also in its implementation, as it entails modifying internalized and assumed-to-be-correct structures, and collaborative work at the Department and Institutional Management levels.

Keywords: Educational Model - Competency-Based Training – Guidance Guide

Introducción

La actual planificación de las asignaturas de las diferentes Carreras que se dictan en la FCEyT de la UNSE fueron diseñadas teniendo en cuenta el modelo propuesto desde la gestión para Carreras del Artículo 42 y 43 de la Ley de Educación Superior. Estas últimas responden a los estándares de acreditación exigidos por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU). Sin embargo, a pesar que los contenidos mínimos son los establecidos en el Plan de Estudios de cada una, se observa que algunos de ellos no contribuyen a la formación del futuro profesional, y lejos de ayudar resultan un impedimento para el avance de los alumnos en sus trayectorias.

También se debe observar la forma de enseñar los contenidos, ya que existe una falta de vinculación horizontal y transversal con los docentes de las diferentes asignaturas del ciclo básico (de manera de no repetir contenidos), de los ciclos superiores (a fin de aunar criterios) y de las actividades y recursos que se utilizan que no responden a los avances que experimenta nuestra sociedad y no dan respuesta a su demanda.

En las asignaturas el orden de las Unidades Temáticas respeta la lógica de los libros de texto que se utilizan. Como docentes sabemos que determinados contenidos que no se entienden jaquean la enseñanza de otros, y que exigir procedimientos determinados cuando pueden llegar a los resultados por otros caminos coartan la creatividad de los estudiantes.

Al observar las estadísticas los altos índices de deserción y desgranamiento que se da en el primer año, la falta de permanencia en los estudios y la baja tasa de graduación en las diferentes asignaturas de las distintas Carreras, consideramos que se deben replantear las prácticas docentes ya que las mismas no contemplan aspectos fundamentales como ser tiempo de estudio autónomo del estudiante, motivación, interés,actividades innovadoras, problemas de integración y modelización, selección de contenidos, entre otros.

Si bien en las planificaciones actuales que siguen el modelo dado desde la Gestión, se especifica saberes, carga horaria, estrategias metodológicas y sistema de evaluación, en el quehacer cotidiano la teoría se presenta disociada de la práctica y lejos de sus aplicaciones. En la mayoría de las asignaturas la transmisión de los contenidos es expositiva lo que implica un aprendizaje pasivo, por parte del estudiante. Los ejercicios de las guías prácticas son una serie de cálculos y aplicación de fórmulas que no favorecen la creatividad ni el juicio propio. Por otra parte, no se fomenta el trabajo en equipos. En consecuencia, la evaluación es

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

sumativa premiando la memoria.

Ante este panorama, se propone una modificación de las actuales planificaciones que tengan en cuenta los saberes previos de los estudiantes y proponer actividades que permitan conocer y reconocer sus conocimientos y sobre ellos y teniendo en cuenta sus motivaciones, comenzar a desarrollar los contenidos correspondientes.

Es necesaria una adecuada vinculación con los docentes de las asignaturas correlativas anteriores, posteriores y con las que se dictan simultáneamente en el mismo cuatrimestre.

Formular una Guía Orientativa que sea diseñada por el docente y conocida por los estudiantes, con indicadores adicionales a los que figuran en la Planificación tradicional de cada asignatura, colaboraría no solo en la organización del dictado de ésta sino también en que los alumnos tengan conocimiento de que es lo que se espera de ellos. Esto requiere de un trabajo profundo de reflexión, análisis y esfuerzo no solo en el diseño sino también en su implementación porque supone modificar estructuras interiorizadas y supuestas como correctas, y un trabajo conjunto a nivel de la Cátedra y de Gestión Institucional.

Desarrollo

El presente trabajo describe el diseño de una guía orientativa para el desarrollo de Asignaturas de las distintas Carreras de la FCEyT, basada en el Modelo Educativo de Formación por Competencias, Aprendizaje y Evaluación centrado en el Estudiante, y que va más allá de la Planificación o Programa de Contenidos.

El objetivo de la Guía Orientativa es proveer al docente de un mapa de los procesos de enseñanza y aprendizaje que implementará a lo largo del dictado de la asignatura, y permitir a los estudiantes saber qué es lo que se espera de ellos en su cursada. La misma debe ser flexible, introduciendo las modificaciones necesarias a lo largo del recorrido para concretar los resultados esperados.

La propuesta surge de un trabajo de reflexión, análisis y cuestionamiento al modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje que ya no da respuesta a la formación de los profesionales que el mundo actual demanda.

Como sostiene Fernández March (2006), “Esta reforma universitaria contiene tanto elementos de tipo pedagógico como políticos, es decir, requiere de un enfoque integral, en el que se contemplen diferentes medidas como el establecimiento de un plan estratégico con propuestas de innovación metodológica, la identificación y visibilidad de “buenas prácticas”, la consolidación de programas de formación de los profesores y la definición de un modelo educativo propio, con referencia expresa a las metodologías”.

Esta reforma universitaria que plantea la autora no debe esperarse que sea de arriba hacia abajo. Cada uno desde el lugar que le toca ocupar debe promover estos cambios.

A continuación, se presenta los elementos que se incorporarían en la Guía, fundamentando la elección, la cual no necesariamente debe ser aprobada por una autoridad superior pero sí compartida con las mismas y con los demás docentes de asignaturas correlativas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La Guía Orientativa que se presenta, se adapta a lo propuesto en el Syllabus mencionado por Kowalski (2019), quien sostiene que: La simple mención de los elementos a agregar a los ya existentes no necesariamente implica que se ha elaborado un Syllabus, ya que éste debe servir como Carta de Navegación tanto para el Profesor como para el Estudiante durante el camino de la Formación por Competencias dentro de la Asignatura.

En virtud de ello, insistimos con un párrafo que expuso el autor siguiendo a Jerez, Hasbún y Rittershaussen (2015): "*Sin duda, pensar en un programa de asignatura estático, como mero "listado de saberes", estaría desfasado en relación con las actuales tendencias. El hablar de syllabus se plantea como una nueva concepción de cómo se piensa, prepara y ejecuta la docencia a nivel universitario. Es una evolución sobre la docencia, que transita de profesores altamente calificados en el ámbito de estudio donde dictan clases, a docentes capaces de ofrecer estratégicamente experiencias que generan o propician aprendizajes específicos en una disciplina, en la cual el docente es altamente calificado o experto".*

Entre los elementos a incorporar en la Guía Orientativa, se detallan:

1. Información Académico Administrativa

- Código de la Asignatura
- Departamento de pertenencia
- Duración (15/30 semanas, según si la asignatura es de régimen cuatrimestral o anual, respectivamente)
- Clases (días y horarios)
- Clases de Consulta (horarios y lugar físico de consulta)
- Inicio de clases
- Finalización de clases
- Asignaturas que se dictan simultáneamente en el mismo cuatrimestre
- Tiempo estimado de trabajo autónomo

Se considera fundamental esta información para el estudiante, para sus trámites administrativos, académicos y para la organización del tiempo de estudio, pensando que comparte la cursada de la misma con otras asignaturas.

2. Presentación de la Asignatura: *Encuadre académico y epistemológico-conceptual de la Asignatura*

Hace referencia a los modelos y enfoques que surgen de los paradigmas, y permiten concebir la enseñanza como una actividad crítica, una práctica social y ética, donde los procesos humanos se traducen en valores y principios que rigen todo el modelo de enseñanza y aprendizaje, (Pérez, 1995), es decir, a la perspectiva teórica y filosófica que se utilizará para abordar los contenidos de la asignatura. Esto incluye la manera en que se entiende el conocimiento, cómo se justifica y cómo se valida. Es así, como el docente se convierte en un profesional autónomo que reflexiona críticamente sobre su práctica pedagógica, de tal manera que su acción reflexiva facilite el desarrollo autónomo y emancipador de todos los que participan en el proceso educativo.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Del detalle del encuadre académico y epistemológico -conceptual de las asignaturas, se describe la formación del estudiante, que no solo debe desarrollar lo cognitivo, procedimental o actitudinal, sino también, integrar el rol del individuo y su interacción en la sociedad. Esto ayuda a los mismos a comprender el propósito y la importancia del espacio curricular. En otras palabras, la esencia del presente modelo parte de la realidad económica, social, política y cultural de los educandos para definir los ejes sobre los cuales se va construyendo el proceso educativo. Integrando desde esta perspectiva los "ejes" desde una dimensión didáctica y metodológica relacionando al estudiante con su contexto social.

3. Desarrollo de la Asignatura: Relación entre Resultados de Aprendizaje, Criterios de Evaluación, Mediación Pedagógica, Saberes Conocer, Hacer y Ser, y tiempo del estudiante (presencial y no presencial)

Se propone elaborar con todos estos elementos, lo que se muestra en la Tabla 1, adaptada de Kowalski et al. (2019):

Resultados de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Mediación Pedagógica	Saberes	Tiempo
RA1	CE1.1 CE2.1 … CE5.1	Indicar todas las actividades que desarrollará el estudiante para alcanzar el RA.	Saberes conocer: …… Saberes hacer: …… Saberes ser: ……	Horas Presenciales Horas no Presenciales Desagregar en horas de teoría, práctica, laboratorio, etc.
RA2	…	…	…	…
RA3	…	…	…	…
RA4	…	…	…	…
RA5	CE1.5 CE2.5 … CE5.5	Indicar todas las actividades que desarrollará el estudiante para alcanzar el RA.	Saberes conocer: …… Saberes hacer: …… Saberes ser: ……	Horas Presenciales Horas no Presenciales Desagregar en horas de teoría, práctica, laboratorio, etc.

Tabla 1: Extraído de Kowalski et al. (2019)

Desde el punto de vista del estudiante, esta tabla le permite conocer qué, cómo y cuándo se evalúa su proceso de aprendizaje.

4. Recomendaciones de Estudio

Aquí y de acuerdo a la experiencia del docente con el dictado de la asignatura en años anteriores, se explicitan los errores frecuentes que se cometen en cada unidad temática que muchas veces se indican, pero no se registra en un documento.

5. Sistema de Evaluación

- Evaluación del Aprendizaje de recursos
- Evidencias de Aprendizaje para cada Resultado de Aprendizaje

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- Elaborar las Rúbricas para Evaluar Recursos
- Elaborar las Rúbricas para Evaluar Resultados de Aprendizaje

A través de éstas se pueden recoger evidencias para evaluar no solo el logro del aprendizaje de los estudiantes sino también de los recursos, técnicas e instrumentos implementados por el docente, permitiendo hacer los cambios necesarios durante los procesos de enseñanza y aprendizaje

6. Estructuración del Curso y Diseño del Cronograma de Clases

- Listado de cada una de las actividades que se desarrollarán en el encuentro presencial, tanto por parte de los docentes, como por parte de los estudiantes.
- Indicación precisa de cada una de las actividades
- Indicación del docente responsable de cada actividad (Definición de roles tareas del equipo docente)
- Actividades previas a la clase que deben realizar los estudiantes (sugerencias de revisión de conceptos teóricos y actividades prácticas, así como un recordatorio de las actividades pendientes)
- Actividades posteriores a la clase que deben realizar los estudiantes, en horario no presencial
- Actividades de aprendizaje autónomo
- Momentos de evaluación de recursos y de situaciones de integración
- Momentos de recuperación de actividades no cumplidas

Un cronograma que contemple la mayoría de estas características es el que orienta a cumplir con los propósitos de Littlefield (1999):

- ✓ Servir como una herramienta de planificación para los docentes
- ✓ Organizar a los estudiantes en su trabajo a lo largo de las semanas

7. Planes de Contingencia

Toda planificación no está libre de escenarios inciertos, particularmente en nuestro país. Cada episodio educativo, donde convergen el que enseña, el que aprende, y el saber a ser desarrollado, puede ser afectado por la ausencia del docente, o del estudiante. El docente debe ser capaz de disponer de alternativas ante dichas circunstancias, con mayor responsabilidad en carreras de ingeniería. Todo ello amerita que exista un adecuado plan para mitigar la mayor cantidad de dificultades que pueden ocasionar estas situaciones. (Kowalski et al., 2019)

8. Recursos Necesarios

Se debe establecer con claridad y precisión los recursos (aulas, laboratorios, proyector, aulas virtuales) necesarios para el adecuado desarrollo de las actividades propuestas y debe ser conocido por el estudiante para saber dónde están las falencias en su proceso de aprendizaje.

9. Reglamento de Cátedra

En él se debe establecer con claridad las reglas y normas de la asignatura

10. Conocimiento de la Guía Orientativa por parte de los Estudiantes

Conocer la Guía Orientativa diseñada por el docente es establecer un contrato entre éstos y los estudiantes.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Estado de la Propuesta

El diseño de esta propuesta de Guía Orientativa para el desarrollo de asignaturas de distintas Carreras que ofrece la FCEyT se está profundizando en el marco de un Proyecto de Investigación donde los integrantes son docentes de algunas de éstas, y se pretende su implementación a partir del año 2026.

En el contexto de este Proyecto de Investigación titulado “Hacia un modelo de formación por competencias, en asignaturas de distintas carreras de la UNSE” Código 23/C 192-B-2023, se realizan seminarios de formación y capacitación a los integrantes del mismo, de manera de transformar el modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje en un basado en competencias y preparándolos para el empleo de la Guía Orientativa con el objetivo de lograr esa transformación en las prácticas docentes diarias. También se planifica compartirlas con los docentes de otras asignaturas de manera de trabajar en forma coordinada y articulada.

Conclusiones

La transición desde un modelo educativo centrado en la enseñanza hacia un modelo centrado en el aprendizaje supone un gran “cambio cultural” para la Universidad como institución educativa. Entre los pilares fundamentales de dicho cambio se encuentra la llamada “renovación metodológica” (Fernández March, 2006).

La Guía Orientativa presentada, es un paso en ese andar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, donde debe prevalecer la formación por competencias, el aprendizaje y la evaluación centrados en el estudiante como el modelo educativo a seguir.

Desde nuestro lugar de docentes de carreras de la FCEyT el camino está iniciado desde el momento del replanteo de las prácticas que se vienen desarrollando, lo que nos impulsa a seguir capacitándonos y formándonos en el tema.

Referencias

Fernández March, A. (2006) Metodologías activas para la formación de competencias – Universidad Politécnica de Valencia – España

Jerez, O., Hasbún,B. y Rittershaussen, S. (2015). *El Diseño de Syllabus en la Educación Superior: Una propuesta Metodológica*. Santiago: Ediciones Universidad de Chile.

Kowalski, V. (2019). Buscando cartas de Navegación y Capitanes. Curso de Posgrado - Modelo de Formación por Competencias enfocado en el Aprendizaje Centrado en el Estudiante – Argentina

Littlefield, V. (1999). My syllabus? It’s fine. Why do you ask? Or the syllabus: A tool for improving teaching and learning. Society for Teaching and Learning in Higher Education. Calgary: Canada.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Diseño de Actividades Interactivas Multidisciplinarias: Matemática en la Formación en Ingeniería

Design of Multidisciplinary Interactive Activities: Mathematics in Engineering Education

Eduardo Alberto Gago.
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
eagago@gmail.com

Marcelo Matías Zurbriggen.
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
marcelozurb@gmail.com

Matías Francisco Romero.
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
mati_rom@hotmail.com

Resumen

El diseño de un modelo de aprendizaje en el que las tecnologías de uso presencial y virtual se combinan con el objeto de optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje, implica profundos cambios. En este trabajo se presentan algunas experiencias que los autores realizan en los talleres que se dictan en el Laboratorio Informático y Multidisciplinar de Ciencias Básicas de la FRRo en las distintas carreras de ingeniería en los cursos de Matemática, utilizando un modelo de formación combinada o de enseñanza mixta, mediante el cual el docente asume un rol de tutor pero utiliza en beneficio propio todas las posibilidades que ofrece las plataforma de servicio web en la que se está alojando el entorno educativo. Además de las herramientas tecnológicas de cálculo, visualización y conceptualización. La metodología desarrollada tiene como objetivo que los alumnos integren conocimientos de las distintas disciplinas involucradas en el desarrollo de los distintos temas a tratar.

Palabras clave: Tecnología, Enseñanza-aprendizaje, Laboratorio, Multidisciplina

Abstract

The design of a learning model that combines face-to-face and virtual technologies in order to optimize the teaching-learning process involves profound changes. This paper presents some of the authors' experiences in workshops held at the FRRo's Computer and Multidisciplinary Laboratory for Basic Sciences in various engineering degree programs in mathematics courses, using a blended learning or mixed teaching model, in which the teacher assumes the role of tutor but uses all the possibilities offered by the web service platform hosting the educational environment to their own advantage. In addition to the technological tools for calculation, visualization, and conceptualization. The methodology developed aims to help students integrate knowledge from the different disciplines involved in the development of the various topics to be covered.

Keywords: Technology, Teaching-learning, Laboratory, Multi-discipline, Multidisciplinary.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La tecnología actual se encuentra al servicio de las actividades heterogéneas de la vida cotidiana. Actualmente el impacto de la tecnología se transmite de manera enérgica en el desarrollo de la educación universitaria, ya que estas tecnologías mediante el uso de dispositivos que evolucionan continuamente brindan herramientas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La gestión de los entornos educativos también se ve influenciada por estas tecnologías que se basan en algoritmos complejos que producen, mediante el uso de técnicas apropiadas, cada vez más trabajos que no podrían realizarse mediante el uso de lápiz, papel y calculadora, ya que aceleran el tratamiento de datos múltiples. Estos algoritmos tienen una fuerte base matemática y permiten conceptualizar otros métodos de trabajo capaces de resolver los problemas en la práctica de la ingeniería.

La tecnología, en particular, ha sido un impulsor clave de estos cambios. La disponibilidad de dispositivos digitales, acceso a Internet y software educativo de vanguardia ha transformado la forma en que los estudiantes interactúan con las matemáticas. En lugar de depender exclusivamente de libros de texto y pizarras, los educadores y los alumnos ahora tienen acceso a una amplia gama de herramientas digitales que pueden personalizar y mejorar la enseñanza de las matemáticas. Esto ha abierto nuevas posibilidades para la educación matemática, permitiendo un aprendizaje más interactivo y personalizado (Oyarce-Mariñas et al., 2021, p.7214).

Muchos de los problemas de difícil tratamiento son multidisciplinarios e incluyen aspectos socioeconómicos, ciencias e ingeniería; involucran una gran cantidad de componentes, lo que los hace intrínsecamente complejos. La enseñanza de pregrado en ingeniería debe estructurarse adecuadamente para enfrentar estos desafíos.

Educación Matemática multidisciplinar

Hace casi 20 años diferentes trabajos describen las diversas experiencias innovadoras implementadas en el laboratorio Informático y Multidisciplinar de Ciencias Básicas, de las distintas carreras que se cursan en nuestra Regional, donde la mediación entre el contenido de la asignatura matemática y las respuestas esperadas del grupo estudiantil, se dio a través de la incorporación paulatina, en las clases por dictado de talleres. Se usan diferentes aplicaciones tecnológicas (Mathematica, Geogebra, LabVIEW, Comsol) y el uso de plataformas virtuales de aprendizaje.

Durante estos años se han implementado estrategias metodológicas con diferentes características, las actividades y resultados alcanzados se han integrado como aportes a la formación en ingeniería. Se desarrollan intervenciones educativas utilizando aplicaciones tecnológicas disponibles para explorar conceptos de modelación, estimación de parámetros, simulación numérica y análisis de casos, buscando una mejor comprensión de conceptos y procedimientos. “Las matemáticas han proporcionado, y proporcionan, las herramientas necesarias para desarrollar las aplicaciones científicas y tecnológicas que han hecho posible nuestra actual civilización tecnológica” (Giler Velásquez, 2020, p.276).

La tecnología educativa ha abierto nuevas posibilidades para la personalización del aprendizaje y la adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes. Sin embargo, es esencial abordar la brecha digital y garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a estas herramientas (Castillo Noboa et al., 2023, p.10).

Al hablar de la enseñanza de la matemática, implica procesos pedagógicos que requieren de la uniformidad del lenguaje, tanto técnico como de comprensión del idioma en que se realice la enseñanza y la de recepción de los educandos. A nivel educativo, la enseñanza-aprendizaje exitosa en matemáticas y las disciplinas que derivan de ella, continúa siendo un desafío independientemente del nivel académico. Es necesario realizar estudios en los que pueda reflejarse la relación de esta situación con variables como grupo étnico, edad, sexo, entre otras variables (Reyes Guillén, 2021, p.119).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Además, se destacó los resultados alcanzados por los estudiantes luego de utilizar aplicaciones tecnológicas para validar, verificar propiedades, clasificar o realizar cálculos complicados en diferentes materias.

Entornos de aprendizaje mediados por tecnología

Los docentes siempre se preguntan ¿Cuál sería una clase ideal ajustada a los cambios actuales? ¿Qué estrategias se pueden implementar para que estos cambios tengan sustento en el aprendizaje de los alumnos? Todo ello da lugar a que “frecuentemente al alumnado de ingeniería le entren dudas sobre la utilidad de las matemáticas y sobre su aplicabilidad futura y se haga la pregunta ¿para qué me sirve todo esto?” (Blanco Sandía et al, 2014, p.4).

Las preguntas anteriores implican, entre otras cuestiones, una clase que propenda a un ambiente de construcción de conocimientos. Los laboratorios virtuales o presenciales juegan un papel clave en este nuevo modelo de enseñanza y aprendizaje. La educación mediada por computadora nos permite desarrollar habilidades en los estudiantes promoviendo el pensamiento crítico, facilitando la interpretación y las limitaciones de la teoría, es decir, el estudio experimental prepara así a los estudiantes para desafíos profesionales donde estas herramientas juegan un papel esencial en la Industria.

En consecuencia, se puede afirmar que la integración de las TIC utilizados en los procesos de enseñanza aprendizaje con referentes pedagógicos constructivistas es una innovación que potencia la mejora educativa. Esto significa que el profesor necesita pensar, sentir y actuar la innovación como estrategia de mejora de su acción docente (Guerrero et al., 2021, p.69), ofrecer experiencias educativas basadas en problemas reales y promover el uso de recursos tecnológicos en forma didáctica para solucionarlos.

Las estrategias identificadas están diseñadas para desarrollar habilidades en los estudiantes para que adopten un estilo de aprendizaje activo que favorezca la capacidad de afrontar riesgos y un comportamiento competente para afrontar situaciones difíciles, que requieran, por ejemplo, descubrir soluciones, gestionar conflictos, retroalimentar y aprender a delegar.

Lograr aprendizajes significativos de la matemática utilizando recursos tecnológicos es necesario articular en los currículos de formación las competencias comunicativas y tecnológicas, no solo en los estudiantes sino también en los docentes (Mantilla Crespo, 2022, p.163).

El modelado y la simulación son, requieren o implican un trabajo de formalización matemática, pero esto no siempre es cierto, en ocasiones la matematización se puede hacer posteriormente como verificación o demostración de lo que se ha modelado o simulado. Es necesario considerar que la simulación y el modelado demandan un trabajo previo, conceptual o teórico, que conduzca al análisis de problemas algorítmicos o computacionales.

Laboratorio Informático y Multidisciplinar

El Laboratorio Informático y Multidisciplinar de Ciencias Básicas es un ámbito donde se dictan talleres, además es la unidad científico técnica de proyectos de investigación dentro de la FRRo. Está equipado con 25 computadoras de escritorio con conectividad a internet y con una pequeña biblioteca disponible para docentes y alumnos.

Desde la línea de innovación educativa en ingeniería se continúa trabajando sobre nuevos paradigmas de enseñanza con la intención de lograr, en la Educación Superior, un mayor desarrollo de capacidades intelectuales, adquisición de destrezas, la sustitución de técnicas obsoletas por medios más eficientes y rápidos, y una mejor interacción en el proceso de enseñanza aprendizaje. Crear un concepto integrador de las diversas áreas del conocimiento, permite promover el trabajo disciplinar, la capacidad de investigación y proveer de una herramienta y una metodología para aprender cosas nuevas de manera eficaz (Ramos Ramírez et al., 2018, p.57)

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En función de esto, y gracias a la inclusión de los nuevos avances en informática, se investiga sobre la implementación de nuevas metodologías pedagógicas y diversas estrategias didácticas, apuntando al trabajo interdisciplinario que se considera necesario en el área de la Ingeniería y que debe abordarse desde las Matemáticas.

"El papel de la disciplina Matemática en el Plan de Estudios en Ingeniería es utilitario y formativo. Utilitario, porque aporta al estudiante los conocimientos necesarios para su formación académica y las herramientas de trabajo que le permitan identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados a tareas profesionales de la carrera, así como resolver los problemas que estos conducen. Formativo, porque desarrolla el pensamiento lógico, promueve la búsqueda de soluciones adecuadas y óptimas, posibilita comprobar y realizar la evaluación crítica de sus resultados, lo que desarrolla el control y el autocontrol del estudiante y lo adiestra para alcanzar la independencia en las acciones que ejecuta" (Alvarez González, Sánchez Rodriguez, 2022, p.169).

Con la utilización de esta tecnología y herramientas web disponibles en la FRRo se ha creado, a través de actividades, recursos educativos, interacción y comunicación, un espacio educacional ampliado que trasciende el aula y acerca a los ámbitos cotidianos tanto de los estudiantes como de los docentes nuevas formas de comunicación y expresión.

Trabajos asignados y proyectos informáticos

A continuación, se muestran algunos de los trabajos asignados y proyectos informáticos desarrollados en el Laboratorio Informático y Multidisciplinar de Ciencias Básicas

I - Generación de objetos fractales

Se generan objetos fractales sencillos como una aplicación del contenido Transformaciones lineales. La metodología que se utiliza en este trabajo práctico de laboratorio es la creación de un patrón simbólico y gráfico para la construcción de objetos fractales en el plano y en el espacio.

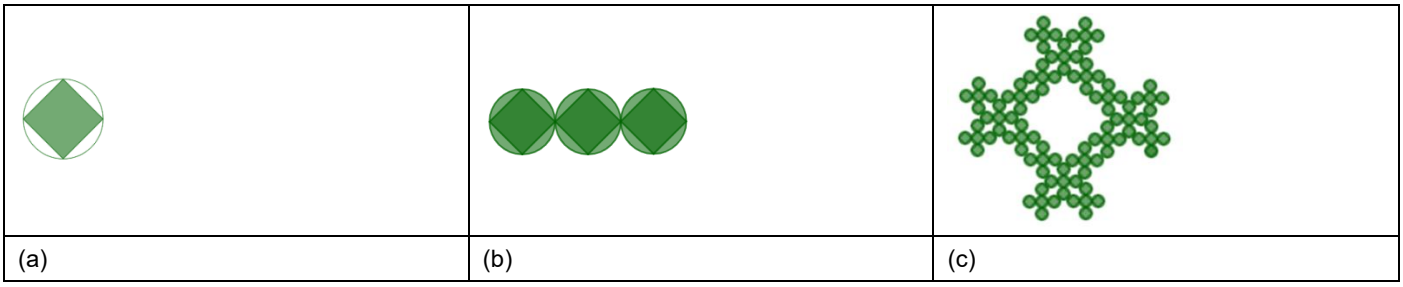


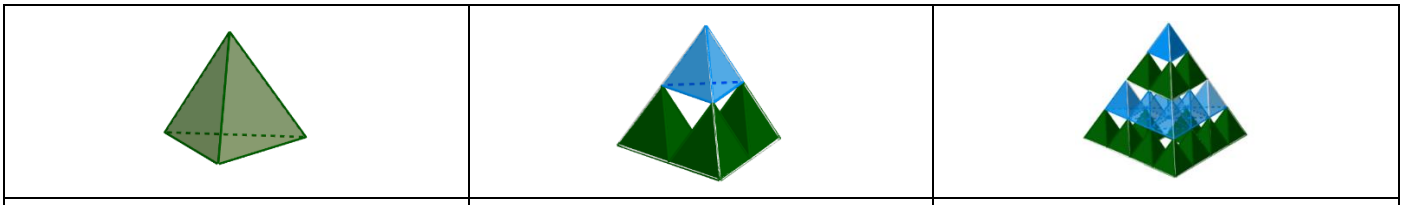
Figura 1. Evolución en la construcción de un objeto fractal 2D

Se plantea como resultado de aprendizaje familiarizar a los alumnos con los conjuntos fractales desde las ciencias. El primer problema que se presenta es explicar el concepto de objeto fractal, por lo que en principio la explicación se limitar a mostrar cómo a partir de una figura geométrica es posible generar objetos autosemejantes dentro de la misma estructura.Los fractales tienen una descripción algorítmica simple, entendiendo por ello que su construcción se basa en un algoritmo sencillo. En la Figura 1a se muestra de un objeto patrón en el plano que consiste en un cuadrado inscripto en un círculo.

En las Figuras 1b y 1c se muestran en dos versiones la evolución del objeto patrón de la Figura 1a. La la Figura 1b es una combinación sencilla de la Figua1a, mientras que en la Figura 1c se observa la asociación del objeto fractal complejizado.

También se da cuenta de la generación de objetos fractales 3D. En la Figura 2a se observa el objeto patrón que sirve de paradigma para construir dos versiones asociadas al mismo que se dan en las gráficas de la Figura 2b y 2c.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



(a) (b) (c)

Figura 2. Evolución en la construcción de un objeto fractal 2D

II - Velocidad de una reacción química

El propósito de esta actividad es exponer una situación didáctica experimental desarrollada en una clase de Laboratorio trabajando conjuntamente contenidos de las asignaturas Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica cuando se realiza una aplicación del tema velocidad de una reacción ideal de primer orden. Los alumnos pertenecen al primer nivel de la carrera y la experiencia se desarrolla en el mes de octubre, casi al finalizar el ciclo lectivo.

Se propone a los alumnos analizar las concentraciones finales de una reacción múltiple en serie de primer orden. A partir de esta propuesta se considera la siguiente reacción en cadena:

$$A \overset{k_1}{\rightarrow} B \overset{k_2}{\rightarrow} C \qquad (1)$$

En (1), A es el reactivo, B es el producto intermedio y C es el reactivo final. La concentración inicial de A es $1\ \frac{mol}{l}$. En primera instancia se analiza qué sucede para $k_2 > k_1$, y manteniendo para este caso valores constantes de k_2, de ahora en adelante, en color rojo se grafica la concentración de A, en verde la concentración de B y en azul la concentración de C. Esta situación se observa en la Figura 3

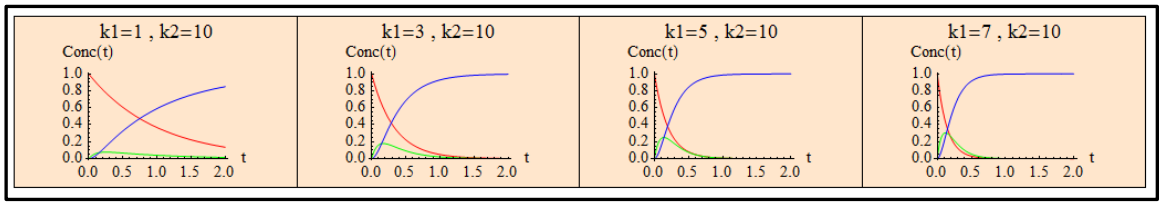


Figura 3 Concentración vs. tiempo para $k_1 < k_2$

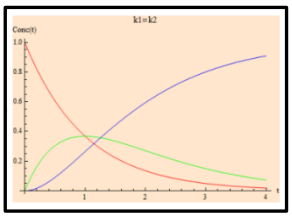


Figura 4 Concentración vs. tiempo para $k_1 = k_2$

En la Figura 4 los alumnos concluyen para $k_1 = k_2$, la reacción es bastante moderada y recién a los 4 minutos se observa la conversión final de A en C.

En la Figura 5 analizan el valor k_2, en este caso la etapa limitante es $B \rightarrow C$. Esta conversión es lenta, y la cantidad de sustancia B es grande comparada con la cantidad obtenida de sustancia de C, y observan que B se agota cuando se consume el reactivo A.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

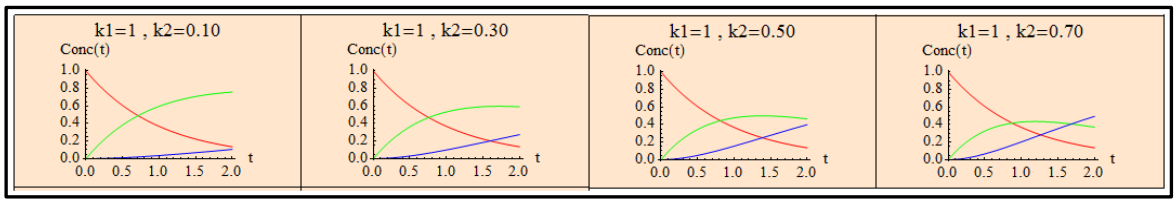


Figura 5 Concentración vs. tiempo para $k_2 < k_1$

III- Aula virtual

La implementación de un espacio virtual se realiza mediante la aplicación de la plataforma Moodle. Moodle es un sistema de gestión de Cursos de Código Abierto (Open Source Course Management System, CMS), conocido también como Sistema de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System, LMS).



Figura 6. Extracto del aula virtual

El Laboratorio se sirve esta plataforma para realizar el aprendizaje en línea y además como apoyo a la formación presencial, brindando la posibilidad de explorar nuevas formas de entornos educativos, permitiendo un continuo desarrollo. Para utilizarlo, necesita ser instalado en un servidor web, puede ser instalado tanto en un ordenador personal como en un servidor proporcionado por una compañía de hospedaje de páginas web. En la Figura 6 se observa una de las ventanas del aula virtual del Laboratorio.

IV - Diseño de un conducto de descarga de granos

Se solicita a los alumnos diseñar y calcular el volumen de un conducto de descarga de granos oleaginosos que tenga la forma de un poliedro de seis caras (hexaedro). Se suministran como datos cuatros vértices del paralelepípedo formado exhibido en Fig. 7. En este caso, se orienta el trabajo de los alumnos, con un cuestionario, para luego escuchar las respuestas de los alumnos como así también los debates que se generan y las conclusiones a las que arriban.

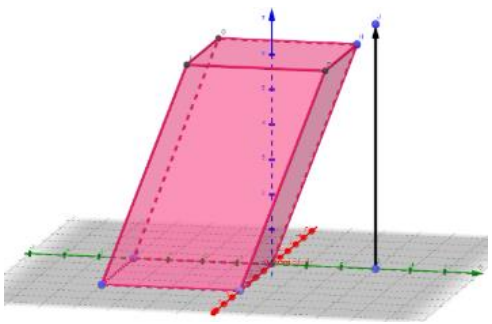


Figura 7. Diseño del conducto de descarga.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

La labor docente basada en actividades de integración disciplinaria de tinte ingenieril permite que los conceptos, marcos teóricos, procedimientos y otros elementos con los que tienen que trabajar profesores y estudiantes se organicen en torno a unidades más globales, estructuras conceptuales y metodológicas compartidas por varias disciplinas.

El trabajo con la tecnología ha creado una nueva relación entre los docentes de tecnologías básicas y aplicadas y los grupos de investigación, que promueve la interacción, encaminada a lograr la multidisciplinariedad en el proceso de enseñanza, la aplicación de nuevas tecnologías, la transferencia al aula de investigación para el mejor tratamiento de diversos temas; y trabajar en conjunto con el propósito de mejorar la calidad de la enseñanza, y así lograr los objetivos curriculares.

En todas las actividades desarrolladas se plantea un enfoque multidisciplinar que permite profundizar e integrar conceptos matemáticos básicos, como así también despertar el interés de los estudiantes en la incorporación de nuevas temáticas, al poder mostrar desde los primeros años de las carreras aplicaciones concretas y presentar líneas de trabajo de reciente desarrollo que motiven hacia una búsqueda constante de nuevos conocimientos.

Referencias

Alvarez González, B., Sánchez Rodriguez, Y. (2022). “La Interdisciplinariedad en la Formación de Ingenieros”. *Revista REDIPE*. 11(7), 163-172.

Blanco Sandía, M, Corchuelo Martínez, B. (2014). “La interdisciplinariedad como estrategia metodológica para la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas”. *Anales de ASEPUMA*. 1 (22), 1-25.

Castillo Noboa, E., Santillán Lima, J. (2023). “Transformación de la Educación Matemática en el Siglo XXI: Tendencias y Desafíos”. *Revista científica TESLA*, 3(1), 1-14.

Giler Velásquez, L. (2020). “Estrategias de Enseñanza de la Matemática en la Formación de Profesionales de la Ingeniería”. *Revista científica Dominio de las Ciencias*. 6 (3), 273-285.

Guerrero, R, López, M. (2021). “Adecuación de la Praxis Docente en la Universidad de Córdoba (España)”. *Anales del II Congreso Internacional Transformación Digital Educativa*. 1(1), 82-85.

Mantilla Crespo, P. (2022). “Enseñanza Innovadora de la Matemática con Mediación Tecnológica: Experiencia en una Institución de Educación Superior”, Revista Educare, 26(2), 114-185.

Oyarce Mariñas, V., Morales Chicana, E., Solís-Trujillo, B. (2021). “La Enseñanza Virtual, una Necesidad Educativa Global”. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(5), 7200-7218.

Ramos Ramírez, R., Vargas Elizondo, M., Salazar Silva, R. (2018). “Aprendizaje Orientado a Proyectos como Estrategia Didáctica para el Logro de Competencias”. En: *Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje para la Docencia Universitaria, Experiencias desde el Aula*. Compiladoras: Salazar C et al. (2018). México: Dirección General de Publicaciones..

Reyes Guillén, I. (2021). “Percepción de Estudiantes Universitarios sobre su Formación Académica en Matemática y Estadística”. *Revista de Didáctica IKAXTZA*. 26(1), 116-132.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De la realidad al modelo: una experiencia concreta en Análisis Matemático II

From reality to model: a concrete experience in Calculus II

Gabriela Righetti
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
grighetti@fra.utn.edu.ar

Flavia Álvarez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
falvarez@fra.utn.edu.ar

Stella Boutet
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
sboutet@fra.utn.edu.ar

Vanesa Brunovsky
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda, Argentina.
vbrunovsky@fra.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo plantea la necesidad de transformar la enseñanza del Análisis Matemático en carreras de ingeniería, pasando de un enfoque centrado en el docente a uno centrado en el estudiante. Se destaca la importancia de la participación activa del alumno y de la modelización matemática como herramienta para lograr un aprendizaje significativo. Basado en el modelo iniciativo de Charnay y en el aprendizaje basado en problemas, en la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional se propuso una actividad basada en una situación real que motivara a los estudiantes a adquirir nuevos conocimientos de manera reflexiva y contextualizada. Aunque integrar la modelización en niveles iniciales presenta dificultades, creemos que es clave en la formación de futuros ingenieros capaces de tomar decisiones, investigar y resolver problemas en su ámbito profesional. El enfoque propuesto busca evitar el aprendizaje mecánico y promover el desarrollo de algunas competencias fundamentales en su formación.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas - Modelización - Aprendizaje significativo.

Abstract

This paper proposes a transformation in the teaching of Calculus in engineering careers, moving from a teacher-centered model to a student-centered approach. The importance of active student participation and mathematical modeling as a tool to achieve meaningful is highlighted. Based on Charnay's initiative model and problem-based learning strategies, a real-world situation was implemented at the Facultad Regional Avellaneda of the National Technological University (Universidad Tecnológica Nacional, UTN) that motivates students to acquire knowledge in a reflective and contextual way. Although integrating modeling in early levels presents difficulties, we believe it is key in the training of future engineers capable of making decisions, investigating, and solving problems in their professional field. The proposed approach seeks to avoid rote learning and promote the development of some fundamental competencies in their training.

Keywords: Problem-Based Learning – Modeling – Meaningful Learning

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Ya es una afirmación compartida por todos los docentes que para lograr un aprendizaje significativo es necesaria la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje y pasar de un modelo centrado en el docente a otro centrado en el alumno. Además, el Análisis Matemático, desarrollado en forma abstracta y con perfección matemática, no alcanza a tener un verdadero significado para la mayoría de los estudiantes de carreras de ingeniería que, en gran parte, ven la matemática sólo como una herramienta.

Además, en casi todos los diseños curriculares de carreras de ingeniería y planificaciones de asignaturas de matemática, se incluye, como competencia a desarrollar, la modelización matemática ya que en cierto punto la matemática es el lenguaje de la ingeniería. Consideramos la modelización matemática como “el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un problema u objeto del área del contexto” (Camarena, 2015, p. 117). Este proceso consta de tres etapas: identificar las variables del problema, establecer relaciones entre las variables a través de distintos conceptos y validar la relación matemática que modela (Camarena, 2015).

De ahí la introducción mediante situaciones problemáticas resulta un factor clave a la hora de motivar a los estudiantes. Estos problemas deben mostrar la necesidad de adquirir nuevos conocimientos, utilizar una mayor cantidad de herramientas y de plantear definiciones más rigurosas, pero evitando la aceptación de tales definiciones dogmáticamente, lo que indefectiblemente conduce a la repetición mecánica de procedimientos rutinarios sin que se tenga claro qué se hace ni por qué se hace. En este sentido, se toma como base el “modelo iniciativo de aprendizaje” de Charnay (2014), en el cuál el rol del estudiante es central y se buscan situaciones cercanas a ellos para favorecer y construir el aprendizaje.

Por todo lo dicho anteriormente y para lograr los objetivos propuestos, consideramos el aprendizaje basado en problemas como marco teórico de este trabajo. Este enfoque utiliza problemas reales, relevantes en un contexto profesional determinado y suficientemente complejos como punto de partida para el aprendizaje de los contenidos de la materia y para el desarrollo de diversas competencias. Lo que identifica a este enfoque es el trabajo en pequeños grupos hacia la comprensión de un problema de la vida real con múltiples soluciones posibles (Savin-Baden, 2000). Este problema tiene que caracterizarse por tratar una situación que no se pueda resolver con los conocimientos previos, que sea un reto para los estudiantes, estimule el aprendizaje e implique realizar tanto investigación como elaboración personal, además de tomar decisiones y planificar acciones para intentar resolverlo (Navarro, 2006, p.188). En la experiencia del ABP, los alumnos van integrando una metodología propia para la adquisición de conocimiento y aprendiendo sobre la base de su propio proceso de aprendizaje. (Poot-Delgado, 2013).

Desarrollo

La actividad que se muestra en las Figuras 1 y 2 fue planteada en 3 cursos (aproximadamente 90 estudiantes) de Análisis Matemático II de la Facultad Regional Avellaneda de la Universidad Tecnológica Nacional. La consigna fue brindada al inicio del desarrollo de la unidad que refiere a integrales múltiples para ser resuelta en grupos de no más de 4 integrantes en el horario de clase. Los alumnos la recibieron sin aviso previo, aunque se les aclaró que la realización de la actividad no se relacionaba con la acreditación de la asignatura.

La consigna se refiere a la modelización de un biodigestor mediante distintos cuerpos para calcular su volumen. Las medidas fueron tomadas de la ficha técnica de los biodigestores marca Rotoplast (Rotoplast, 2024).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

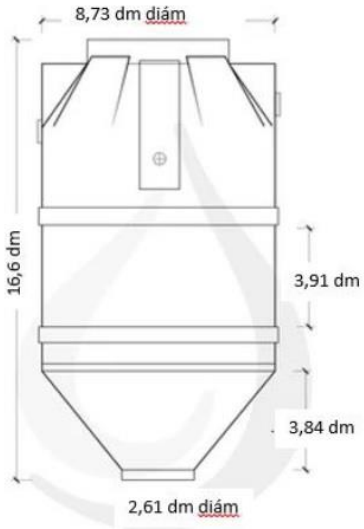


¿Qué es un biodigestor?

Los biodigestores son tanques en los que se acumulan residuos orgánicos. Dentro de un tanque biodigestor, que se caracteriza por estar cerrado de manera hermética, se producen procesos químicos asociados a la descomposición de la materia.

Un biodigestor es una alternativa sustentable para la generación y utilización de energía, ya que proporciona un gas natural que puede ser utilizado para generación de calor y electricidad; a esto se lo llama energía biogas.

Figura 1: Actividad propuesta a los estudiantes



a) A partir de las medidas dadas y del esquema del biodigestor, encuentren cuerpos que sirvan para modelizarlo y sus ecuaciones.

b) Calculen el volumen del biodigestor.

Figura 2: Actividad propuesta a los estudiantes

La actividad fue pensada teniendo en cuenta que la modelización y la resolución de problemas son competencias fundamentales en la formación de ingenieros. Tal como se planteó en la introducción, las situaciones problemáticas muestran la necesidad de nuevos conocimientos y son portadoras de relaciones entre los conocimientos teóricos que son objetos de estudio y sus aplicaciones. Por otro lado, los modelos funcionan como mediadores entre la teoría y la realidad, como una reinterpretación “de los términos teóricos del sistema mediante términos que refieren a objetos más familiares o más cercanos a la experiencia” (Cassini, 2016, p. 9). Al trabajar la modelización en la enseñanza de la matemática se busca relacionar parte del “mundo real” y la matemática, y se busca que los estudiantes sean críticos respecto de las diferencias entre lo real y el modelo, y la matemática que se pone en juego.

En una primera instancia, se les dio a los estudiantes el problema para que investiguen en Internet de forma más exhaustiva qué es un biodigestor y cuándo se utiliza. Al ser Análisis Matemático II una asignatura homogénea para todas las especialidades de Ingeniería, la discusión se vio enriquecida en los distintos grupos por la presencia de estudiantes de Ingeniería Química quienes aportaron desde los conocimientos trabajados en otras asignaturas. A continuación, se les pidió que realicen la parte a) de la consigna.

Posteriormente, se discutió sobre cómo calcular el volumen del modelo elegido. Si bien los alumnos conocían la fórmula para calcular el volumen de un cilindro, no sabían cómo determinar el volumen de un

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

tronco de cono. Esto sirvió como punto de partida para el trabajo en el aula sobre integrales múltiples, dejando momentáneamente la actividad planteada inconclusa, aclarando que se terminaría de resolver a su debido tiempo.

Finalmente, se resolvió el punto b) de la actividad y se realizó una puesta en común analizando distintas resoluciones y la validez de los modelos elegidos, debatiendo en particular sobre si la elección de la ubicación del origen de coordenadas tenía alguna relevancia a la hora de que la resolución del problema fuera más o menos simple y la elección de los distintos sistemas de coordenadas para resolver las integrales.

Resultados

Todos los grupos, para resolver el punto a) de la actividad, eligieron, para modelizar el biodigestor, un cilindro y un cono. En esta instancia, los debates pasaban por el hecho de que se estaban dejando de lado ciertas estructuras del biodigestor y esto iba a significar que el resultado final del volumen calculado iba a ser muy distinto respecto del valor real. Frente a las dificultades y la falta de medidas de esas partes, los grupos decidieron no tenerlas en cuenta y evaluar posteriormente si esa decisión afectaba o no de forma considerable al volumen.

En la búsqueda de las ecuaciones hubo grandes diferencias. Éstas se relacionaron principalmente con la elección del sistema de referencia y la ubicación del origen de coordenadas. Hubo grupos que “extendieron” el tronco de cono para que el vértice del cono fuera el origen de coordenadas (Figura 3) mientras que otros lo ubicaron en la base del tronco del cono (Figura 4). Vale aclarar que, en todos los casos, también se pidieron las ecuaciones de los planos horizontales involucrados en el modelo. Esta parte de la actividad generó interesantes debates en los grupos, ya que intentaban establecer de qué forma les resultaría más sencillo el trabajo posterior y si el cambio del sistema de referencia influiría en la validez del modelo.

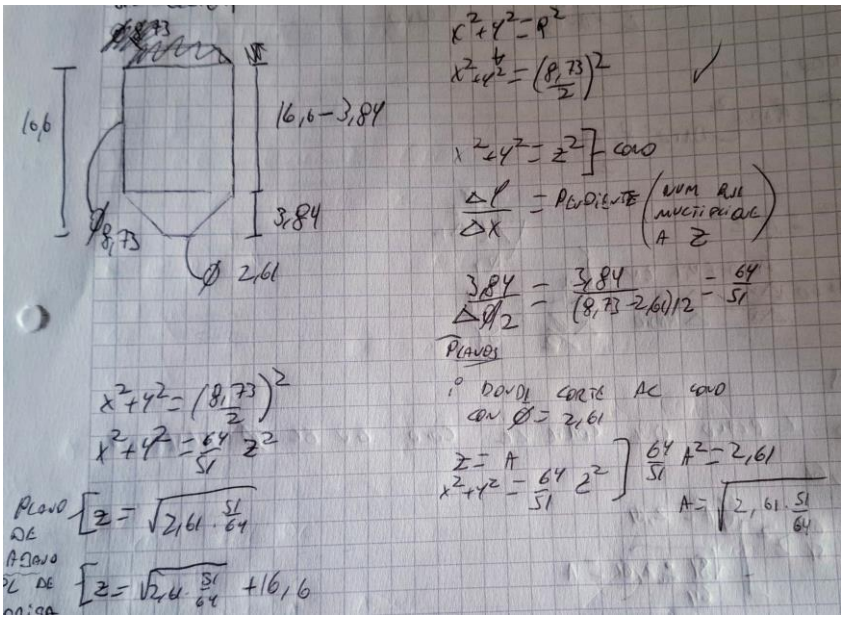


Figura 3: Trabajo sobre las ecuaciones del cono y del cilindro con cono con vértice en (0;0;0).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

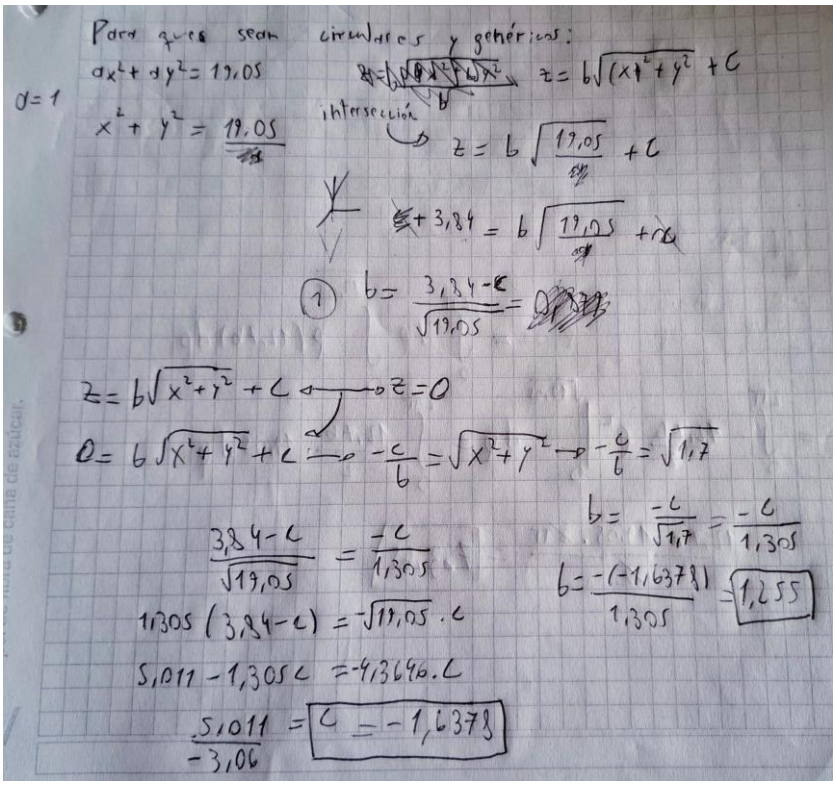


Figura 4: Trabajo sobre las ecuaciones del cono y del cilindro con cono con vértice desplazado.

Otra dificultad que apareció inicialmente fue que muchos grupos consideraban al cono de ecuación básica $z^2=x^2+y^2$ sin tener en cuenta que puede cambiar la pendiente de su generatriz, haciendo imposible la modelización por los datos dados. Una vez superados estos inconvenientes surgió en algunos grupos el uso de trigonometría para poder encontrar su fórmula (Figura 5).

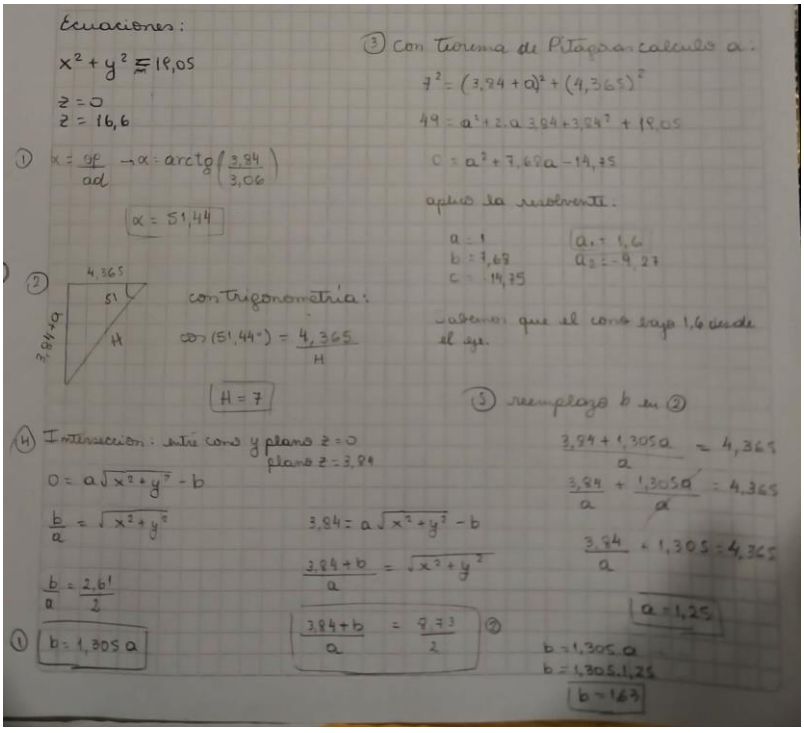


Figura 5: Trabajo sobre las ecuaciones del cono utilizando trigonometría.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Durante las siguientes clases, se desarrollaron los contenidos relacionados con integrales múltiples que incluyen distintas aplicaciones geométricas y cambios de variable. La metodología de las clases incluyó exposiciones por parte de los docentes, pero también la lectura y la discusión por parte de los estudiantes del material multimedia desarrollado por la cátedra y la resolución de distintas actividades relacionadas con los contenidos trabajados. En todos los casos, durante el trabajo se buscó el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas o el uso de técnicas específicas, más que al conocimiento de conceptos de manera "memorística", y que los estudiantes fueran construyendo una autonomía de estudio creciente.

En una instancia posterior se trabajó sobre el cálculo del volumen. En este caso, se observaron distintas estrategias a la hora de calcular el volumen del tronco del cono. En principio algunos estudiantes buscaban calcularlo con una sola integral, finalmente prevaleció el cálculo por diferencia de volúmenes entre dos cuerpos. Si bien se tenía disponible el Geogebra para calcular las integrales planteadas, los estudiantes prefirieron trabajar en coordenadas cilíndricas que simplifican los cálculos (Figuras 6 y 7). Por otro lado, si bien el cálculo del volumen del cilindro muchas veces se realizó utilizando la fórmula, ningún estudiante planteó utilizar fórmulas conocidas para determinar el volumen del tronco de cono.

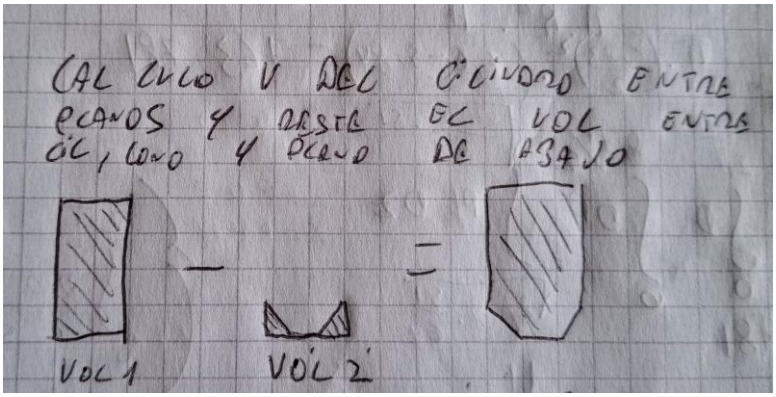


Figura 6: Otro esquema para calcular el volumen total

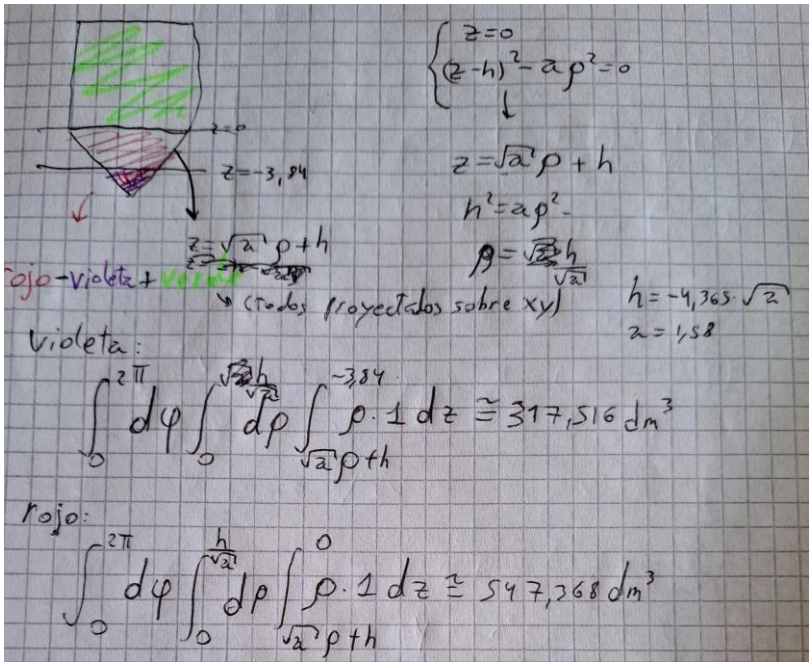


Figura 7: Esquema del cálculo del volumen total y cálculo del tronco de cono

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Finalmente, se realizó una puesta en común analizando la validez del modelo, las dificultades en la resolución y las distintas estrategias utilizadas.

Respecto al trabajo colaborativo, hubo estudiantes que en un principio no quisieron trabajar en grupo. Sin embargo, a medida que avanzaba la actividad, se vieron en la necesidad de discutir con otros las ideas para poder resolver el problema. Finalizada la misma, estos alumnos específicamente manifestaron como positivo el intercambio de ideas a la hora de realizar la actividad.

Conclusiones

En las asignaturas de los niveles inferiores no resulta tan simple incorporar la modelización matemática ya que no siempre tienen acceso a cuestiones de asignaturas relacionadas con la ingeniería. Tampoco es algo que, en general, conozcan cómo hacer. Sin embargo, es fundamental para su formación el realizar este tipo de actividades. Como docentes de materias básicas, debemos promover actividades que les impliquen la toma de decisiones, la reflexión y la argumentación de esas decisiones. Esta es una tarea que demandará mucho tiempo, pero que es fundamental para la formación de un ingeniero flexible, autónomo y capaz de resolver problemas. El "modelo de aprendizaje normativo" (Charnay, 2014) que consiste en transmitir un conocimiento implica un aprendizaje de reglas estrictas, y no da lugar ni a la investigación ni a la creatividad ni a la reflexión crítica. En cambio, el aprendizaje a partir de la resolución de problemas y de la modelización, colabora con “las fortalezas del futuro profesionista para enfrentar una situación problemática en su ámbito profesional y laboral, haciendo uso de la integración de todo su bagaje de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que son movilizados en estructuras cognitivas” (Camarena, 2021, p. 107).

Referencias

Camarena Gallardo, P. (2015). Teoría de las ciencias en contexto y su relación con las competencias. *Ingenium*, *16*(31), 108-127.

Camarena Gallardo, P. (2021). *Teoría de la Matemática en el contexto de las Ciencias.* Santiago del Estero: UNSE.

Charnay, R. (2014). Capítulo III: Aprender (por medio de) la resolución de problemas. En Parra, C. y Saiz, I. *Didáctica de las matemáticas aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.

Cassini, A. (2016). Modelos científicos. En Vanney, C., Silva, I., Franck,J., *Diccionario Interdisciplinar Austral.* Recuperado de http://dia.austral.edu.ar/Modelos_científicos

Navarro, L. P. (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.

Poot-Delgado, C. A. (2013). Retos del aprendizaje basado en problemas. *Enseñanza e investigación en psicología*, *18*(2), 307-314.

Rotoplast (2024). *Ficha técnica Biodigestor*. Recuperado de https://rotoplas.com.ar/catalogo/biodigestor-autolimpiable/

Savin-Baden, M. (2000). *Problem based learning in higher education: Untold stories*. Buckingham: SHRE y Open University Press.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Estructuras celulares homogéneas discretas en la enseñanza del álgebra lineal

Discrete homogeneous cellular structures in the teaching of linear algebra

Eduardo Alberto Gago
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
eagago@gmail.com

Paola Andrea Szekieta
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
eagago@gmail.com

Caren Loreley Brstilo
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Argentina.
brstilocaren@gmail.com

Resumen

En esta presentación se relata una experiencia donde se introducen los conceptos preliminares de una estructura matemática denominada Autómata Celular en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica con el fin de utilizar herramientas de simulación y matrices, elementos básicos del tratamiento de sistemas dinámicos discretos. Específicamente, el trabajo se centra en el desarrollo del modelo denominado: El juego de la vida, abordado desde la perspectiva de las operaciones matriciales, lo que implica coordinar la conversión de las representaciones de los conceptos involucrados considerando los aspectos simbólico, numérico y gráfico. Resulta interesante destacar cómo las operaciones básicas del álgebra matricial que los estudiantes deben conocer y practicar tienen una relación directa con este juego. El objetivo de la clase es desarrollar actividades que incluyan ejercicios de álgebra matricial y mostrar cómo es posible aplicar este contenido de la asignatura en proyectos propios de la ingeniería.

Palabras clave: Autómatas celulares, Juego de la vida, Matrices, Vecinos, Enseñanza aprendizaje

Abstract

This presentation describes an experience introducing the preliminary concepts of a mathematical structure called Cellular Automata in the course of Algebra and Analytic Geometry. This course aims to utilize simulation tools and matrices, basic elements in the treatment of discrete dynamical systems. Specifically, the work focuses on the development of a model called "The Game of Life," approached from the perspective of matrix operations, which involves coordinating the conversion of representations of the concepts involved, considering the symbolic, numerical, and graphical aspects. It is interesting to highlight how the basic matrix algebra operations that students must know and practice are directly related to this game. The objective of the class is to develop activities that include matrix algebra exercises and to demonstrate how this subject content can be applied to engineering projects.

Keywords: Cellular automata, Game of life, Matrices, Neighbors, Teaching learning

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Los docentes de matemática, en especial los ingenieros que enseñan matemática en la universidad, intentan desarrollar una formación de carácter integral en el tratamiento de los contenidos básicos. Además, si se desea potenciar el desarrollo de competencias en los estudiantes, la incorporación de herramientas computacionales impacta de manera favorable en el proceso de su formación.

El desarrollo de las competencias en matemáticas dentro de la formación integral del estudiante de ingeniería, debe partir de la realidad que brindan los contextos sociales, que propicien la generación de conocimientos a partir de actividades de formación que tomen en consideración la cotidianeidad a través de la búsqueda de soluciones a los problemas que se afrontan (Giler Velásquez, 2020).

El propósito de esta presentación es mostrar una experiencia de cátedra donde se introducen los conceptos de Autómatas Celulares (AC) en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica en la carrera Ingeniería Química utilizando herramientas de simulación y matrices, elementos básicos del tratamiento de los sistemas dinámicos discretos.

Un AC es un mecanismo para modelar sistemas con interacciones locales. Es esencialmente una representación discreta del espacio, tiempo y estado de un sistema de muchos objetos que interactúan simultáneamente con otros objetos cercanos (Gaylord, Nishidate, 1996).

Los AC se conforman por un arreglo regular de unidades programadas idénticamente llamadas células o celdas que interactúan con sus vecinos sujetos a un conjunto finito de reglas prescritas por las transiciones locales. Todas las células forman un enrejado espacial regular y cada una de ellas evoluciona en pasos de tiempo discretos asumiendo un nuevo valor basado en los valores de una vecindad local de células y un número finito de pasos de tiempo previos (Gaylord, Wellin, 1995).

Todos los estados de las células se actualizan sincrónicamente y se adaptan perfectamente a sistemas complejos que contienen un gran número de componentes idénticos simples con interacciones locales y han sido considerados también como un medio para la dinámica simbólica.

El modelo contempla que las aportaciones de la ciencia, la ingeniería y la tecnología se puedan incorporar en situaciones didácticas o tareas de aprendizaje en la clase de matemáticas. Es decir, que desde la matemática pueden orientarse los aprendizajes de los estudiantes bajo las premisas teóricas que sustentan este enfoque didáctico (Olvera Martínez, et al., 2022: p.3).

En particular en el campo de la Matemática, los docentes que enseñan dicha asignatura, están siempre dispuestos por implementar estrategias didácticas tendientes a transformar la enseñanza con el objetivo de realizar aplicaciones en el campo de la Ingeniería.

Motivación y objetivos

El diseño de problemas de índole tecnológica mediante el análisis de objetos y sistemas permite realizar un diseño metodológico para poder llevar adelante aplicaciones del Algebra lineal (AL) que incentiven las capacidades básicas en los alumnos (Tinnirello et al, 2018). Con este cometido, se propicia una clase experimental de carácter colaborativo donde se investigue sobre un modelo de AC: el Juego de la Vida (JV) para alcanzar las competencias necesarias que requieren los estudiantes para enfrentar las demandas de su futura vida profesional.

Se pretende que el alumno asimile los conceptos de los AC como así también que desarrolle su capacidad de análisis aprovechando el carácter racional y deductivo propio del álgebra lineal, resaltando en el proceso enseñanza aprendizaje el carácter inter y multidisciplinar insoslayable en las carreras de ingeniería.

Los docentes que participan de la experiencia les dan indicaciones a los alumnos para que ellos trabajen en grupos fomentando el trabajo colaborativo, y una vez realizado el desarrollo conceptual, se los deja para que elaboren la actividad de forma independiente. Se pretende que los estudiantes adquieran un comportamiento participativo y autónomo en la clase. La labor de los docentes en esta forma de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

implementar la enseñanza se circunscribe a ser una guía que involucre facilitar la incorporación de los contenidos curriculares y brindar contención a lo largo de la experiencia (Posada Alvarez, 2004).

Todas las actividades y métodos de gestión de la clase, de la disciplina académica, motivación de los alumnos, la relación de estos con el profesor se coordina para lograr, en este caso, la integración de aprendizajes y saberes. Esta relación juega un papel fundamental porque la enseñanza se constituye a partir de la interacción humana (Alvarez González et al. 2022)

Fundamentos teóricos: El Juego de la Vida

Se presenta a los alumnos el JV, el AC más famoso, creado en 1970 por el matemático británico John H. Conway. EL JV fue el primer programa que ejecutó la primera computadora en paralelo del mundo, la Connection Machine. Su característica más importante es ser el precursor de los sistemas de vida artificial o a-life cuyo estudio es de gran interés no sólo por sus implicancias biológicas sino por el desarrollo de los denominados agentes inteligentes para computadoras (Gaylord, Wellin, 1995).

Este autómata es un juego de cero jugadores, lo que implica que su evolución está determinada por el estado inicial y no necesita ninguna entrada de datos posterior. El juego se desarrolla sobre una grilla bidimensional denominada tablero donde cada posición del tablero se denomina célula y posee ocho células vecinas, que son las que están próximas a ella, incluidas las diagonales. Al conjunto de estas ocho células vecinas se las denomina Vecindad de Moore.

Las células tienen dos estados: están vivas o muertas, lo que se representa con los números 1 y 0 respectivamente. La cantidad y disposición de células vivas sobre el tablero evoluciona a lo largo de unidades de tiempo discreto. El estado de todas las células se tiene en cuenta para calcular el estado de las mismas al instante de tiempo siguiente. Todas las células se actualizan simultáneamente. Las transiciones dependen del número de células vecinas vivas.

Cuando una célula muerta tiene exactamente 3 células vecinas vivas nace, lo que significa que al turno siguiente estará viva. Una célula viva con 2 ó 3 células vecinas vivas sigue viva, mientras que en otro caso muere (o permanece muerta por soledad o superpoblación). El juego planteado continúa hasta que se obtengan dos estados sucesivos idénticos o bien hasta que se alcance un cierto número de transiciones realizadas.

Características del Juego de la vida: Vecindad

La vecindad de una celda es la que considera a una celda propiamente dicha y analiza sus celdas vecinas más cercanas, que se denominan vecinos. Para el JV, se aplica el criterio de la vecindad de Moore, que propone que una celda cuenta con 8 vecinos que se denominan: vecinos norte (N), sur (S), oeste (W), este (E), noroeste (NW), noreste (NE), suroeste (SW) y sureste (SE).

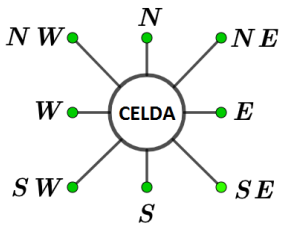


Figura 1. Vecindad de Moore

En la Figura 1, se observa un esquema de una celda que se encuentra en el centro y la posición de sus 8 vecinos. Los vecinos de cada celda en un estado i de una matriz se obtienen sumando los 8 vecinos que poseen cada una de las células que componen las matrices. En la ecuación (1) se expresa la fórmula de cálculo para los vecinos de cada celda

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

$$V_i = V_i^N + V_i^S + V_i^E + V_i^O + V_i^{NE} + V_i^{NO} + V_i^{SE} + V_i^{SO} \quad (1)$$

¿Cómo obtener los vecinos de cada celda?

Para encontrar la matriz de los vecinos se utilizan las matrices de permutación (P). En los AC existen 4 matrices de permutación: P_N, P_S, P_E y P_W. Estas matrices se construyen a partir de la matriz identidad $I_n \in R^n$. El criterio para la configuración de las matrices de permutación es:

- Matriz de permutación norte (P_N): para construirla la última fila de I_n se desplaza a la primera fila de I_n, mientras que las otras filas descienden ordenadamente de su posición
- Matriz de permutación sur (P_S): para construirla la primera fila de I_n se desplaza a la última fila de I_n, mientras que las otras filas ascienden ordenadamente de su posición
- Matriz de permutación este (P_E): para construirla la primera columna de I_n se desplaza hacia la última columna de I_n, mientras que las otras filas se mueven ordenadamente hacia la izquierda
- Matriz de permutación oeste (P_W): para construirla la última columna de I_n se desplaza hacia la primera columna de I_n, mientras que las otras filas se mueven ordenadamente hacia la derecha

En la Figura 2 se muestran la estructura simbólica de las matrices de permutación (Tinnirello, Szekieta, Gago, 2018)

$$P_N = P_E = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ddots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix}; P_S = P_W = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \ddots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Figura 2. Matrices de permutación

Las fórmulas para obtener los vecinos para un estado i de una célula se muestran en la Tabla 1

$V_i^N = P_N E_i$	$V_i^S = P_S E_i$	$V_i^E = E_i P_E$	$V_i^W = E_i P_W$
$V_i^{NE} = P_N E_i P_E$	$V_i^{NW} = P_N E_i P_W$	$V_i^{SE} = P_S E_i P_E$	$V_i^{SW} = P_S E_i P_W$

Tabla 1. Vecinos cardinales

Espacio de aprendizaje

La propuesta didáctica del presente trabajo describe una experiencia en el Laboratorio Informático y Multidisciplinar de Ciencias Básicas, donde se pretende que los alumnos apliquen las propiedades aprendidas del álgebra matricial para matrices cuadradas y las relacionen con el proceso de evolución del AC el JV en sus distintos estados.

La clase se diseña mediante una serie de actividades dirigidas a los alumnos con la intención de que dada una matriz cuadrada, obtengan los vecinos de la misma por medio de operaciones matriciales. Se presenta a los alumnos el tablero de trabajo inicial representado por la matriz E_o, siendo cada uno de los elementos de la matriz el estado de una célula en un tiempo inicial determinado t_o. A partir de E_o, los alumnos comienzan a modelar el juego según las reglas vistas en la teoría, considerando la disposición inicial de $E_o \in R_4$ en el tiempo $t_o = 0$.

$$E_0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Figura 3. E_o: Estado inicial del juego

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El comportamiento de este modelo está regido no por una autoridad centralizada, sino por la interacción local entre componentes descentralizados (Resnick, 1994).

En la tabla 2 se muestran las matrices de vecinos. La matriz V_o se construye a partir de E_o y en función de ellas se construye el nuevo estado del AC E_1. La dinámica secuencial de los estados de AC es que a partir de una matriz E_i se diseña la matriz de vecinos V_i y a partir de ellas se genera la matriz E_{i+1} ($\forall\, i \in N_o$).

V_O	V_1	V_2	V_3	V_4
$\begin{pmatrix}5&6&4&6&4\\5&5&4&6&3\\6&4&3&5&3\\4&4&4&5&3\\2&3&2&4&4\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}3&3&2&2&2\\2&1&1&3&1\\3&1&0&4&2\\4&4&3&4&2\\2&2&1&2&2\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}3&3&3&1&3\\4&3&2&1&4\\2&2&2&4&3\\5&4&1&3&3\\4&4&3&2&3\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}4&4&3&4&2\\6&4&3&3&4\\3&2&2&3&3\\4&2&2&4&4\\5&4&3&6&4\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1&3&3&5&1\\3&3&3&5&5\\1&2&3&3&3\\2&2&2&3&3\\1&2&1&3&1\end{pmatrix}$

Tabla 2. Matrices de vecinos

En la tabla 3 se observan los estados de evolución del autómata E_o.

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
$\begin{pmatrix}0&0&0&0&0\\0&0&0&0&1\\0&0&1&0&1\\0&0&0&0&1\\1&1&1&0&0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1&1&0&0&0\\0&0&0&1&0\\1&0&0&0&1\\0&0&1&0&1\\1&1&0&0&0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}1&1&1&0&1\\0&1&0&0&0\\1&0&0&0&1\\0&0&0&1&1\\0&0&1&0&1\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0&0&1&0&1\\0&0&1&1&0\\1&0&0&1&1\\0&0&0&0&0\\0&0&1&0&0\end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix}0&1&1&0&0\\1&1&1&0&0\\0&0&1&1&1\\0&0&0&1&1\\0&0&0&1&0\end{pmatrix}$

Tabla 3. Evolución del AC E_o

Actividades complementarias

Como actividad complementaria se propone a los alumnos desarrollar algunas matrices aplicando el JV. La propuesta tiene como objetivo afianzar los conocimientos adquiridos en la clase e interpretar la evolución del AC mediante la visualización.

Primera actividad: Se solicita a los alumnos que comiencen a modelar otro juego, considerando una disposición inicial de células sobre la matriz A en el tiempo. Con este propósito se les indica en primer término que encuentren los vecinos de A de acuerdo al concepto de vecindad de Moore, y que luego determinen la evolución de los elementos de A utilizando el software Mathematica La morfología de la matriz A se muestra en la Figura 4.

$$A = \begin{pmatrix}0&0&0&0&0\\0&0&0&1&1\\0&0&1&1&0\\0&0&0&1&1\\0&0&0&0&0\end{pmatrix}$$

Figura 4. Matriz inicial del juego (A)

Las respuestas obtenidas con el software Mathematica y luego verificadas analíticamente por los estudiantes se muestran en las Figura 5.

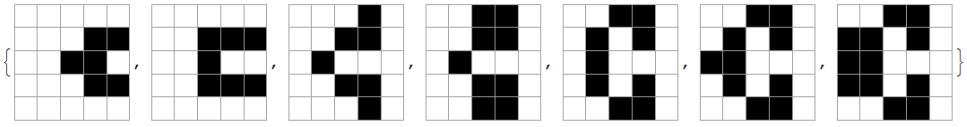


Figura 5. Evolución de A

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Segunda actividad: Aplicando las condiciones del JV, desarrollar la evolución de la matriz $B = (b_{ij}) \in R_{19\times14}$ (donde i es la fila y j es la columna), donde todos sus elementos iguales a cero, excepto los elementos en las posiciones $b_{8,8} = b_{8,9} = b_{8,10} = b_{9,7} = b_{9,10} = b = a_{11,7} = b_{11,10} = b_{12,8} = b_{12,9} = b_{12,10}$ que son iguales a uno.

A partir de su representación por medio del software, los alumnos obtienen los 21 primeros pasos de la evolución del AC a partir de B.

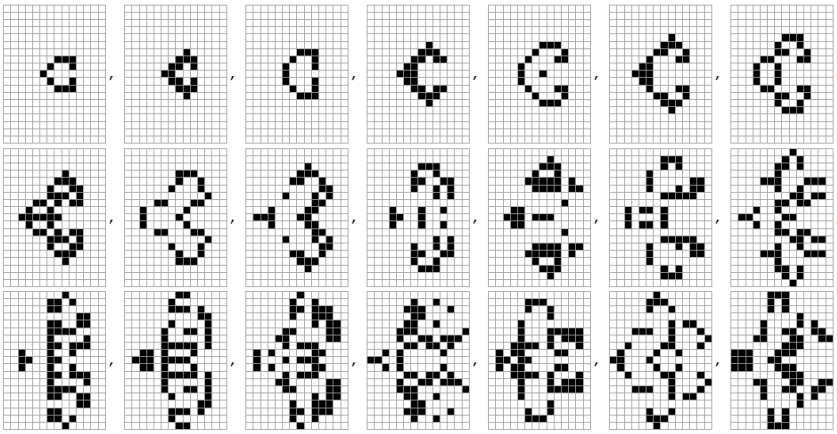


Figura 6. Evolución de B

Conclusiones

La utilización de cálculo simbólico conjuntamente con la tecnología posibilita la conexión entre los contenidos de Matemática y los modelos reales, además incrementa las habilidades que puede incorporar el alumno para contribuir al desarrollo de sus competencias.

La visualización realizada con el apoyo del software Mathematica, permite explorar los conceptos de los AC y descubrir las relaciones que estos conceptos tienen con el álgebra de matrices. El abordaje de actividades de carácter integrador desde las Ciencias Básicas, a través de la incorporación de modelos dinámicos, fomentan la creatividad a partir del análisis y el manejo de la información, lo que redunda en un proceso de enseñanza aprendizaje motivador.

Incluir actividades de matemática computacional en las áreas tecnológicas en el curriculum de Ingeniería e incorporar nuevos estilos de trabajo a partir de principios organizadores permiten vincular los saberes y darles sentido, transformando lo que generan las fronteras disciplinarias, cumplimentando el objetivo principal de la propuesta implementada.

Referencias

Alvarez González, B., Sánchez Rodriguez, Y. (2022). “La Interdisciplinariedad en la Formación de Ingenieros”. Revista REDIPE. 11(7), 163-172.

Gaylord, R. y Nishidate, K. (1996) Modeling nature: Cellular automata simulations with Mathematica. Nueva York: Springer-Verlag.

Gaylord, R. y Wellin, P. (1995) “Computer Simulations with Mathematica: explorations in complex physical and biological systems”. Nueva York: Springer-Verlag.

Giler Velásquez, L. (2020). “Estrategias de Enseñanza de la Matemática en la Formación de Profesionales de la Ingeniería”. Revista científica Dominio de las Ciencias. 6 (3), 273-285.

Olvera Martínez, M., Reyes Rodríguez, A. et al. (2022). “El enfoque STEM y el aprendizaje de las matemáticas”. Revista Iberoamericana de Educación Matemática. 18 (66), 1-17.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Posada Álvarez, R. (2004). Formación Superior Basada en Competencias, Interdisciplinariedad y Trabajo Autónomo del Estudiante. Revista Iberoamericana de Educación, 1(1). 6-8.

Resnick, M. (1994). Turtles, Termites, and Traffic Jams. Cambridge: MIT Press.

Tinnirello, A., Gago, E., Szekieta, P. (2018) Algorithmic Mathematics in Linear Algebra Applications. 12th International Technology, Education and Development Conference. Publisher: IATED, 7395-7403.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Utilización de la modelización matemática como estrategia didáctica para los ingresantes a carreras de ingeniería: El modelo SIR.

Using mathematical modeling as a teaching strategy for new engineering students: The SIR model

Viviana Cappello
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina.
vivi@frlp.utn.edu.ar

Tomás Méndez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Argentina.
temendez@frba.utn.edu.ar

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

Resumen

En el ingreso de los estudiantes a las carreras de ingeniería se pueden observar dificultades vinculadas con la aplicación de los conceptos matemáticos. Una forma de abordar esta problemática es a través de la incorporación de propuestas didácticas que promuevan las aplicaciones de los conocimientos matemáticos. En este sentido, la utilización de la modelización matemática en la enseñanza permite pensar actividades que favorezcan la aplicación de los conceptos matemáticos. En este trabajo se presentará una propuesta didáctica basada en el modelo epidemiológico SIR con el fin de introducir algunos de los conceptos centrales del cálculo en una variable.

Palabras clave: Modelización matemática en enseñanza – Modelo SIR – Cálculo en una variable

Abstract

When students enter engineering programs, difficulties associated with the application of mathematical concepts can be observed. One way to address this problem is through the incorporation of teaching strategies that promote the application of mathematical knowledge. In this sense, the use of mathematical modeling in teaching allows for the development of activities that foster the application of mathematical concepts. This paper presents a teaching strategy based on the SIR epidemiological model to introduce some of the core concepts of one-variable calculus.

Keywords: Mathematical Modeling in Teaching – SIR Model – One-Variable Calculus

Introducción

La enseñanza basada en la modelización (MBT por sus siglas en inglés) no sólo permite la apropiación de nuevos conceptos sino también su aplicación y el desarrollo de habilidades y competencias (Justi, 2006; Oliva, 2019; Hallström y Norström, 2023). En consecuencia, su utilización en cursos de carreras científico-tecnológicas resulta una importante estrategia didáctica.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La elucidación del concepto de modelo no es una tarea sencilla[1]. Una caracterización posible, aunque algo vaga, es la establecida en (Gilbert & Boulter, 2000) donde se afirma que un modelo es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema creado con un objetivo específico. Esta representación sólo capta ciertos aspectos y con fines determinados de aquello que se modeliza, en consecuencia, resultará incompleta o limitada. La modelización no sólo involucra la actividad de confeccionar un modelo, testearlo y aplicarlo, sino también estudiar su campo de implementación y los límites de su uso.

La modelización matemática es un proceso de modelización en el cual el modelo desarrollado es matemático. Un modelo matemático, tal como se lo considera en este trabajo, es un tipo especial de modelo en el que un dominio extramatemático se representa mediante entidades y relaciones matemáticas (Niss, Blum, 2020). Este proceso en sus distintas etapas permite a los estudiantes: adquirir y comprender conceptos matemáticos, aplicarlos en contextos extramatemáticos y desarrollar una serie de habilidades y competencias fundamentales para cualquier actividad científico-tecnológica. La MBT resulta, entonces, una estrategia didáctica de especial interés para los primeros años de las carreras de ingeniería pues la aplicabilidad de los conceptos matemáticos y el manejo de ciertas habilidades y destrezas que implica la actividad de modelización resultan centrales para los futuros profesionales.

En el presente trabajo se describe una propuesta didáctica que permite introducir algunos conceptos centrales de un curso de cálculo de una variable para estudiantes de ingeniería a partir de una situación extramatemática. Específicamente, se pretende introducir los conceptos de límite, continuidad, derivada y primitiva, además de alguna de sus aplicaciones al estudio de funciones a partir de elementos epistemológicamente más accesibles como lo son las consecuencias extramatemáticas del modelo. Para ello se propone recurrir a ciertos elementos que brinda el modelo epidemiológico conocido en la literatura como SIR. Este modelo permite estudiar epidemias y, bajo ciertas condiciones, predecir su evolución. En lo que sigue presentamos una breve descripción del modelo y describimos a continuación diferentes partes de la propuesta didáctica.

El modelo SIR

Este modelo considera una población total (N) constante dividida en tres grupos: susceptibles, infectados y recuperados[2]. Dado que la cantidad de individuos que componen cada categoría varía en función del tiempo, $S(t)$, $I(t)$ y $R(t)$ representan la cantidad de personas de cada grupo respectivamente en el momento t. Como ocurre con cualquier modelo, hay una serie de supuestos que se establecen con el fin de simplificar e idealizar la situación de manera que pueda modelizarse. En este caso tenemos que:

- La cantidad total de individuos en la población (N) se considera constante a lo largo de todo el período estudiado. La única causa de muerte de los individuos es la infección y no hay nacimientos.
- Los integrantes de la población se distribuyen uniformemente en el espacio. Todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de encontrarse con otros.
- No hay latencia en la enfermedad.
- Cada individuo se puede infectar una única vez por el patógeno, es decir, luego de la infección se adquiere inmunidad de por vida.

Bajo estos supuestos, siendo β la tasa de transmisión de la infección y $v = \frac{1}{D}$ (donde D representa los días de infección), en el modelo se establecen las siguientes relaciones:

- El producto $\beta S(t)$ representa la cantidad de infecciones que produce cada infectado en personas susceptibles. En consecuencia, la velocidad con la que decrece la cantidad de susceptibles es el opuesto del producto entre $\beta S(t)$ y la cantidad de infectados, $I(t)$.

[1] Esta problemática excede el campo de la matemática y de la enseñanza de la matemática. Han existido discusiones en diferentes disciplinas sobre este tema.
[2] En el grupo de recuperados se incluye a quienes sobrevivieron a la infección y también a quienes han muerto.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- La velocidad con la que aumentan los recuperados se calcula como el producto entre la tasa de recuperación v y la cantidad de infectados, $I(t)$.
- Dado que $S(t) + I(t) + R(t) = N$, la velocidad con la que varía la cantidad de infectados se puede determinar como la diferencia entre la velocidad con la que varían los susceptibles y la velocidad con la que varían los recuperados.

Si bien existen otros modelos epidemiológicos, el modelo SIR resulta ser accesible para estudiantes que ingresan en la carrera de ingeniería y los conceptos matemáticos que involucra se trabajan en cursos de cálculo en una variable, con lo cual, se puede utilizar para diseñar una propuesta de enseñanza basada en modelos.

Desarrollo

La propuesta se enmarca dentro del enfoque de la enseñanza basada en la modelización y está destinada a estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería. Se trata de una actividad integrada que conjuga contenidos centrales del cálculo en una variable con herramientas tecnológicas y de simulación para favorecer la comprensión del modelo epidemiológico SIR y la relación entre los elementos extramatemáticos y los matemáticos involucrados.

La actividad se estructura en torno a una **secuencia didáctica** distribuida en cuatro momentos: exploración, modelización, formalización matemática y evaluación. En cada instancia se busca promover la participación activa del estudiante, el trabajo colaborativo y la apropiación progresiva de conceptos clave tales como funciones, derivadas y soluciones de ecuaciones diferenciales.

Durante la primera etapa, se presenta una **situación problemática contextualizada**: el brote de una enfermedad infecciosa en una comunidad cerrada. A partir de este disparador, los estudiantes analizan gráficamente la evolución de los casos utilizando datos simulados o reales, y formulan hipótesis sobre el comportamiento de la población a lo largo del tiempo.

Posteriormente, se introduce el **modelo SIR** y sus componentes (S(t), I(t), R(t)), incentivando a los estudiantes a interpretar el significado de cada variable, cada constante, cada función, así como sus relaciones. A través de una simulación interactiva —desarrollada en plataformas como GeoGebra o Python con bibliotecas como *matplotlib y scipy.integrate*— los estudiantes exploran visualmente cómo varían las curvas de susceptibles, infectados y recuperados al modificar parámetros como la tasa de transmisión (β) o la duración de la infección (D).

También el análisis numérico puede implementarse a través de la planilla de cálculos Excel, donde los cursantes manipulan los datos y modifican las constantes, visualizando sus implicancias.

En la etapa de formalización, se trabaja sobre las **ecuaciones diferenciales** que rigen el modelo:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \qquad \frac{dI}{dt} = \beta SI - vI \qquad \frac{dR}{dt} = vI$$

Se propone a los estudiantes analizar los signos de las derivadas y vincularlos con el comportamiento de las gráficas, estimar tasas de cambio, calcular extremos relativos e interpretar puntos de inflexión. Un punto interesante, a discutir con los estudiantes, es cómo se puede obtener información acerca de las funciones I=I(t) o S=S(t) sin disponer de sus expresiones y obteniendo datos por caminos alternativos[3]. Asimismo, se explora el concepto de **área bajo la curva** como estimación de la cantidad total de infectados a lo largo del tiempo como anticipación del concepto de integral.

La secuencia se completa con una instancia de **evaluación formativa y sumativa**, basada en una **rúbrica** que contempla tanto el proceso como el producto del aprendizaje. Se valoran aspectos como la comprensión del modelo, la interpretación gráfica, la argumentación matemática, el uso de simuladores y la

[3] Es importante señalar que el sistema de ecuaciones diferenciales que presenta el modelo no es resoluble por métodos analíticos. Si pueden obtenerse aproximaciones numéricas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

calidad de las respuestas escritas. Esta rúbrica es compartida con los estudiantes desde el inicio de la actividad para fomentar la metacognición y la autoevaluación.

Tecnología y simulación

Para facilitar la apropiación del modelo, se propone el uso de recursos digitales accesibles y abiertos. Entre ellos se destacan:

- **Simuladores interactivos**: desarrollados con GeoGebra, permiten modificar parámetros del modelo en tiempo real y observar sus efectos sobre las curvas S(t), I(t) y R(t).
- **Entornos de programación con Python**: para estudiantes con conocimientos iniciales de codificación, se ofrecen scripts sencillos que resuelven numéricamente el sistema SIR y grafican los resultados.
- **Formularios en línea y pizarras colaborativas** (como Padlet o Jamboard): utilizadas para fomentar la discusión en grupos, la reflexión colectiva y la documentación del proceso.

Estos entornos tecnológicos no sólo hacen visible la dinámica del modelo sino que habilitan múltiples formas de representación (gráfica, simbólica, numérica, verbal), favoreciendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias digitales.

Breve síntesis de la secuencia didáctica propuesta:

Objetivos de Aprendizaje:

- Comprender el concepto de función aplicado a un fenómeno real.
- Analizar crecimiento, decrecimiento y dominio de funciones.
- Interpretar relaciones entre variables en un modelo matemático.

-Modelizar situaciones problemáticas del mundo real considerando de manera crítica los aspectos extramatemáticos involucrados para interpretar y validar los resultados obtenidos mediante herramientas matemáticas.

- Desarrollar razonamiento lógico y argumentación.
- Validar modelos con datos reales.

Primera parte: Explorando funciones con el modelo SIR

Fases de la Actividad

En esta primera parte se presenta el modelo, se anticipan algunas de sus características y se realiza un análisis cualitativo. En esta etapa, se trabajará el modelo en términos de velocidades debido a que los estudiantes no tienen disponible el concepto de derivada.

1. Contextualización y Presentación del Modelo SIR (1h): Se introduce la pandemia en Buenos Aires y el modelo SIR, explicando sus variables y supuestos (población cerrada, inmunidad permanente, etc.).

2. Relaciones entre las Poblaciones (1h): Se guía a deducir que $I(t)+S(t)+R(t)=N$, discutiendo la interdependencia de las funciones y cómo se afectan entre sí.

3. Análisis Cualitativo (1.5h): Se razona el comportamiento esperado de cada función: S(t) decrece, R(t) crece e I(t) primero crece y luego decrece.

4. Tipos de Funciones (1.5h): Se descartan funciones lineales o trigonométricas como modelos adecuados, reflexionando sobre sus propiedades.

5. Validación con Datos Reales (1h): Se comparan funciones estimadas de la epidemia con el modelo teórico, evaluando aciertos y limitaciones.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Evaluación

Se evalúa la capacidad de aplicar y analizar funciones, razonar lógicamente y vincular modelos con datos reales. Se utiliza una rúbrica con seis criterios: comprensión de funciones, análisis de comportamiento, interpretación de relaciones, argumentación, evaluación crítica y uso del lenguaje matemático.

Segunda parte: Conceptos elementales del cálculo

Fases de la secuencia

Se propone utilizar problemas asociados al modelo SIR como aplicación de algunos de los temas del cálculo: límite, continuidad y asíntotas, derivadas, primitivas.

1. Límites:

Estudiar comportamientos de las funciones I(t), R(t), S(t) cuando la epidemia se extiende en largos períodos de tiempo para introducir el concepto de límites en infinito. Interpretación gráfica a partir de lo trabajado en la primera parte de la secuencia.

2. Asíntotas y continuidad:

Relacionar lo trabajado en límites con el concepto de asíntota horizontal. Estudiar las discontinuidades de las funciones S(t), I(t), R(t).

3. Derivadas (parte 1):

Analizar las ecuaciones del modelo SIR. Relación entre el concepto de derivada y la velocidad de cambio de las variables.

4. Derivadas (parte 2):

Utilizar las ecuaciones del modelo SIR y las propiedades de las derivadas para estudiar el comportamiento de las funciones S(t), I(t), R(t). Validar conjeturas realizadas anteriormente.

5. Primitivas:

Analizar la posibilidad de obtener una expresión para las funciones S(t), I(t), R(t) con los conocimientos disponibles[4]. Determinar, si es posible, una expresión de I(S) y de S(R). Presentación de métodos numéricos mediante algún programa (por ejemplo, GeoGebra, Python o Excel).

Resultados

Se prevé que la implementación de esta propuesta permitirá a los estudiantes explorar la dinámica de las funciones involucradas en el modelo SIR y establecer relaciones entre los parámetros del modelo y los comportamientos observados en las gráficas. A partir del trabajo en equipos colaborativos, se espera que los estudiantes formulen hipótesis, identifiquen puntos críticos, analicen tasas de cambio y comprendan el significado de áreas bajo curvas, vinculándolos con conceptos del cálculo como derivada, primitiva e integral definida.

El diseño incluye instancias de simulación con herramientas como GeoGebra y Python, que facilitarán la visualización dinámica del modelo, y actividades de reflexión orientadas a reforzar la interpretación matemática de los resultados. La evaluación se realizará mediante rúbricas compartidas, que considerarán la argumentación matemática, la interpretación de gráficos, la claridad en la presentación de resultados y el trabajo colaborativo. También se aplicará una autoevaluación para fomentar la metacognición.

[4] El objetivo en esta parte de la actividad es que los estudiantes intenten encontrar expresiones de las funciones S(t), I(t), R(t) y que concluyan que no es posible hacerlo con las herramientas que disponen.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Se anticipa que esta metodología fortalecerá la apropiación de conceptos abstractos a través de su contextualización en una situación realista, mejorará la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de la matemática y favorecerá el desarrollo de competencias transversales como el pensamiento crítico y el trabajo en equipo.

Conclusiones

A partir de la implementación proyectada, se espera que la modelización matemática basada en el modelo SIR se consolide como una estrategia didáctica eficaz para la enseñanza del cálculo en una variable, especialmente en los cursos de ingreso a las carreras de ingeniería. Al contextualizar los contenidos matemáticos dentro de una problemática real y comprensible como la propagación de una epidemia, se promoverá un aprendizaje más significativo y funcional.

Asimismo, se prevé que el uso de simuladores y tecnologías interactivas contribuirá a que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda de conceptos como tasa de variación, máximos y mínimos, y acumulación, al tiempo que integran representaciones gráficas, simbólicas y numéricas. La propuesta también busca propiciar prácticas evaluativas coherentes con el enfoque competencial, que reconozcan tanto el proceso como el producto del aprendizaje.

Referencias

Gilbert, J., & Boulter, C. Y. (2000). Positioning models in science education and in design and technology education. En J. Gilbert & C. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 3–17). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias, 24*(2), 173–184.

Niss, M., & Blum, W. (2020). *The learning and teaching of mathematical modelling*. New York, NY: Routledge.

Norström, P., & Hallström, J. (2023). Models and modelling in secondary technology and engineering education. *International Journal of Technology and Design Education, 33*, 1797–1817. https://doi.org/10.1007/s10798-022-09792-w

Oliva, J. M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 37*(2), 5–24. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2610

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Comparación del Rendimiento Académico en las Tres Instancias de Evaluación en Carreras de Ingeniería de la UNCAUS

Comparison of Academic Performance in the Three Evaluation Instances in Engineering Programs at UNCAUS

Ana Elena Gruszycki
Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Argentina.
ana@uncaus.edu.ar

Patricia Mónica Maras
Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Argentina.
pmaras@uncaus.edu.ar

Clara Yanina Orellana
Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Argentina.
claraorellana@uncaus.edu.ar

Marina Beatriz Bloeck
Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS), Argentina.
marina@uncaus.edu.ar

Resumen

Este estudio, de enfoque cuasiexperimental, analiza la implementación de la metodología blended-learning (b-learning) para mejorar el rendimiento académico en la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS). Forma parte del proyecto “Implementación del modelo b-learning como refuerzo del proceso de aprendizaje” y se centra en la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica. El grupo experimental estuvo compuesto por estudiantes de distintas carreras de ingeniería (2022-2023) y el grupo de control por estudiantes de las mismas carreras que cursaron en 2019. Los resultados muestran una tendencia general de mejora, con aumento de calificaciones altas y reducción de bajas. Sin embargo, se evidencian desafíos como el incremento de abandonos en algunas carreras y dificultades en evaluaciones específicas. Estos hallazgos sugieren la necesidad de profundizar en las causas y ajustar estrategias pedagógicas para fortalecer la retención y el desempeño estudiantil.

Palabras clave: rendimiento académico, evaluación, ingeniería, b-learning, educación superior.

Abstract

This study, with a quasi-experimental approach, analyzes the implementation of the blended learning (b-learning) methodology to improve academic performance at the National University of the Chaco Austral (UNCAUS). It is part of the project "Implementation of the b-learning model as reinforcement of the learning process" and focuses on the subject of Linear Algebra and Analytic Geometry. The experimental group consisted of engineering students from various programs (2022–2023), while the control group included students from the same programs who studied in 2019. The results show a general trend of improvement, with an increase in high grades and a decrease in low ones. However, challenges remain, such as a rise in dropout rates in some programs and difficulties in specific assessments. These findings highlight the need to further investigate the causes and adjust pedagogical strategies to strengthen student retention and academic performance.

Keywords: academic performance, evaluation, engineering, blended learning, higher education

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En el marco del proyecto PI 114/2020 de la UNCAUS, se implementó el modelo b-learning como estrategia para mejorar el aprendizaje en las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Analítica. Este estudio se enfoca en comparar los resultados académicos de las tres evaluaciones parciales de los estudiantes de carreras de ingeniería en los años 2019 (grupo control), 2022 y 2023 (grupos experimentales).

Se propuso como objetivo analizar, implementar y evaluar la estrategia de b-learning en el estudio de las asignaturas Álgebra Lineal y Geometría Analítica de las carreras de Ingeniería que se dictan en la UNCAUS, para mejorar el rendimiento académico.

Desarrollo

Marco Teórico

El marco teórico de este trabajo se sustenta en los aportes de Ausubel, Vygotsky y Duval, cuyas teorías brindan fundamentos sólidos para introducir el modelo didáctico b-learning como estrategia para mejorar el aprendizaje en la asignatura de Álgebra Lineal y Geometría Analítica.

Ausubel (1983) sostiene que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos contenidos se integran a la estructura cognitiva del alumno. Para ello, el contenido debe ser potencialmente significativo y, el estudiante debe estar dispuesto a aprender de forma comprensiva, no memorística.

El modelo b-learning retoma este enfoque, facilitando conexiones entre experiencias previas y nuevos conocimientos mediante materiales estructurados e interacciones mediadas.

Por su parte, Vygotsky (2012) destaca la importancia del entorno social y la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), entendida como la distancia entre lo que un estudiante puede hacer por sí solo y lo que puede lograr con ayuda.

El b-learning potencia este modelo al incorporar herramientas colaborativas, foros y tutorías virtuales que amplían las oportunidades de interacción y construcción conjunta del conocimiento.

Desde el enfoque semiótico-cognitivo, Duval (2004) resalta la importancia de los registros semióticos de representación en el aprendizaje matemático. El uso de distintos sistemas simbólicos (verbales, gráficos, algebraicos) y la capacidad de convertir y coordinar representaciones son habilidades esenciales.

El entorno virtual favorece esta integración mediante herramientas dinámicas y visuales, facilitando la comprensión de conceptos abstractos. La implementación del modelo b-learning, permite abordar estas dificultades y promueve una construcción significativa del conocimiento.

Materiales y Métodos

El estudio adopta un diseño cuasi-experimental con un grupo control (cohorte 2019, modalidad presencial) y dos grupos experimentales (cohortes 2022 y 2023, modalidad b-learning). No hubo asignación aleatoria de participantes, ya que las cohortes estaban definidas previamente.

Para la implementación del modelo b-learning se empleó la plataforma Moodle. que permite combinar entornos virtuales y presenciales. Moodle es un sistema de código abierto basado en el aprendizaje colaborativo y el constructivismo.

La metodología incluyó clases teóricas, prácticas y de laboratorio. En las clases teóricas se aplicó una metodología interactiva con apoyo de Scientific WorkPlace 5.5 y GeoGebra 5.0. En el laboratorio informático se utilizó el software Octave para resolver ejercicios prácticos.

De acuerdo al objetivo planteado, se propuso como hipótesis que la implementación de la metodología de trabajo b-learning, en el estudio de la asignatura Álgebra Lineal y Geometría Analítica de las carreras de Ingeniería que se dictan en la UNCAUS, contribuye a mejorar el rendimiento académico de los alumnos.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En este sentido, se definió conceptualmente a la variable independiente, aplicación de la modalidad b-learning, como una modalidad de enseñanza, a través del cual el docente hace uso de sus metodologías de clases presenciales y al mismo tiempo refuerza el desarrollo de los contenidos a través del aula virtual; y a la variable dependiente, rendimiento académico, desde el punto de vista de la investigación, se lo definió como el producto de asimilación del contenido de los programas de estudio, expresado en calificaciones dentro de una escala de 0-10 de acuerdo a la Resol. N° 80/12 C.S. UNCAUS.

La población experimental estuvo conformada por estudiantes de primer año, segundo cuatrimestre de las carreras de Ingeniería en Sistemas de Información, Alimentos, Industrial y Química (2022 y 2023). El grupo control incluyó a los estudiantes de las mismas carreras que cursaron la misma asignatura en 2019.

La muestra fue de 136 estudiantes (2019), 141 (2022) y 164 (2023). Se excluyó a quienes se matricularon, pero no asistieron a clase (4% en 2019, 8% en 2022 y 11% en 2023).

El aula virtual incluía:

- Consideraciones generales (programa, objetivos, bibliografía, cronograma, condiciones de regularidad)
- Unidades temáticas con material teórico y guías prácticas
- Autoevaluaciones con test, retroalimentación y referencias
- Laboratorio informático (manuales, videos, foros, descarga de Octave)
- Clases asincrónicas grabadas por Zoom
- Modelos de exámenes parciales

Los requisitos para ser considerado alumno regular son los siguientes:

- 75% de asistencia a clases prácticas
- Aprobación del 100% de trabajos prácticos
- Aprobación de 3 parciales escritos, con mínimo de 6 puntos. Cada estudiante dispone de hasta tres oportunidades de recuperación por evaluación, sin exceder dicho límite en ninguna de ellas.
- Informe de seminario en video (YouTube)
- Carpeta con prácticos y laboratorio

Los estudiantes regulares acceden al examen final. Si no cumplen los requisitos, rinden como libres.

Los contenidos incluyeron: Números Complejos, Polinomios, Matrices, Determinantes, Sistemas Lineales, Vectores, Espacio Vectorial, Rectas, Cónicas y Geometría del Espacio.

Las evaluaciones de 2022 y 2023 replicaron los instrumentos de 2019. Los resultados se analizaron cuantitativamente y permitieron elaborar conclusiones y recomendaciones.

En base a la hipótesis planteada se propuso la operacionalización de las variables.

Tabla 1. O*peracionalización de las variables*

Aspecto	Variable dependiente	Indicador	Unidad de medida
Efecto b-learning	Rendimiento académico	Nivel del rendimiento académico del estudiante con el desarrollo de las clases presenciales y virtuales.	Bajo rendimiento: calificación entre 0 y 5.
			Medio rendimiento: calificación entre 6 y 7.
			Alto rendimiento: calificación entre 8 y 10.

Tabla 1. O*peracionalización de las variables*

Resultados

Se analizaron las calificaciones obtenidas por los estudiantes en las tres evaluaciones parciales y sus recuperatorios. El análisis fue de tipo cuantitativo descriptivo y comparativo.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Se aplicó un diseño cuasi-experimental, con un grupo control (cohorte 2019, modalidad presencial) y dos grupos experimentales (cohortes 2022 y 2023, modalidad b-learning). Para cada instancia evaluativa se calcularon promedios y porcentajes de calificaciones.

El análisis de las calificaciones no solo se interpretó como una medida de rendimiento, sino también como indicador del efecto que el entorno y la modalidad de enseñanza sobre el proceso de aprendizaje y la permanencia estudiantil.

A continuación, se presenta la Tabla 2, donde se compara el porcentaje de estudiantes según su nivel de rendimiento en las distintas evaluaciones de los años 2019, 2022 y 2023.

Se considera aprobado a quienes obtuvieron calificaciones iguales o superiores a 6, ya sea en la primera instancia de evaluación o en alguno de sus de recuperatorios. En caso de desaprobación, se toma en cuenta el resultado de la última evaluación.

- Bajo rendimiento: calificación entre 0 y 5,
- Medio rendimiento: calificación entre 6 y 7
- Alto rendimiento: calificación entre 8 y 10.

Carrera	Año	1° Evaluación parcial			2° Evaluación parcial			3° Evaluación parcial		
		Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)	Bajo (%)	Medio (%)	Alto (%)
Sistemas	2019	9%	47%	44%	21%	42%	37%	14%	59%	28%
Sistemas	2022	17%	37%	46%	12%	31%	57%	16%	33%	51%
Sistemas	2023	15%	36%	49%	15%	37%	48%	32%	29%	39%
Alimentos	2019	0%	50%	50%	0%	75%	25%	0%	50%	50%
Alimentos	2022	0%	12,5%	87,5%	0%	40%	60%	0%	60%	40%
Alimentos	2023	0%	40%	60%	0%	20%	80%	0%	40%	60%
Industrial	2019	12%	58%	30%	7%	48%	45%	7%	44%	48%
Industrial	2022	0%	50%	50%	0%	52%	48%	5%	33%	62%
Industrial	2023	10%	32%	58%	25%	21%	54%	10%	24%	67%
Química	2019	15%	27%	58%	14%	71%	14%	17%	11%	72%
Química	2022	13%	63%	25%	7%	21%	71%	8%	31%	62%
Química	2023	0%	59%	41%	18%	35%	47%	0%	31%	69%

Tabla 2. *Comparación del rendimiento académico por carrera y año*

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

1. Comparación de la Primera Evaluación Parcial:

Ingeniería en Sistemas de Información: Muestra un aumento en el rendimiento alto del 44% (2019) al 49% (2023), pero también crece el nivel bajo de 9% a 15%.

Ingeniería en Alimentos: Mantuvo 0% de estudiantes con bajo rendimiento en los tres años. En 2022, 87,5% obtuvo rendimiento alto. En 2023, 60% se mantuvo en ese nivel.

Ingeniería Industrial: El porcentaje de alto rendimiento aumentó del 30% (2019) al 50% (2022) y al 58% (2023). El nivel bajo disminuyó a 0% en 2022 y sube levemente a 10% en 2023.

Ingeniería Química: Mostró una mejora destacada en 2023, donde no hubo estudiantes en nivel bajo. Sin embargo, el nivel alto disminuyó del 58% (2019) a 25% (2022) y luego sube a 41% (2023).

2. Comparación de la Segunda Evaluación Parcial:

Ingeniería en Sistemas de Información: Mejora el nivel alto de 37% (2019) a 57% (2022), bajando a 48% en 2023. El nivel bajo también disminuye considerablemente.

Ingeniería en Alimentos: Rendimiento alto pasa de 25% (2019) a 80% (2023), manteniendo 0% de bajo rendimiento.

Ingeniería Industrial: El rendimiento alto mejora de 45% (2019) a 54% (2023), pero con un preocupante 25% en nivel bajo en 2023.

Ingeniería Química: Se observa un salto en el rendimiento alto del 14% (2019) al 71% (2022), estabilizándose en 47% en 2023. El nivel bajo crece al 18%.

3. Comparación de la Tercera Evaluación Parcial:

Ingeniería en Sistemas de Información: Presenta el mayor aumento en nivel bajo: de 14% (2019) a 32% (2023), aunque el nivel alto también crece de 28% a 39%.

Ingeniería en Alimentos: Sostiene 0% en nivel bajo durante los tres años. En 2023, el 60% logra alto rendimiento.

Ingeniería Industrial: El rendimiento alto sube de 48% (2019) a 67% (2023). Sin embargo, hay un leve repunte del nivel bajo al 10%.

Ingeniería Química: El nivel alto se mantiene por encima del 60% en 2022 y 69% en 2023. En 2023 desaparece el nivel bajo.

Conclusiones

Los resultados indican una tendencia general a la mejora del rendimiento alto, especialmente en Ingeniería en Alimentos e Industrial. Sin embargo, Ingeniería en Sistemas presenta un aumento preocupante en los niveles bajos, particularmente en la tercera evaluación.

El análisis comparativo entre el Grupo Control 2019, Grupo Experimental 2022 y Grupo Experimental 2023, revela una tendencia general de mejora en el rendimiento académico en varias carreras. Se destacan los aumentos en calificaciones altas y la reducción de calificaciones bajas. Sin embargo, persisten desafíos significativos como el aumento de abandonos en algunas carreras y el deterioro en ciertas evaluaciones específicas. Estas observaciones subrayan la importancia de continuar adaptando estrategias educativas para abordar las necesidades cambiantes de los estudiantes y mejorar su retención y rendimiento académico.

A pesar del aumento en la cantidad de alumnos inscriptos, de 136 en 2019 a 141 en 2022, también aumentó el número de alumnos que abandonaron, teniendo la opción de regularizar la asignatura, en Ingeniería Industrial la tasa aumentó del 3% al 8%; en Ingeniería en Sistemas de Información del 13% al 23%, en Ingeniería Química del 17% al 35%, y en Ingeniería en Alimentos del 0% al 38%. Estos datos señalan la necesidad de intervenciones específicas para abordar las causas del abandono en estas carreras.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De igual manera, la cantidad de alumnos inscriptos aumentó de 136 en 2019 a 164 en 2023. La tasa de abandono en Ingeniería en Alimentos se mantuvo en 0% en ambos años, en Ingeniería Química disminuyó del 17% al 16%. Sin embargo, en Ingeniería Industrial la tasa de abandono pasó del 3% al 14%, y en Ingeniería en Sistemas de Información, del 13% al 19%. Por lo tanto, es crucial realizar un análisis detallado para identificar las causas específicas de los abandonos en estas carreras e implementar medidas de apoyo adecuadas para mejorar la retención de estudiantes.

Para maximizar el potencial de los estudiantes de alto rendimiento y asegurar que continúen desafiándose a sí mismos y alcanzar niveles aún más altos de éxito académico y profesional, se propone implementar diversas estrategias. En 2023, el 27% de los estudiantes de Ingeniería Industrial no necesitó utilizar recuperatorios para aprobar las tres evaluaciones parciales para regularizar la asignatura; en Ingeniería Química el 20%; en Ingeniería en Sistemas de Información el 8%; mientras que en Ingeniería en Alimentos no se registraron alumnos en estas condiciones.

Para incentivar a estos estudiantes, se propone otorgar un punto adicional en el examen final a quienes hayan aprobado los tres parciales sin necesidad de recuperación. Además, se sugiere destacar a estos estudiantes en el aula virtual o en el grupo de WhatsApp como ejemplos de éxito académico. Consideramos que estos incentivos no solo reconocerían el esfuerzo y el éxito académico de los estudiantes, sino que también los motivarían a seguir comprometidos con su educación y desarrollo personal.

Los resultados obtenidos en esta investigación, basada en un enfoque cuasi-experimental, muestran que la integración del modelo b-learning en los cursos de Álgebra Lineal y Geometría Analítica ha mejorado el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, también subrayan la importancia de adaptar continuamente las estrategias educativas para abordar desafíos específicos. La mejora continua y la atención a las necesidades cambiantes de los estudiantes son cruciales para mantener y elevar el rendimiento académico en el futuro.

Referencias

Ausubel, D. P. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1–10), 1–10.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle.

GeoGebra. (2019). *GeoGebra: Matemáticas dinámicas para todos* [Software]. https://www.geogebra.org/

GNU Octave. (2019). *GNU Octave: Software para cálculo numérico* [Software]. https://www.gnu.org/software/octave/

Moodle. (2019). *Moodle*: *Plataforma de gestión de aprendizaje de código abierto* [Software]. https://moodle.org/

Scientific WorkPlace. (2015). *Scientific WorkPlace* (Versión 5.5) [Software]. MacKichan Software. Recuperado de https://www.mackichan.com/

Vygotsky, L. S. (2012). *Pensamiento y lenguaje* (M. Luria, Ed.). Siglo XXI Editores. (Obra original publicada en 1934).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Continuidad: uso en la resolución de inecuaciones para las carreras de ingeniería

Continuity: Use in solving inequalities for engineering degrees

Giovanni Sanabria Brenes
Universidad de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
gsanabria@itcr.ac.cr

Resumen

Por lo general, en un curso usual de Cálculo Diferencial para las Ingenierías se requiere resolver una serie de inecuaciones, principalmente en aplicaciones de la derivada, para determinar la monotonía o concavidad de una función. Sin embargo, si bien previamente a derivación se estudia continuidad, pocas veces se suele hacer uso de la continuidad para resolver las inecuaciones. El presente trabajo brinda una propuesta de incluir en los cursos de Cálculo Diferencial una aplicación concreta de la continuidad: la resolución analítica de inecuaciones.

Palabras clave: continuidad, inecuaciones, método analítico vs el método algebraico

Abstract

Typically, a typical Differential Calculus course for engineering requires solving a series of inequalities, primarily in applications of the derivative, to determine the monotony or concavity of a function. However, although continuity is studied prior to differentiation, continuity is rarely used to solve inequalities. This paper proposes including a specific application of continuity in Differential Calculus courses: the analytical solution of inequalities.

Keywords: Continuity, inequalities, analytical method vs. Algebraic method

Introducción

La continuidad de una función establece que pequeños cambios en la variable independiente producen cambios pequeños en la variable dependiente, lo que es crucial para el desarrollo del análisis matemático. Lo anterior no debe implicar que el estudio de la continuidad sea exclusivo de los futuros matemáticos, debe ser un tema indispensable en la formación de los futuros ingenieros. ¿Cómo enseñar continuidad en un Curso de Cálculo para Ingenierías?

Douady (1984) indica que los conceptos matemáticos tienen carácter de instrumento y carácter de objeto y el ver un concepto como instrumento para resolver un problema es lo que le da sentido al concepto.

En los libros de texto usuales de Cálculo para Ingeniería (por ejemplo, Stewart (2018)), el concepto de continuidad se instrumentaliza con problemas de determinar si una función es continua en un punto o en un intervalo, o hallar los parámetros de una función para que esta sea continua en un punto (o intervalo).

Así, el estudio de la continuidad se centra en la resolución de problemas donde el objetivo es determinar la continuidad de una función. No se ve la continuidad como una herramienta inicial para poder enfrentar el problema sino como el fin del problema, salvo en ocasiones que se estudia el Teorema de Valor Intermedio (TVI).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Además, en el capítulo 4 (Aplicaciones de la derivada) Stewart (2012), se recurre a las técnicas de factorización y a tablas de signos para resolver inecuaciones. Es usual que esta forma de resolver inecuaciones se mantenga en un curso de Cálculo Diferencial y no se aproveche la continuidad para resolverlas.
En el siguiente apartado se brindan algunos resultados que nos permitirán resolver las inecuaciones de una forma un poco distinta. Para ello se partirá de los principales resultados y definiciones presentes en la Teoría de Continuidad de funciones. Estos resultados y otros se encuentran en Apostol (1986) y Stewart (2018).
En general, en la enseñanza de la matemática se suele privilegiar, quizás por mera tradición, el método algebraico para resolver problemas sobre otros métodos como el geométrico, numérico y en este caso, el método analítico.

Método analítico de resolución de inecuaciones

Quizás, alguna vez ha escuchado a un docente quejarse de que los estudiantes de Matemática General, al resolver una inecuación y hacer la tabla de signos, para llenarla simplemente evaluaban cada factor en un número particular dentro de los intervalos determinados por la tabla. Dicha observación gira en torno a la falta de rigor en la forma de proceder: "si el factor en un valor le da positivo, realmente sabe el estudiante por qué en todo el intervalo será positivo el factor".
La observación del docente puede ser válida a nivel de Matemática General, donde las inecuaciones se reducen a hallar los signos de rectas y parábolas, en las cuales es fácil determinar su signo incluso gráficamente. Sin embargo, el procedimiento indicado de evaluar en un valor no es incorrecto y es una herramienta poderosa para resolver inecuaciones más complejas y tiene su sustento en la continuidad. Veamos un primer resultado que se encamina a nuestro objetivo.

Teorema. Si f es continua en $[a,b]$ y x_0 es el único cero de f en $[a,b]$ entonces

1. f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon[a,x_0[$.
2. f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_0,b]$.

Prueba. Para (1), suponga por contradicción que existen y,z en $[a,x_0[$ con y<z tales que f(y) y f(z) tienen signos distintos. Como y,z∈ [a,b], entonces f es continua en [y,z] y por el TVI se tiene que existe x_1∈]y,z[con $f(x_1)=0$.

Como x_1∈]y,z[, entonces $x_1<z<x_0$. Así, $x_1\neq x_0$, lo cual contradice la hipótesis de que x_0 es el único cero de f en [a,b]. ■

Del mismo modo se obtiene resultados similares para $[a,+\infty[$, $]-\infty,b]$ y para $\mathbb{R}$.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Ejemplo 1 *Determine el conjunto solución de* $\frac{3x-1}{\sqrt{x^2+1}} - 2 \geq 0$

Sea $f(x) = \frac{3x-1}{\sqrt{x^2+1}} - 2$, *note que el dominio de* f *es* $\mathbb{R}$ *y fácilmente se puede ver que* f *es continua en su dominio, pues:*

1. $f_1(x) = 3x - 1$ *es un polinomio, por lo tanto* f_1 *es continua en* $\mathbb{R}$.
2. *Sea* f_2 *dado por* $f_2(x) = \sqrt{x^2+1}$, f_2 *es continua en su dominio que es* $\mathbb{R}$.
3. $f_3(x) = 2$ *es un polinomio, por lo tanto* f_3 *es continua en* $\mathbb{R}$.
4. *De 1 y 2 se tiene que* $\frac{f_1}{f_2}$ *es continua en* $\mathbb{R} - \{x | \sqrt{x^2+1} = 0\} = \mathbb{R}$.
5. *De 3 y 4 se tiene que* $f = \frac{f_1}{f_2} + f_3$ *es continua en* $\mathbb{R}$.

Por otro lado, la ecuación con radicales $f(x) = 0$ *solo se cumple para* $x = \frac{3+2\sqrt{6}}{5}$. *Entonces como* f *tiene solo un cero y es continua en* $\mathbb{R}$, *su signo se mantiene en* $\left]-\infty, \frac{3+2\sqrt{6}}{5}\right[$ *y en* $\left]\frac{3+2\sqrt{6}}{5}, +\infty\right[$. *Para saber su signo en cada intervalo, basta evaluar* f *en algún punto del intervalo. Dado que* $f(0) = -3 < 0$ *y* $f(2) = \frac{5}{\sqrt{5}} - 2 > 0$, *se tiene que*

	$-\infty$	$\frac{3+2\sqrt{6}}{5}$	$+\infty$
$f(x)$	$-$	$+$	

Y la solución de la inecuación es $\left[\frac{3+2\sqrt{6}}{5}, \infty\right[$.

Seguidamente, el resultado anterior se generalizar a n ceros.

Teorema. Si f es continua en $[a,b]$ y los ceros distintos de f en $[a,b]$ son $x_0<x_1<...<x_n$ entonces

1.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]-\infty, x_0[$.

2.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_n, -\infty[$.

3.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_{i-1}, x_i[$ para i=1,2,...,n.

Prueba. Se procede a demostrar (1), las otras pruebas son similares. Suponga por contradicción que existen $y,z\in]-\infty, x_0[$ tales que f(y) y f(z) tienen signos distintos. Por el TVI existe $x\in]y,z[$ tal que f(x)=0. Así x es cero de f y además $x\in]y,z[\wedge z\in]-\infty, x_0[\Rightarrow x<z<x_0 \Rightarrow x<x_0<z<x_1<....<x_n$. Es decir, se halló un cero de f distinto a $x_0,x_1,...,x_n$.⇒⇐ ■

Se pueden obtener resultados similares para $[a,+\infty[$, $]-\infty,b]$ y para $\mathbb{R}$.

La interrogante ahora es ¿Qué sucede si f tiene discontinuidades? Veamos primero el caso en que f puede ser discontinua en algún extremo del intervalo.

Teorema. Si f es continua en $]a,b[$ y x_0 es el único cero de f en $]a,b[$ entonces

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

1.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]a, x_0[$.

2.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_0, b[$.

Prueba. Similar a anteriores. ■

El teorema anterior nos brinda un resultado para f continua en $]a, b[$. Se pueden obtener resultados similares para f continua en $[a, +\infty[$ y para f continua en $]-\infty, b]$.

Ejemplo 2 *Determine el conjunto solución de* $\dfrac{x^2-3x-10}{x\sqrt{x+3}} < 0$

Sea $f(x) = \dfrac{x^2-3x-10}{x\sqrt{x+3}}$, *el dominio de* f *es*

$$D_f =]-3, +\infty[- \{0\} =]-3, 0[\cup]0, +\infty[$$

Además $f(x) = 0 \Leftrightarrow x^2 - 3x - 10 = 0 \Leftrightarrow x = -2 \vee x = 5.$

Fácilmente se puede ver que f *es continua en* $]-3, 0[$ *y en* $]0, +\infty[$. *Por lo tanto, utilizando el teorema anterior:*

1. *En* $]-3, 0[$: f *es continua y su único cero es* $x = -2$. *Por el teorema anterior,* f *mantiene su signo en* $]-3, -2[$ *y en* $]-2, 0[$. *Así, para hallar el signo de* f *en esos intervalos, basta evaluar* f *en algún valor del intervalo, por ejemplo en* $-\dfrac{5}{2} \in]-3, -2[$ *y en* $-1 \in]-2, 0[$. *Como* $f\left(-\dfrac{5}{2}\right) = -\frac{3}{2}\sqrt{2} < 0$ *y* $f(-1) = 3\sqrt{2} > 0$ *se tiene que*

	-3		-2		0	
$f(x)$	|	$-$	|	$+$	|	

2. *En* $]0, +\infty[$: f *es continua y su único cero es* $x = 5$. *Por el teorema anterior,* f *mantiene su signo en* $]0, 5[$ *y en* $]5, +\infty[$. *Así, para hallar el signo de* f *en esos intervalos, basta evaluar* f *en algún valor del intervalo, por ejemplo en* $1 \in]0, 5[$ *y en* $6 \in]5, +\infty[$. *Como* $f(1) = -6 < 0$ *y* $f(6) = \frac{4}{9} > 0$ *se tiene que*

	0		5		$+\infty$	
$f(x)$	|	$-$	|	$+$	|	

De (1) *y* (2) *se tiene que la solución de* $f(x) < 0$ *es* $S =]-3, -2[\cup]0, 5[$

Finalmente, el siguiente teorema nos ayuda a resolver una gran variedad de inecuaciones.

Teorema. Sea f una función continua en $]a, b[$,salvo en un número finito de discontinuidades, y que tiene un número finito de ceros en $]a, b[$. Sea C el conjunto de las discontinuidades de f en $]a, b[$ y D el conjunto de ceros de f en $]a, b[$. Si el conjunto $C \cup D$ no es vacío, dado que es finito, sus elementos ordenados son $x_0<x_1<...<x_n$, entonces:

1.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]a, x_0[$.

2.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_n, b[$.

3.f(x) mantiene su signo para todo $x\epsilon]x_{i-1}, x_i[$ para i=1,2,...,n.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Prueba. Suponga por contradicción que existen y,z ambos en alguno de los intervalos mencionados $]a, x_0[$, $]x_n, b[$ o $]x_{i-1}, x_i[$), tales que f(y) y f(z) tienen signos distintos. Por el TVI se hallaría un cero de f distinto a x_0,x_1,...,x_n, lo cual contradice la hipótesis de que los ceros de f en $]a, b[$, están en {x_0,x_1,...,x_n}. ■

El teorema anterior nos brinda un resultado sobre el intervalo $]a, b[$. Se pueden obtener resultados similares para $[a, +\infty[$, $]-\infty, b]$ y para $\mathbb{R}$.

Ejemplo 3 *Realice el análisis de la primer derivada de la función* $f(x) = \sqrt[3]{x(x-1)^2}$.

1. *Puntos Críticos.*

   (a) *Dominio de* f : $D_f = \mathbb{R}$.

   (b) *Valores Críticos. Se tiene que:*

$$f'(x) = \frac{3x-1}{3\sqrt[3]{x^2(x-1)}}$$

   i. $f'(x) = 0$. *La derivada se hace cero si* $x = \frac{1}{3}$.

   ii. $f'(x)$ *no existe cuando* $x = 0$ *o* $x = 1$.

   Como 0, 1 *y* $\frac{1}{3}$ *están en* D_f *entonces son valores críticos*

   (c) *Puntos críticos. se tiene que* $f(0) = 0$, $f(1) = 0$ *y* $f\left(\frac{1}{3}\right) = \frac{\sqrt[3]{4}}{3}$, *entonces los puntos críticos son*

$$(0,0), \quad (1,0) \quad y \quad \left(\frac{1}{3}, \frac{\sqrt[3]{4}}{3}\right).$$

2. *Monotonía de* f. *Dado que* $f'(x) = \frac{3x-1}{3\sqrt[3]{x^2(x-1)}}$. *Note que* f' *es discontinua en* 0 *y en* 1, *y solo tiene un cero en* $x = \frac{1}{3}$, *entonces* f' *no cambia su signo en* $]-\infty, 0[$, $\left]0, \frac{1}{3}\right[$, $\left]\frac{1}{3}, 1\right[$ *y* $]1, +\infty[$. *Evaluando* f' *en algún punto de cada uno de los intervalos anteriores se obtiene que*

	$-\infty$		0		$\frac{1}{3}$		1		$+\infty$
f'		+		+		−		+	
f		↗		↗		↘		↗	

   f *crece en* $]-\infty, 0]$, $[0, 1]$, $[1, +\infty[$ *y decrece en* $\left[\frac{1}{3}, 1\right]$.

3. *Extremos relativos. Por el criterio de la primera derivada se tiene que en* $x = \frac{1}{3}$ *se alcanza un máximo relativo, este es* $\frac{\sqrt[3]{4}}{3}$, *y alcanza un mínimo relativo en* $x = 1$ *que es* 0.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

El trabajo presentado brinda un método para resolver una inecuación asociada a f, cuando f es continua o tiene un número finito de discontinuidades. Sobre este método:

1. Dado que la mayoría de funciones que utilizamos son continuas en su dominio, el método nos permite resolver una amplia gama de inecuaciones.
2. Se aborda un método de resolución de inecuaciones distinto al de las tablas de signos que puede ser muy útil en Cálculo Diferencial cuando se cuenta con una herramienta más poderosa, la continuidad. Esto no quiere decir que en dicho curso se deben resolver las inecuaciones con el método presentado, más bien lo importante es presentarles a los estudiantes esta otra opción, y hacerles ver que es una poderosa opción cuando el algebra se complica. Es pasar de una solución algebraica para resolver inecuaciones a una solución analítica.
3. El método presentado (método analítico de resolución de inecuaciones) permite ampliar la gama de funciones con que se trabaja en algunos cursos. Por ejemplo, realizar el análisis de la primera derivada de función con un criterio más elaborado.
4. La continuidad es la columna vertebral de un curso de Cálculo Diferencial, su importancia es enorme. Aquí se ha presentado una aplicación concreta de la continuidad: la resolución de inecuaciones.
5. La mayoría de las aplicaciones que requiere de inecuaciones, en la realidad, pueden ser algebraicamente complicadas de resolver, por lo que el método analítico nos brinda otro camino para resolverlas siempre que la función involucrada sea continua salvo en un número finito de discontinuidades.
6. Si bien el método requiere hallar los ceros de f (resolver una ecuación y factorizar) esto es más simple que resolver la inecuación, salvo que f sea un polinomio.
7. En algunos cursos de Matemática General a nivel universitario, se estudia la resolución de inecuaciones cuadráticas o con radicales, esto puede ser poco útil para estudiantes que luego llevan Cálculo Diferencial.

El método analítico no es un método nuevo para resolver inecuaciones. Es una aplicación casi inmediata del Teorema del Valor Intermedio. Quizás lo novedoso es la presentación formal y sistemática de esta aplicación para resolver inecuaciones, y el insistir en su uso desde cálculo diferencial. La intención de este trabajo es instar a los profesores de Cálculo Diferencial a que utilicen el método analítico en la resolución de inecuaciones por las razones teóricamente expuestas. Didácticamente, la implementación del método en los cursos requiere el diseño de ejercicios similares a los ejemplos brindados y generar experiencias que permitan valorar y mejorar la aprehensión del método por parte de los estudiantes.

Referencias

Apostol, T (1986). Calculus vol1, Editorial Reverté S.A. España.

Douady, R. (1984). Relación enseñanza –aprendizaje, Dialéctica instrumento – objeto, Juego de marcos. Cuadernos de Didáctica de las Matemáticas Nº 3, IREM de Paris 7.

Sanabria, G. (2021). Uso de la Continuidad en la resolución de inecuaciones. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 21(1), 1-15.

Stewart, J. (2012). Cálculo de una variable: trascendentes tempranas. Séptima edición. Cengage learning.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Enseñanza Activa de Métodos Numéricos: Un Enfoque Basado en Competencias para la Formación de Ingenieros en Alimentos

Active Teaching of Numerical Methods: A Competency-Based Approach to the Training of Food Engineers

Gustavo Alejandro Salcedo
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Argentina.
gusalc2.92@gmail.com

Lucrecia Lucía Chaillou
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Argentina.
lucrechaillou@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de Cálculo Numérico en Ingeniería en Alimentos, centrada en la resolución de problemas contextualizados y en el aprendizaje basado en problemas. Se diseñaron e implementaron actividades prácticas que integran métodos de interpolación, derivación e integración numérica aplicados a situaciones reales de la carrera. La evaluación se realizó mediante listas de cotejo y rúbricas, destacándose desempeños mayoritarios en niveles competente y avanzado. Los estudiantes aplicaron correctamente los métodos, interpretaron los resultados tecnológicamente y validaron sus soluciones con herramientas computacionales. La propuesta promovió el desarrollo de competencias clave como modelización, análisis crítico y uso de software. Una encuesta de satisfacción evidenció una alta valoración por parte del estudiantado. Se concluye que la contextualización de los contenidos y el enfoque activo potencian un aprendizaje más profundo y significativo, alineado con la transversalidad disciplinar y la formación de competencias en estudiantes de Ingeniería.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, competencias, Cálculo Numérico

Abstract

This work presents a didactic proposal for teaching Numerical Analysis in Food Engineering, focused on the resolution of contextualized problems and problem-based learning. Practical activities were designed and implemented, integrating interpolation, numerical differentiation, and integration methods applied to real situations within the field. Evaluation was carried out using checklists and rubrics, with most students performing at competent and advanced levels. Students correctly applied the methods, interpreted the results from a technological perspective, and validated their solutions using computational tools. The proposal fostered the development of key competencies such as mathematical modeling, critical analysis, and software use. A satisfaction survey showed high levels of student appreciation. It is concluded that the contextualization of content and the use of active methodologies enhance deeper and more meaningful learning, aligned with disciplinary integration and the development of professional competencies in engineering students.

Keywords: problem-based learning, competencies, Numerical Analysis

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En las últimas décadas, la formación en Ingeniería ha evolucionado hacia modelos educativos centrados en el desarrollo y fortalecimiento de competencias transversales y profesionales, respondiendo a las demandas de un entorno profesional complejo y en constante transformación. Este cambio se refleja en los nuevos lineamientos nacionales para la enseñanza de la Ingeniería en Argentina, que promueven enfoques activos y centrados en el estudiante (Escobar et al., 2022). A partir del año 2019, el Consejo de Universidades adoptó los Estándares de Segunda Generación del CONFEDI (2018), que proponen formación por competencias; intensificación de la práctica profesional y organización curricular flexible.

Dentro de este marco, se prioriza el desarrollo de competencias genéricas esenciales para la práctica profesional, entre ellas la capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería (Rentería-Vera et al., 2022). En este contexto, metodologías activas tales como la Resolución de Problemas (RP) y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) son eficaces para estimular el pensamiento crítico, la toma de decisiones argumentadas y la integración de saberes (Barrows, 2022). Además, la incorporación de situaciones contextualizadas a través del ABP favorece una comprensión más sólida de los contenidos, mejora el desempeño académico y promueve el desarrollo de competencias transversales tales como el trabajo colaborativo, la comunicación efectiva, y la toma de decisiones colaborativa (Gómez-Pérez, 2022).

Desde una perspectiva didáctica, estas estrategias resultan especialmente relevantes para la enseñanza de asignaturas pertenecientes al área de las ciencias básicas, tales como Cálculo Numérico, cuya abstracción matemática puede dificultar su apropiación conceptual (Felder & Silverman, 1988). En la carrera de Ingeniería en Alimentos, los métodos numéricos permiten modelar y optimizar fenómenos físicos involucrados en procesos térmicos, cinéticos y de transferencia, cuya resolución analítica no siempre es posible (Burden & Faires, 2017). Entre ellos, la aproximación polinomial de funciones emplea métodos como la interpolación polinómica, la derivación e integración numérica, que, combinados con la formulación algorítmica en lenguajes computacionales como Octave, son herramientas clave para simular procesos industriales, como, por ejemplo, la dinámica térmica en hornos o el secado de productos alimentarios (Szpicer et al., 2025). La enseñanza contextualizada de estos contenidos favorece la construcción significativa del conocimiento matemático aplicado y promueve competencias esenciales, entre ellas la modelización de procesos, el análisis e interpretación de datos y el uso de software especializado. Asimismo, contribuye a potenciar el rendimiento académico, fortalecer el pensamiento crítico y facilitar la transferencia efectiva de conocimientos matemáticos a la práctica profesional (Burden, Faires & Burden, 2022).

En este contexto, el objetivo de este trabajo fue diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica basada en la resolución de problemas contextualizados y en el ABP propios de la Ingeniería en Alimentos, aplicando métodos numéricos de interpolación; derivación e integración, en el marco de la asignatura Cálculo Numérico.

Desarrollo

Cálculo Numérico es una asignatura del ciclo básico correspondiente al tercer año del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Alimentos, que se dicta en el primer cuatrimestre del año académico, en la Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAyA) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). La asignatura posee una carga horaria total de 6 (seis) horas semanales y se estructura bajo un enfoque pedagógico integrador que combina instancias teóricas y prácticas, orientadas al desarrollo de competencias genéricas y facilitar una introducción progresiva a las competencias específicas vinculadas al perfil profesional del Ingeniero en Alimentos. En el presente año se matricularon 7 alumnos. Este tamaño reducido de muestra constituye una característica histórica de la carrera (en 2024 la cohorte se conformó por cuatro alumnos).

La propuesta didáctica de la asignatura contempla dos clases, una teórico-práctica y otra de actividades prácticas, cada una con una carga horaria de 3 horas semanales. De esta manera, los estudiantes afianzan en la misma semana los contenidos teóricos y prácticos de cada unidad temática. En la clase teórico-práctica, se abordan los fundamentos conceptuales de los métodos numéricos, articulados con ejemplos de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

aplicación contextualizados en problemáticas propias del ámbito de la Ingeniería en Alimentos. Esta fase se orienta a la apropiación significativa de los contenidos, favoreciendo la comprensión del sustento matemático y algorítmico de cada técnica abordada. Las actividades prácticas están organizadas en dos momentos secuenciales: una primera instancia de resolución manual, donde el estudiante aplica los algoritmos numéricos utilizando calculadora científica, lo cual promueve la internalización de procedimientos y el fortalecimiento del razonamiento lógico-matemático; y una segunda instancia orientada a la implementación computacional, en la que el estudiante traduce los algoritmos previamente analizados en pseudocódigo, utilizando el lenguaje del programa Octave, con el objetivo de obtener soluciones numéricas que permitan validar los resultados obtenidos manualmente.

La aproximación polinomial, que incluye técnicas como la interpolación con diferencias finitas y divididas, la derivación e integración numérica, constituye una herramienta fundamental para el modelado y análisis de fenómenos complejos en ingeniería. Estas técnicas permiten estimar funciones, tasas de cambio y acumulaciones cuando no es posible obtener soluciones analíticas sencillas, lo que resulta esencial en contextos como el secado de alimentos, la dinámica de fluidos y el cálculo de energía térmica.

Por ello, se diseñó la intervención con un enfoque de ABP estructurando el trabajo práctico N°5, titulado "Aproximación Polinomial", con el objetivo primordial de conectar los conceptos abstractos de la matemática con las realidades concretas de la Ingeniería en Alimentos. Este enfoque responde a la creciente necesidad de formar ingenieros capaces de aplicar el conocimiento teórico en la resolución de problemas complejos y multidisciplinarios, en concordancia con las nuevas directrices para la enseñanza de la ingeniería en Argentina (CONFEDI, 2018).

La fundamentación pedagógica del trabajo práctico se basó en los principios del aprendizaje significativo y situado (Ausubel, 2002), en el cual el estudiante construye su propio conocimiento a partir de la interacción con problemas relevantes y contextualizados. Además, se promueve el desarrollo de competencias genéricas y se facilita el desarrollo de competencias específicas para la carrera (CONFEDI, 2018), entre las primeras: resolución de problemas; pensamiento crítico; modelización matemática; comunicación; uso de herramientas informáticas y trabajo en equipo y entre las segundas, una primera aproximación al cálculo de maquinarias y equipos utilizados en la producción industrial de alimentos.

El trabajo práctico se estructuró en una secuencia de nueve ejercicios y dos problemas integradores contextualizados, diseñados individualmente para abordar diversos aspectos de la aproximación polinomial y su aplicación en el contexto de la Ingeniería en Alimentos. La complejidad de los ejercicios se incrementó de manera gradual, desde la aplicación directa de metodologías hasta la resolución de problemas de mayor envergadura, que demandaron un análisis más profundo y la implementación de habilidades de toma de decisiones.

Los fundamentos de la interpolación polinomial se abordaron a través de una serie de ejercicios iniciales, en los cuales los estudiantes aplicaron los métodos de Newton y de Lagrange a tablas de datos que simulaban mediciones experimentales. La actividad se desarrolló de manera colaborativa, con un estudiante resolviendo el ejercicio en el pizarrón mientras el docente guiaba la puesta en común, promoviendo el análisis de las soluciones, formulando preguntas orientadoras y generando espacios de intercambio reflexivo con el resto del grupo. Esta etapa estuvo orientada a fortalecer la comprensión teórico-práctica de las técnicas de interpolación y de los conceptos de error en el cálculo numérico.

A continuación, se introdujeron problemas que requirieron la aplicación de derivación e integración numérica, vinculados a situaciones contextualizadas en la Ingeniería en Alimentos, tales como el análisis de la distribución de velocidad de un fluido y el cálculo de áreas bajo curvas para la estimación de calor necesario en procesos térmicos. La resolución de los ejercicios se realizó inicialmente con calculadora, algunos en forma individual y otros en grupo. Luego se redactaron los algoritmos correspondientes para su implementación en Octave, lo que permitió validar los resultados obtenidos manualmente mediante la comparación con los generados por el software.

El trabajo culminó con dos problemas integradores contextualizados: uno vinculado al secado de alimentos y otro al bombeo de fluidos en una planta embotelladora, resuelto por los estudiantes en forma individual, con la orientación del docente. Los estudiantes subieron al aula virtual, en un archivo pdf, la

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

resolución de ejercicios y problemas seleccionados por el docente, dentro de los 15 días posteriores a la finalización del desarrollo de la clase práctica, y de la misma manera procedieron con el problema contextualizado final.

La evaluación del trabajo práctico se planteó como un proceso formativo, con el objetivo de valorar el aprendizaje de los contenidos y el desarrollo de las competencias mencionadas anteriormente. Se realizaron observaciones durante la clase presencial del grado de participación, puntualidad, predisposición para el trabajo en equipo, planteo de interrogantes, aplicación de los métodos numéricos, resolución y análisis del resultado numérico. En las presentaciones escritas de la resolución de ejercicios y problemas de la guía de trabajos prácticos, se utilizaron listas de cotejo para evaluar: la capacidad de los estudiantes para aplicar correctamente los métodos numéricos, organizar los cálculos de manera lógica y justificar los procedimientos utilizados en la resolución escrita de los ejercicios; la habilidad para traducir los algoritmos matemáticos al lenguaje de programación de Octave y emplearlos en la resolución de problemas y la corroboración de los resultados obtenidos manualmente; así como también, la calidad de la solución propuesta y la solidez de la argumentación empleada.

La evaluación de la resolución escrita del problema empleado en el ABP consideró aspectos conceptuales y procedimentales mediante una rúbrica con tres dimensiones: la aplicación de la interpolación polinomial, la interpretación de resultados en el contexto del problema y la validación con Octave, con descriptores de desempeño desde principiante hasta avanzado. La lista de cotejo complementó la heteroevaluación del informe escrito, valorando presentación, análisis y planteo del problema, procedimiento, análisis del resultado y conclusiones, con ponderaciones específicas para cada criterio. La retroalimentación docente se proporcionó en formato digital, con devoluciones orientadas al fortalecimiento del aprendizaje.

Para recabar la percepción de los estudiantes sobre la calidad de la propuesta didáctica, así como valorar su contribución al desarrollo de aprendizajes significativos y de competencias correspondientes al trabajo práctico, se aplicó una encuesta de satisfacción estudiantil, en formato digital, compuesta por 27 ítems en escala Likert de 5 puntos, siendo 1 muy en desacuerdo y 5 muy de acuerdo, agrupados en siete dimensiones: organización y metodología, contenidos y aplicabilidad, recursos y guía de trabajo, docencia e interacción, impacto en el aprendizaje, competencias específicas y competencias genéricas. Esta encuesta se implementó de manera que los estudiantes respondieran en forma anónima, mediante un formulario en línea. La encuesta incluyó, además, cuatro preguntas abiertas orientadas a profundizar la percepción cualitativa del estudiantado. Estas indagaron sobre los aspectos más útiles o positivos de la clase práctica, posibles sugerencias de mejora, la contribución al desarrollo de habilidades profesionales y situaciones específicas en las que se haya aplicado razonamiento lógico o pensamiento crítico.

Resultados

La clase práctica correspondiente al tema Aproximación polinomial, se desarrolló en un aula de la FAyA-UNSE, los estudiantes asistieron con sus propios dispositivos portátiles. La misma se estructuró en cuatro momentos didácticos articulados: introducción motivacional, ejercitación guiada, resolución de problemas contextualizados y cierre evaluativo.

En el primer momento didáctico, el docente realizó una breve presentación, en la cual se contextualizó la importancia de los métodos numéricos en la resolución de problemas reales en la industria alimentaria, destacando su aplicabilidad en situaciones donde las soluciones analíticas resultan complicadas, impulsando, de esta manera, una comprensión conceptual general. Como recurso motivador, se proyectó un breve video de divulgación técnica de 5 minutos, en el cual se mostraron aplicaciones reales de modelado térmico, dinámica de fluidos y control de procesos. Este recurso audiovisual buscó activar conocimientos previos, despertar el interés del estudiantado y generar un ambiente propicio para el aprendizaje significativo.

En el segundo momento didáctico, se abordaron ejercicios introductorios referidos a interpolación polinómica de Newton con diferencias finitas y divididas y de Lagrange. Estos ejercicios se centraron en la comprensión y la aplicación de los distintos métodos de interpolación polinomial. Para este fin, se proporcionaron tablas de datos que simulaban mediciones experimentales, entre ellas, datos de calibración de equipos y resultados de análisis cuantitativos de componentes bioactivos presentes en alimentos. La

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

complejidad de estos ejercicios radicó en la aplicación precisa de las fórmulas, la organización sistemática de los cálculos y la interpretación adecuada de los resultados dentro del contexto de los datos proporcionados. Adicionalmente, se integró el concepto de error en los cálculos numéricos, mediante la comparación de los resultados obtenidos con los valores de referencia, lo que permitió a los estudiantes internalizar las limitaciones inherentes a los métodos numéricos y la trascendencia de la precisión en los cálculos. La resolución, empleando calculadora científica, se realizó en forma individual, con supervisión del docente, que en esta fase realizó preguntas orientadoras, tales como: ¿qué tipo de función parecen seguir los datos?; ¿qué ventajas ofrece el método de Newton con diferencias divididas frente a método de diferencias finitas y el de Lagrange?; ¿cómo se interpreta el error relativo en este caso? Estas preguntas guiaron a los estudiantes en la construcción conceptual de los métodos y fomentaron la reflexión crítica sobre sus limitaciones y alcances. Posteriormente, se introdujeron aplicaciones de la derivación e integración numérica, con el objetivo de transferir los conceptos de interpolación al ámbito de la derivación e integración numérica, evidenciando su utilidad en la resolución de problemas de ingeniería. A lo largo del trabajo práctico, los estudiantes resolvieron estos ejercicios y problemas utilizando calculadoras, en modalidades tanto individual como grupal, con el propósito de fomentar la colaboración, la discusión académica y la toma de decisiones consensuadas.

En el tercer momento de la clase, se utilizó la estrategia del ABP, en esta fase los estudiantes en equipos trabajaron un problema contextualizado relativo al secado de alimentos. El mismo constituyó la primera parte del núcleo del trabajo práctico, al proponer un problema real y complejo de la Ingeniería en Alimentos: el secado de obleas. Se facilitó a los estudiantes una curva de velocidad de secado, la cual debieron analizar e interpretar para calcular el tiempo total de secado. Este problema exigió la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre integración numérica, los contenidos de Física sobre transferencia de calor, así como la comprensión de los conceptos de humedad de equilibrio y humedad libre, propios del dominio de la Ingeniería de Alimentos. Los estudiantes analizaron el enunciado y extrajeron datos relevantes; formularon el modelo matemático utilizando derivación o integración numérica según correspondiera; aplicaron el método en forma manual; redactaron el algoritmo en pseudocódigo; implementaron y validaron el algoritmo en Octave e interpretaron los resultados en el contexto del problema. Durante esta etapa, se propiciaron instancias de intercambio entre pares y se promovieron habilidades de colaboración y pensamiento crítico, fortaleciendo la confianza de los estudiantes en el uso de tecnologías para la resolución de problemas aplicados, ampliando además su perspectiva sobre la aplicabilidad de los métodos numéricos en la práctica profesional. El docente acompañó el proceso formulando nuevas preguntas orientadoras como: ¿qué suposiciones están haciendo al modelar este fenómeno?; ¿el resultado es razonable en términos físicos?; ¿cómo afectaría un cambio en los datos a su modelo? Los estudiantes, con la orientación del docente, respondieron a los interrogantes y plantearon sus propias inquietudes.

En el transcurso de la clase práctica, se evidenció un creciente nivel de participación y de compromiso por parte de los estudiantes, al enfrentar problemas contextualizados vinculados directamente con su futura profesión. Al cierre de la clase, se presentó la lista de cotejo con los criterios de evaluación del trabajo escrito relativo a la resolución de ejercicios y problemas seleccionados de la guía de trabajos prácticos, así como también la rúbrica de la evaluación de la presentación por escrito del último problema.

En la segunda parte del núcleo del trabajo práctico se abordó un problema de bombeo de fluidos en una planta embotelladora de agua, un contexto habitual en la industria alimentaria, en el cual se aplicó interpolación numérica. En este caso, los estudiantes debieron determinar si una bomba de una potencia determinada era adecuada para bombear un caudal específico de agua, utilizando datos proporcionados por el fabricante de la misma. Este último problema fue resuelto por los estudiantes individualmente, fuera del horario de clase. La resolución escrita se entregó en un plazo de 10 días posteriores a la finalización del trabajo práctico.

El docente realizó la corrección de la resolución del trabajo práctico y proporcionó la retroalimentación a través del aula virtual, mediante la entrega de un archivo en formato pdf que contenía las correcciones y sugerencias pertinentes. Los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los informes escritos del trabajo práctico sobre Aproximación Polinomial evidencian un desempeño mayoritariamente satisfactorio por

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

parte del estudiantado. En función de los criterios establecidos en la lista de cotejo, tres trabajos alcanzaron un nivel de desempeño muy bueno, caracterizado por la presentación ordenada y prolija, la correcta identificación de variables y métodos, y una adecuada articulación entre los fundamentos matemáticos y su aplicación contextualizada en Ingeniería en Alimentos. Estos informes demostraron un desarrollo lógico-secuencial del procedimiento, junto con una correcta implementación algorítmica en Octave y una interpretación tecnocientífica precisa de los resultados. Los cuatro trabajos restantes fueron evaluados como buenos, cumpliendo con la mayoría de los aspectos requeridos, aunque presentaron limitaciones puntuales en la claridad de la justificación de algunos procedimientos y en la profundidad del análisis final. En conjunto, los resultados reflejan un apropiado dominio de los métodos numéricos abordados, así como una progresiva consolidación de competencias vinculadas a la modelización, el pensamiento crítico y el uso de herramientas computacionales en problemas propios de la disciplina.

La evaluación del problema contextualizado mediante rúbrica evidenció un desempeño general favorable del estudiantado en relación con las competencias genéricas de análisis, modelización, argumentación técnica y toma de decisiones informadas, así como en cuanto a una primera aproximación al cálculo y diseño simple de maquinarias y procesos industriales. Cuatro estudiantes alcanzaron el nivel de desempeño “competente”, mostrando una correcta interpretación del enunciado, una elección adecuada del método numérico y una implementación funcional del algoritmo en Octave, acompañada por una interpretación técnico-operativa aceptable. Los tres estudiantes que alcanzaron el nivel “avanzado” demostraron una comprensión profunda del contexto tecnológico del problema, identificaron limitaciones prácticas del sistema evaluado, propusieron soluciones alternativas viables, como el uso de bombas en paralelo y argumentaron sus decisiones considerando criterios de eficiencia energética, costo y confiabilidad operativa. Las producciones de estos estudiantes reflejaron una integración sólida de conocimientos disciplinares y una capacidad destacada para transferirlos a escenarios reales de la industria alimentaria, lo que indica una apropiación efectiva de los saberes numéricos y una consolidación progresiva del pensamiento crítico y estratégico requerido en el ejercicio profesional.

Finalmente, los resultados de la encuesta de satisfacción estudiantil con 27 ítems, orientada a valorar la percepción de los estudiantes respecto a diversos aspectos didácticos, metodológicos y actitudinales de la propuesta indicaron que los resultados fueron altamente positivos, con promedios generales cercanos o iguales a 5 en la mayoría de las afirmaciones. Se destacaron especialmente la claridad en las explicaciones del docente, la utilidad de la clase para afianzar conocimientos, la comprensión de los métodos aplicados, y el vínculo con la práctica profesional en Ingeniería en Alimentos. Asimismo, se valoró positivamente la estructura del trabajo práctico, el uso de recursos digitales y la participación activa durante las clases. Las puntuaciones más bajas, aunque todavía altas, se relacionaron con la autopercepción sobre la autonomía y la seguridad para resolver problemas similares, con un promedio de 4 puntos sobre un total de 5, lo que sugiere posibles líneas de mejora para reforzar el desarrollo de la confianza y la iniciativa individual en futuros trabajos. En conjunto, los resultados evidencian una alta aceptación y efectividad de la propuesta desde la perspectiva del estudiantado.

Como complemento, se incluyeron preguntas abiertas en una encuesta de satisfacción estudiantil, cuyas respuestas permitieron valorar aspectos cualitativos del aprendizaje. Los estudiantes destacaron como positivos el tiempo dedicado a la resolución de ejercicios, la claridad en las explicaciones y la aplicación contextualizada de los métodos numéricos, lo cual facilitó la comprensión de los temas abordados. También manifestaron que la clase contribuyó al desarrollo de habilidades profesionales relevantes, como el análisis de datos, la formulación matemática de problemas reales y la implementación de soluciones mediante programación. Asimismo, identificaron instancias en las que ejercitaron el razonamiento lógico y el pensamiento crítico, especialmente en la interpretación de resultados y la toma de decisiones en problemas contextualizados, como el de bombeo de fluidos. Finalmente, expresaron interés en abordar en futuras clases prácticas problemáticas relacionadas con la economía del proceso, el control de calidad, las industrias pertenecientes a la zona, y el diseño de procesos en la industria alimentaria.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

La propuesta didáctica implementada en la asignatura Cálculo Numérico, basada en la resolución de problemas contextualizados en el ámbito de la Ingeniería en Alimentos, evidenció su eficacia como estrategia para potenciar el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias genéricas y un desarrollo incipiente de competencias específicas. La secuencia de actividades permitió integrar los contenidos matemáticos con situaciones problemáticas reales, favoreciendo la apropiación de métodos numéricos, la interpretación tecnocientífica de resultados y el manejo de herramientas computacionales especializadas.

La evaluación mediante lista de cotejo y rúbrica evidenció desempeños satisfactorios, con predominancia de niveles competentes y avanzados, reflejando una comprensión profunda y aplicada de los contenidos. La implementación de la estrategia ABP propició la reflexión crítica, el trabajo colaborativo y la transferencia efectiva de los saberes matemáticos a escenarios profesionales auténticos.

Los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción estudiantil confirmaron una valoración positiva de la propuesta y aportaron indicios valiosos para la mejora continua de las prácticas docentes en la formación de ingenieros.

La propuesta permitió vincular la teoría numérica con problemáticas reales, contribuyendo al desarrollo incipiente de competencias específicas para la Ingeniería en Alimentos. Estos resultados reafirman la pertinencia de las metodologías activas y contextualizadas para favorecer un aprendizaje más profundo y situado. El equipo cátedra continuará aplicando estrategias complementarias que fortalezcan la autonomía estudiantil, asegurando la formación integral y adaptada a las necesidades cambiantes de la industria alimentaria y se realizarán investigaciones con muestras más amplias que permitan validar y extender los hallazgos aquí presentados.

Referencias

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.

Barrows, H. S. (2022). Problem-based learning: An approach to medical education. Springer.

Burden, R. L., & Faires, J. D. (2017). *Numerical analysis* (10th ed.). Cengage Learning.

Burden, R. L., Faires, J. D., & Burden, A. M. (2022). *Numerical Analysis* (11th ed.). Cengage Learning.

CONFEDI. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para carreras de ingeniería*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. Recuperado de https://confedi.org.ar

Escobar, B. R. P., Carhautocto, G. R., Sanchez, W. A. C., Salazar, C. A. H., & Santos, R. C. (2022). Sistemas aplicados a las metodologías activas como estrategia de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E51), 142-156.

Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, *78*(7), 674-681.

Gómez-Pérez, J. (2022). Relación entre pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas en universidades latinoamericanas, 2015-2020. Mount Scopus Journal. (2)4, 66-81.

Rentería-Vera, J. A., Hincapi-Montoya, E. M., Rodríguez-Caro, Y. J., Vélez-Castaneda, C. K., Osorio-Vélez, B. E., & Durango-Marín, J. A. (2022). Competencia global para el desarrollo sostenible: una oportunidad para la educación superior. *Entramado*, *18*(1).

Szpicer, A., Bińkowska, W., Stelmasiak, A., Zalewska, M., Wojtasik-Kalinowska, I., Piwowarski, K., Piepiórka-Stepuk, J., & Półtorak, A. (2025). Computational Fluid Dynamics Simulation of Thermal Processes in Food Technology and Their Applications in the Food Industry. *Applied Sciences*, *15*(1), 424. https://doi.org/10.3390/app15010424

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Modelización de Problemas de Ingeniería en Alimentos mediante Valores y Vectores Propios: Una Propuesta Didáctica Contextualizada

Modeling Food Engineering Problems Using Eigenvalues and Eigenvectors: A Contextualized Didactic Proposal

Gustavo Alejandro Salcedo
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Argentina.
gusalc2.92@gmail.com

Lucrecia Lucía Chaillou
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Argentina.
lucrechaillou@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica basada en el Aprendizaje Basado en Problemas para la enseñanza de valores y vectores propios en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de la carrera de Ingeniería en Alimentos. La estrategia se implementó mediante un trabajo práctico compuesto por ejercicios algorítmicos iniciales y problemas contextualizados diseñados para modelar fenómenos propios de la industria alimentaria. Se promovió el desarrollo de competencias genéricas referidas a la resolución de problemas, pensamiento crítico, comunicación, trabajo colaborativo y una competencia específica vinculada al análisis de procesos productivos. La evaluación se realizó mediante una rúbrica y una encuesta de satisfacción estudiantil, evidenció un alto grado de apropiación conceptual, interpretación contextual y motivación estudiantil, con más del 85% del alumnado alcanzando niveles competentes o avanzados en todas las dimensiones evaluadas. Se concluye que el ABP fortalece la conexión entre teoría matemática y práctica ingenieril significativa.

Palabras clave: Álgebra, competencias, contextualización, ingeniería

Abstract

This work presents a didactic approach based on Problem-Based Learning (PBL) for the teaching of eigenvalues and eigenvectors in the Algebra and Analytic Geometry course of the Food Engineering program. The strategy was implemented through a practical session that combined initial algorithmic exercises with contextualized problems designed to model phenomena relevant to the food industry. The development of generic competencies: problem-solving, critical thinking, communication, and teamwork, was fostered, along with a specific competency related to the analysis of food production processes. Evaluation was conducted using rubric and a student satisfaction survey, revealing a high level of conceptual understanding, contextual interpretation, and student motivation, with over 85% of students achieving competent or advanced levels in all evaluated dimensions. It is concluded that PBL strengthens the connection between mathematical theory and meaningful engineering practice.

Keywords: Algebra, competencies, contextualization, engineering

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en carreras de ingeniería enfrenta el desafío de superar la transmisión de conceptos abstractos y promover la aplicación de conocimientos en la resolución de problemas reales (Lozada López, 2024). En la carrera de Ingeniería en Alimentos, asignaturas como Álgebra y Geometría Analítica son fundamentales, ya que brindan herramientas de análisis y modelización necesarias para comprender y optimizar procesos industriales. No obstante, contenidos como los relativos a la unidad temática de valores y vectores propios suelen ser percibidos por los estudiantes como abstractos y alejados de su futura práctica profesional.

Esta unidad posee múltiples aplicaciones en ciencia e ingeniería: análisis de sistemas dinámicos, diagonalización de matrices, mecánica de fluidos, control de procesos, y optimización (Lay et al., 2020). En Ingeniería en Alimentos, permiten modelar fenómenos como la transferencia de calor, la difusión en sistemas biológicos, o la optimización de fermentaciones (Szpicer et al., 2025).

La enseñanza tradicional basada en un enfoque deductivo y abstracto puede limitar la comprensión funcional y aplicada de los conceptos matemáticos, particularmente en contextos de formación en ingeniería (Zakaria et al., 2019). En contraste, metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) promueven una participación activa, pensamiento crítico, colaboración y contextualización del conocimiento (Pazos-Yerobí et al., 2024). Diversos estudios evidencian que el ABP mejora la comprensión conceptual y el rendimiento académico. Cango et al. (2025) evidencian mediante análisis longitudinal que los enfoques centrados en el estudiante fortalecen sostenidamente las competencias y el rendimiento académico; en la misma línea, la resolución de problemas contextualizados potencia la motivación y favorece la apropiación y transferencia del conocimiento (Zakaria et al., 2019).

El ABP definido como un enfoque centrado en el estudiante donde el aprendizaje se inicia a partir de un problema auténtico, fomenta la investigación, el trabajo cooperativo y la integración de saberes (Gómez-Pérez, 2022). En ingeniería, reproduce las dinámicas propias del ejercicio profesional (Kolmos & de Graaff, 2014), facilitando el desarrollo de competencias clave.

La enseñanza por competencias busca el desarrollo de capacidades aplicables en contextos diversos (Tejada & Ruiz, 2016). En Álgebra, considerando el tema valores y vectores propios implica: identificar problemas de la industria donde aplicar vectores propios; modelizar matemáticamente; resolver e interpretar resultados; y comunicar conclusiones de manera eficaz.

Con el fin de superar las limitaciones del enfoque tradicional, se diseñó, aplicó y evaluó una estrategia de enseñanza de valores y vectores propios mediante ABP con un enfoque por competencias, integrando problemas auténticos de la Ingeniería en Alimentos. El objetivo fue promover la comprensión de los algoritmos de cálculo y evidenciar la aplicabilidad de los contenidos en contextos ingenieriles. En este trabajo se presentan los resultados de dicha implementación.

Desarrollo

La propuesta didáctica se aplicó en el desarrollo del trabajo práctico N°10 referido al tema Valores y vectores propios en el marco de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica que se dicta para estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAyA) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Esta asignatura se imparte durante el primer cuatrimestre del primer año del plan de estudios de la carrera, con una carga horaria semanal de 8 horas, distribuidas en 3 horas de clases teórico-práctica y 5 horas de clases práctica.

El material didáctico incluyó libros de la bibliografía general y específica disponibles en la Biblioteca Central de la UNSE, complementados con la exposición teórico-práctica de la docente responsable, tanto en formato presencial como escrito mediante un apunte con el sustento conceptual de los contenidos. Este material se articuló con una guía de trabajos prácticos que incluyó ejercicios y problemas contextualizados

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

orientados al desarrollo de competencias analíticas y de modelización en Ingeniería en Alimentos. Dado que el tema Valores y vectores propios es uno de los menos atractivos para los estudiantes, el trabajo práctico se estructuró en dos etapas, la primera en la cual se resolvieron ejercicios y en la segunda se aplicó el ABP con un enfoque en el desarrollo de competencias genéricas referidas a la resolución de problemas; pensamiento crítico; modelización matemática; comunicación oral y escrita, y trabajo en equipo; además de una primera aproximación a una de las competencias específicas para la carrera establecidas en CONFEDI (2018) referida al cálculo de maquinarias y equipos utilizados en la producción industrial de alimentos.

La primera etapa de 3,5 h de duración, con dos intervalos de 15 min, incluyó una serie de ejercicios de aplicación (siete) que los estudiantes resolvieron con la orientación del docente y corroboraron sus resultados con la resolución en el pizarrón realizada por los estudiantes.

En la segunda etapa de 1,5 h de duración, los estudiantes resolvieron en grupo uno de los tres problemas contextualizados de la guía del trabajo práctico, referidos a situaciones relevantes para la Ingeniería en Alimentos. Estos problemas fueron diseñados para aplicar valores y vectores propios en su resolución, incentivando a los estudiantes a descubrir la necesidad de estas herramientas matemáticas en lugar de recibirlas de forma predefinida. En esta etapa se formaron 6 grupos de 6 estudiantes y un grupo de 5 alumnos cada uno. Los roles fueron el de un líder elegido por sus compañeros, un estudiante que redactaba la resolución y un representante para la presentación oral, el resto de los integrantes se desempeñaron como colaboradores.

El proceso didáctico incluyó seis fases, adaptadas del ciclo del ABP (Barrows, 1996, Cervantes et al., 2023): presentación del problema contextualizado; identificación de conocimientos previos y necesidades de aprendizaje; investigación y adquisición de nuevos conocimientos; aplicación de conocimientos y resolución del problema; presentación de soluciones, retroalimentación y evaluación.

En la primera fase, se realizó la presentación de cada uno de los tres problemas contextualizados: se introdujo a cada grupo una situación real de la industria alimentaria que, a primera vista, no revela explícitamente la necesidad de valores y vectores propios. En el primer problema, se planteó la transferencia de calor en un horno de tres zonas utilizado en la deshidratación de frutas, mediante un sistema lineal representado por una matriz de coeficientes térmicos. En el segundo problema, se abordó la distribución del conservante benzoato de sodio en mayonesa, representando la interacción entre fases oleosa, acuosa y superficial mediante una matriz de transición. El tercer problema se refirió a la estandarización de condiciones que aseguren la eficiencia y la seguridad del empacado en una caja de galletas, analizando la estabilidad estructural de las mismas.

En la segunda fase se llevó a cabo la identificación de conocimientos previos y necesidades de aprendizaje. En ella, los estudiantes, organizados en pequeños grupos, analizaron el problema.

En la tercera fase se incorporó la investigación y adquisición de nuevos conocimientos. Los equipos de trabajo exploraron de manera autónoma, con orientación del docente, los fundamentos matemáticos requeridos, en particular los relativos a valores y vectores propio. Para ello recurrieron a buscadores especializados en línea, con el fin de ampliar la comprensión de los aspectos tecnológicos vinculados a la transferencia de calor, la interacción de conservantes con las fases de un alimento rico en grasas y la estabilidad de envases secundarios utilizados en la distribución de productos panificados.

En la cuarta fase se realizó la aplicación de conocimientos y resolución del problema. Los grupos aplicaron los conocimientos adquiridos para modelizar y resolver el problema contextualizado.

En la quinta fase se desarrolló la presentación de soluciones y retroalimentación. Cada grupo presentó su solución y su proceso de razonamiento del problema contextualizado, detallando el modelo matemático construido, los procedimientos aplicados y la interpretación de los resultados en función del fenómeno ingenieril analizado. Hubo retroalimentación realizada por el docente y entre los grupos.

En la última fase se desarrolló la evaluación. Se aplicaron rúbricas diseñadas para medir no solo la exactitud de los cálculos, sino también el desarrollo de las competencias mencionadas en la introducción. Esta rúbrica contempló cinco dimensiones clave: modelización del problema, aplicación de algoritmos

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

algebraicos, interpretación contextual de los resultados, comunicación matemática y trabajo colaborativo. Cada criterio se desagregó en cuatro niveles de desempeño (Principiante, Básico, Competente y Avanzado), con descripciones claras y progresivas que permiten monitorear el proceso de aprendizaje. La ponderación de los ítems privilegia la correcta ejecución de procedimientos (30%) y la interpretación matemática en contexto (25%), promoviendo así una evaluación formativa que articula el saber matemático con su funcionalidad en la Ingeniería en Alimentos, el resto de las ponderaciones fueron: formula y modeliza el problema contextualizado (20%); comunica el procedimiento de resolución y sus conclusiones (15%) y participa en el trabajo grupal y en la toma de decisiones (10%). Esta herramienta permitió valorar no solo la corrección técnica, sino también la comprensión conceptual, la argumentación y la participación activa en entornos colaborativos de resolución de problemas.

Además, se aplicó una encuesta de satisfacción estudiantil con 27 ítems agrupados en siete dimensiones: organización y metodología, contenidos y aplicabilidad, recursos y guía de trabajo, docencia e interacción, impacto en el aprendizaje, competencias específicas y competencias genéricas. Dicha encuesta fue administrada mediante un formulario de Google Forms, de forma anónima y voluntaria, al finalizar la clase práctica. Participaron 24 estudiantes regulares del curso. Se utilizó una escala de Likert de 5 puntos, cuyos extremos fueron “totalmente en desacuerdo” (1) y “totalmente de acuerdo” (5). Los datos fueron analizados en términos de porcentajes de respuestas en los niveles establecidos en cada afirmación evaluada.

Resultados

En la primera parte de la clase, se observó que los estudiantes resolvieron con éxito los ejercicios iniciales (ejercicios desde 1 a 7) que consolidan la técnica algorítmica de cálculo del polinomio característico, valores y vectores propios, diagonalización y análisis de semejanza de matrices, alcanzando una media del 85% de resolución correcta. Esta fase permitió afianzar los procedimientos básicos previos a la transferencia de saberes hacia contextos de aplicación profesional.

En la segunda parte de la clase se implementó el ciclo de seis fases del ABP.

En la primera fase, a cada grupo se le asignó uno de los tres problemas contextualizados. Los estudiantes leyeron el problema, lo analizaron, consultaron al docente algunos términos propios de los aspectos tecnológicos que desconocían. En todos los casos, los grupos identificaron que, para responder con rigor a las preguntas planteadas, era imprescindible integrar múltiples contenidos: operaciones matriciales, cálculo de determinantes y polinomios característicos, comprensión de transformaciones lineales y, finalmente, el cálculo e interpretación de valores y vectores propios. Así, cada problema funcionó como un disparador que articuló teoría y práctica, orientando a los estudiantes hacia la comprensión de la utilidad de los autovalores en contextos industriales reales. Durante esta fase, los estudiantes mostraron un interés sostenido y una disposición a relacionar los contenidos del Álgebra con fenómenos concretos de la industria alimentaria. En esta etapa se promovió la competencia de resolución de problemas, ya que los estudiantes comenzaron a identificar el desafío técnico presente en cada situación y a formular posibles caminos de abordaje, así como también se fortaleció el trabajo en equipo, al organizar las tareas iniciales de comprensión conjunta del problema.

En la segunda fase, los estudiantes de cada grupo realizaron la identificación de conocimientos previos y necesidades de aprendizaje mediante una lluvia de ideas, identificaron lo que ya saben, lo que necesitan aprender para resolver el problema y qué herramientas matemáticas podrían ser útiles. Es en esta fase donde, guiados por el docente, los estudiantes reconocieron la utilidad potencial de conceptos relacionados con transformaciones lineales, introduciendo de forma natural los valores y vectores propios. En este contexto, esta fase impulsó un aprendizaje más significativo. En esta fase se fomentó el desarrollo del pensamiento crítico al comparar ideas previas con el nuevo conocimiento requerido y la planificación de estrategias de aprendizaje, promoviendo además la colaboración grupal orientada a la construcción compartida del saber.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En la tercera fase se desarrolló la investigación y adquisición de nuevos conocimientos. Para ello, el docente proporcionó a los estudiantes el acceso al material didáctico de la clase teórico-práctica y recursos bibliográficos actualizados (Lay et al., 2020; Grossman, 2019), y ejemplos específicos de aplicación en Ingeniería en Alimentos. La clase de práctica se transformó en un espacio de consulta, clarificación de dudas y profundización, donde el docente actuó como facilitador del aprendizaje. Durante esta fase se fortaleció la competencia de modelización matemática, ya que los estudiantes debieron construir representaciones algebraicas de los sistemas físicos o bioquímicos planteados, integrando además la búsqueda, selección y análisis crítico de información pertinente para fundamentar sus modelos.

En la cuarta fase se llevó a cabo la aplicación de conocimientos y resolución del problema. En ella, los grupos formularon el problema en términos de ecuaciones matriciales; calcularon los valores propios y los vectores propios asociados; realizaron la diagonalización de matrices cuando fue pertinente; interpretaron los resultados matemáticos en el contexto de la situación real de la Ingeniería en Alimentos. En esta instancia se promovió el análisis crítico a través de interrogantes que orientan la reflexión, tales como: ¿qué indica la existencia de un valor propio igual a 1 en un sistema térmico acoplado?, ¿cuál es el significado físico de un valor propio negativo en términos de transferencia de calor o concentración de un aditivo?, ¿cómo se interpreta un vector propio en relación con la distribución estable de temperatura o la difusión homogénea de un conservante entre fases?, ¿en qué sentido la diagonalización de una matriz facilita la predicción del comportamiento a largo plazo de un sistema?, ¿cómo se puede utilizar un valor propio dominante para tomar decisiones sobre modificaciones en un proceso industrial? Estas preguntas buscaron guiar al estudiante en la transferencia del conocimiento algebraico hacia situaciones auténticas, promoviendo una comprensión profunda de los conceptos matemáticos, así como su funcionalidad en el análisis, control y optimización de procesos propios de la ingeniería alimentaria. De manera que, los grupos que tenían el problema 1, analizaron la matriz que representa la transferencia térmica entre zonas de un horno industrial. Para determinar si el sistema se estabilizaba, los estudiantes calcularon los valores propios de la matriz y discutieron su interpretación física en términos de estabilidad térmica, relacionando los autovalores con el comportamiento del sistema a largo plazo; los grupos con el problema 2 analizaron la dispersión del conservante benzoato de sodio en una emulsión de mayonesa, representada mediante una matriz estocástica. A partir del análisis de los vectores propios asociados al valor propio igual a 1, interpretaron cómo se distribuye el conservante en equilibrio entre las fases del producto, y dedujeron condiciones de estabilidad a través del estudio espectral de la matriz. Y los grupos con el problema 3, trabajaron con una transformación lineal que modela la longitud de los precintos de embalaje en función de las dimensiones de las cajas, y con una matriz simétrica que representa la rigidez estructural del envase. Aplicaron la transformación lineal a vectores dimensión y luego calcularon los valores propios de la matriz de rigidez para discutir la estabilidad estructural, identificando direcciones principales (autovectores) y niveles de rigidez (autovalores). En esta fase, el 85% de los estudiantes logró interpretar las consignas propuestas y realizar los cálculos algebraicos con precisión. Se evidenció aquí la integración de la competencia de resolución de problemas junto a la de pensamiento crítico, al tomar decisiones sobre las herramientas matemáticas adecuadas y validar los resultados con fundamento técnico. Asimismo, se avanzó en el desarrollo de la competencia específica de la carrera referida a analizar la producción de alimentos considerando la relación entre procesos, equipos e insumos (CONFEDI, 2018), ya que los estudiantes interpretaron fenómenos productivos reales desde la perspectiva cuantitativa, estableciendo vínculos entre variables físicas, propiedades del sistema y decisiones tecnológicas.

En la quinta fase los estudiantes realizaron la presentación oral de soluciones y se generó la retroalimentación. Cada grupo presentó su solución y su proceso de razonamiento. Se fomentó el debate, la argumentación matemática y la defensa de las soluciones propuestas. El docente y los grupos restantes proporcionaron retroalimentación constructiva, lo que permitió refinar la comprensión y la aplicación de los conceptos. La presentación de soluciones se articuló con la descripción del razonamiento seguido, promoviendo la argumentación matemática y la justificación conceptual de las decisiones adoptadas en el

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

proceso de resolución. Este espacio no solo cumplió una función expositiva, sino que fue concebido como un momento clave para la retroalimentación dialógica. A partir de los intercambios entre pares y las intervenciones del docente, se favoreció el debate crítico sobre la pertinencia de las representaciones utilizadas, la validez de los procedimientos algebraicos y la coherencia de las interpretaciones contextuales. La retroalimentación brindada por el equipo docente, así como por los demás grupos, permitió identificar fortalezas y oportunidades de mejora en los desarrollos presentados. Este proceso de evaluación formativa facilitó la reformulación de estrategias de resolución, la consolidación de los conceptos involucrados y una comprensión más profunda de la aplicabilidad de los valores y vectores propios en contextos reales de la Ingeniería en Alimentos. En el problema de transferencia de calor en un horno de tres zonas, los estudiantes identificaron correctamente la relación entre los valores propios de la matriz de coeficientes y la estabilidad térmica del sistema. Además, en el análisis de la distribución del conservante benzoato de sodio, el 75% de los estudiantes comprendió el contexto del problema y lo resolvió, estableciendo relaciones claras con la inocuidad y calidad del producto final y en el tercer problema identificaron la estabilidad de embalajes durante el transporte de productos terminados. En esta fase se consolidaron las competencias de comunicación oral y escrita, ya que se promovió la exposición clara de ideas, el uso preciso del lenguaje matemático y la argumentación fundamentada, junto con la construcción colectiva de conocimientos a partir de las devoluciones de pares y docentes. Con respecto a la competencia de modelización, los estudiantes demostraron un progreso relevante en la formulación de modelos matemáticos adaptados a las situaciones reales de la industria de los alimentos. La mayoría de los grupos logró traducir los enunciados de los problemas en matrices, estableciendo la correspondencia entre las variables del problema y sus representaciones algebraicas. Al final de la clase cada grupo entregó por escrito la resolución del problema y sus conclusiones. Esta entrega escrita constituyó un instrumento para fortalecer la competencia de comunicación técnica, asegurando la claridad, estructura y coherencia en la documentación de los procesos y resultados obtenidos.

Los resultados de la sexta etapa, es decir la correspondiente a la evaluación, se obtuvieron mediante una rúbrica que reveló que el 85% de los equipos logró construir el modelo matricial a partir de los datos brindados, el 74% identificó correctamente los valores propios relevantes y su interpretación respecto a estabilidad de sistemas térmicos o de concentración y que el 70% de los grupos aplicó correctamente la diagonalización e interpretó adecuadamente la dirección de mayor variabilidad en el producto. Esto demuestra una apropiación significativa del uso de herramientas algebraicas para modelar fenómenos físicos y bioquímicos complejos en sistemas alimentarios. Además, en cuanto al desarrollo de competencias específicas y genéricas, la evaluación con rúbrica evidenció que más del 85% del estudiantado alcanzó niveles “Competente” o “Avanzado” en los siguientes criterios: modelización del problema con fundamentación matemática y contextual; interpretación de los resultados algebraicos en función del fenómeno ingenieril y comunicación técnica del procedimiento, incluyendo informes escritos claros, con soporte gráfico y conclusiones fundadas. La rúbrica permitió así evidenciar el desarrollo integral de competencias genéricas como resolución de problemas, modelización, pensamiento crítico, comunicación y trabajo colaborativo, junto con avances en la competencia específica de análisis técnico de procesos productivos en el ámbito alimentario.

Estos resultados se complementaron con la encuesta de satisfacción estudiantil, cuyo análisis y procesamiento estadístico indicó que el 87,5% de los estudiantes manifestó sentirse motivado al abordar contenidos tradicionalmente abstractos mediante problemas de su campo disciplinar. Además, el 100% coincidió en que la clase práctica ayudó a visualizar la utilidad de los valores y vectores propios en contextos reales de la profesión y permitió aplicar conceptos clave como el polinomio característico, la diagonalización y los espacios propios. El 95,8% consideró que los problemas estuvieron claramente relacionados con la Ingeniería en Alimentos, y un 91,7% señaló que la clase le permitió comprender conceptos fundamentales para el análisis de transformaciones lineales. Se destacó la utilidad de contextualizar el conocimiento matemático en situaciones reales de planta, laboratorio o desarrollo de productos, lo cual favoreció el

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

aprendizaje significativo. Desde la perspectiva del desarrollo de competencias, el 91,7% expresó que la clase ayudó a mejorar su capacidad de análisis y resolución de problemas, el 87,5% pudo organizar sus ideas y comunicar razonamientos con claridad, y el 83,3% indicó que fortaleció su autonomía para el aprendizaje.

Conclusiones

La implementación del ABP en contenidos tradicionalmente abstractos permitió contextualizar los conceptos matemáticos, potenciando su comprensión, aplicabilidad y pertinencia en la formación profesional.

El abordaje por competencias favoreció no solo la apropiación técnica de procedimientos algebraicos, sino también el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la comunicación matemática.

Los problemas contextualizados, vinculados con situaciones reales de planta, laboratorio y desarrollo de productos, facilitaron la transferencia del conocimiento matemático a escenarios propios de la Ingeniería en Alimentos.

La evaluación mediante rúbricas reveló altos niveles de desempeño en modelización, interpretación e integración conceptual, evidenciando una apropiación significativa de los valores y vectores propios en contextos técnicos.

Los resultados de la encuesta de satisfacción indican que el 100% de los estudiantes reconoció la utilidad de la propuesta, mientras que más del 87% manifestó sentirse motivado y reportó avances en su autonomía y su capacidad de análisis.

Referencias

Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, *1996*(68), 3–14.

Cango, P. F. A., Pacheco, J. B. C., Zapata, M. E. B., Ceferino, G. E. N., & Ceferino, M. J. A. (2025). La implementación de metodologías emergentes en el proceso didáctico en la educación superior para el desarrollo de competencias técnicas. *Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias*, *2*(2), 694-713.

Cervantes, M. A., Loria, L. G., & Jiménez, M. Á. (2023). El aprendizaje basado en problemas: una estrategia metodológica para el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *26*(1), 221-240.

CONFEDI. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para carreras de ingeniería*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. Recuperado de https://confedi.org.ar

Gómez-Pérez, J. (2022). Relación entre pensamiento crítico y aprendizaje basado en problemas en universidades latinoamericanas, 2015-2020. Mount Scopus Journal. (2)4, 66-81.

Grossman, S. L. (2019). *Álgebra lineal* (8ª ed.). Argentina: McGraw-Hill Latinoamérica.

Kolmos, A., & de Graaff, E. (2014). Problem-based learning in engineering education. In P. B. H. Bertels & G. A. Van Dyk (Eds.), *The Oxford Handbook of Engineering and Technology* (pp. 1-22). Oxford University Press.

Lay, D. C., Lay, S. R., & McDonald, J. J. (2020). *Linear Algebra and Its Applications* (6th ed.). Pearson.

Lozada López, D. J. (2024). Didáctica de las matemáticas en carreras de ingeniería: estrategias innovadoras para reducir la deserción estudiantil. *Sage Sphere Higher Education*, 2(1), 1-11.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Pazos-Yerovi, E. I., & Aguilar-Gordón, F. (2024). El Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia metodológica para el desarrollo del Pensamiento Crítico. *Revista de estudios y experiencias en educación*, *23*(53), 313-340. https://dx.doi.org/10.21703/rexe.v23i53.2658

Szpicer, A., Bińkowska, W., Stelmasiak, A., Zalewska, M., Wojtasik-Kalinowska, I., Piwowarski, K., Piepiórka-Stepuk, J., & Półtorak, A. (2025). Computational Fluid Dynamics Simulation of Thermal Processes in Food Technology and Their Applications in the Food Industry. *Applied Sciences*, *15*(1), 424. https://doi.org/10.3390/app15010424

Tejada, J., & Ruiz, C. (2016). Evaluación de competencias en la educación superior: Revisión de la literatura. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, *22*(1), 1-25.

Zakaria, M. I., Maat, S. M., & Khalid, F. (2019). A systematic review of problem-based learning in education. *Creative Education*, *10*(12), 2671.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Del saber hacer a la reflexión: el rol del coloquio en matemática universitaria

From know-how to reflection: the role of the colloquy lesson in university mathematics

Natalia Dallia
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
natydal5@gmail.com

Analía Demarchi
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
demarchi.analia@gmail.com

Mario Garelik
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
mgarelik@gmail.com

María Florencia Acosta.
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Argentina.
ma.flor.acosta@gmail.com

Resumen

Se describe y analiza la implementación de coloquios durante la finalización del cursado de la asignatura Cálculo II correspondiente al ciclo básico de las carreras de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral. El objetivo es favorecer la adquisición de aprendizajes significativos y el desempeño en exámenes de los estudiantes, estimulando que éstos mejoren sus competencias comunicativas y reflexionen sobre su propio saber-hacer, a través de una adaptación del método socrático como estrategia de evaluación formativa. Para analizar los coloquios se aplicó un enfoque cualitativo y sociolingüístico basado en el abordaje sistémico funcional del lenguaje, que identifica tres metafunciones esenciales: ideacional, interpersonal y textual. Los resultados evidencian cómo el desarrollo de un diálogo estratégico potencia habilidades cognitivas fundamentales para el aprendizaje y la enseñanza, permitiendo observar la combinación intrínseca entre el contenido y discurso matemático, los vínculos socioafectivos, y la organización del flujo conversacional.

Palabras clave: universidad, matemática, coloquio, evaluación formativa, método socrático

Abstract

The implementation of colloquy lessons during the ending of the Cálculo II subject corresponding to the basic cycle of the undergraduate courses of the Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas of the Universidad Nacional del Litoral, is described and analyzed. The purpose is to promote the acquisition of meaningful learning and exam performance by students, encouraging them to improve their communicative skills and reflect on their own know-how, through an adaptation of the socratic method as a formative evaluation strategy. To analyze the colloquy lessons, a qualitative and sociolinguistic approach was applied based on the functional systemic approach to language, which identifies three essential metafunctions: ideational, interpersonal, and textual. The results show how the development of strategic dialogue enhances fundamental cognitive skills for learning and teaching, allowing us to observe the intrinsic combination between mathematical content and discourse, socio-affective relationships, and the organization of the conversational flow.

Keywords: university, mathematics, colloquy lesson, formative evaluation, socratic method

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Aspectos contextuales y justificación del estudio

Este trabajo remite a alumnos de los primeros años de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral, que cursan las asignaturas Cálculo I, II y III, en cuyas instancias evaluativas se observan diversas dificultades, como la interpretación errónea de consignas o la aplicación rutinaria y mecánica de procedimientos sin realizar una revisión consciente.

Esta situación interpela a los docentes que dictan dichas asignaturas, dado que son parte de la formación básica de los currículos. Una ineficiente performance en ellas impacta de manera directa en el bajo rendimiento académico y puede resultar un detonante para el abandono temprano de la carrera.

En este marco, desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2017) se ha impulsado un modelo para la enseñanza en las carreras de ingeniería, centrado en el estudiante y que involucra tres saberes fundamentales: saber conocer, saber hacer y saber ser. Considerando estas esferas, se procura que el alumno no sólo comprenda los conceptos teóricos y los aplique con pertinencia a problemas reales, sino que ese aprendizaje incida positivamente en su desarrollo personal y profesional.

El trabajo apunta a identificar estrategias didácticas para favorecer aprendizajes significativos y medir la incidencia de éstas en el rendimiento académico de los alumnos. El primer objetivo refiere a mejorar tanto la calidad del cursado como el desempeño en exámenes, estimulando que el estudiante reflexione sobre su proceder cognoscitivo, esto es, sobre los modos de pensar y actuar inherentes a las habilidades de aprendizaje (conocer, razonar, comprender y comunicar el conocimiento). El segundo objetivo procura, de manera indirecta, reducir los índices de deserción en el primer tramo de las carreras de ingeniería.

La oralidad resulta un recurso clave para tales propósitos, ya que permite la construcción colaborativa de conocimientos especializados y es una herramienta fundamental para que los estudiantes universitarios se familiaricen con las formas de comunicar y pensar en sus propias disciplinas (Montes y Navarro, 2019).

La comunicación oral en el aula y en la instancia evaluativa resulta, entonces, prioritaria. Para ello, se deben diseñar estrategias que fomenten el diálogo, con un lenguaje simple, fluido entre docente y estudiante, que motive la participación activa del hacer matemático. En síntesis, desarrollar dinámicas donde lo que se enseña sea tan relevante como el lenguaje, el vínculo y el acompañamiento docente.

En consonancia con los intereses y fines expuestos, se presenta un análisis cualitativo de tres coloquios orales realizados como instancia final de promoción de la asignatura Cálculo II de las carreras de Ingeniería en Informática, Ambiental y Recursos Hídricos. El estudio no busca analizar el desempeño académico en términos de “aprobación” o “error” matemático, sino atender a aspectos discursivos, comunicacionales y metacognitivos que emergen en contextos de evaluación oral.

En este sentido, los coloquios funcionaron como instancias legítimas de evaluación académica, en las que se buscó comprender las falencias conceptuales que habían impedido alcanzar la promoción, dando lugar a una revisión reflexiva de los errores y a la exploración de estrategias de mejora. Por otro lado, y simultáneamente, se diseñaron preguntas que permitieran generar material significativo a fin de indagar cómo los estudiantes construyen sentido, argumentan y reflexionan en situaciones de evaluación oral.

La sección siguiente permitirá considerar la estrecha relación entre el lenguaje natural y la enseñanza de la matemática en la universidad, y su influencia en el desarrollo formativo del estudiante.

Desarrollo

Marco teórico

Se exponen tres nociones para el abordaje de la evaluación oral como estrategia de aprendizaje y reflexión metacognitiva: competencia oral, método socrático y enfoque sistémico funcional del lenguaje.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Competencia oral

Según el CONFEDI (2017), “competencia” es la capacidad de articular eficazmente esquemas mentales y valores, que movilizan distintos saberes en un contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Dentro de las competencias genéricas de egreso, se destaca la de “comunicarse con efectividad”, que involucra habilidades lingüísticas (orales y escritas), discursivas, socioculturales, así como procesos cognitivos y metacognitivos, lo que determina el desarrollo integral de la personalidad (Roméu, 2011).

La competencia oral implica dos procesos simultáneos: hablar y escuchar, referidos a la producción, comprensión e intercambio de conocimientos, pilares de la ciudadanía e identidad y bases para el aprendizaje permanente (Not, 2006). Por ende, la oralidad es una práctica social mediante la cual se construyen relaciones y formas de conocer el mundo, lo cual impacta en todos los ámbitos de la vida.

Por tanto, el desarrollo de la competencia oral implica la implementación de interacciones dentro del aula, a fin de potenciar habilidades cognitivas como la reflexión sobre los propios saberes y prácticas, la autocorrección, el debate, la reconstrucción de procesos de aprendizaje y el pensamiento crítico.

Por otra parte, la oralidad se complementa con otros elementos de la comunicación que quedan inhabilitados en el campo escrito: los aspectos kinésicos y paralingüísticos que se materializan en la interacción cara a cara. Se trata de habilidades cuyo adecuado dominio es central en la interacción social.

Enfoque socrático en la educación actual

Existen propuestas de adecuación del método pedagógico socrático (Acha Gutiérrez, 2014), centradas en la búsqueda de participación activa de los estudiantes a través de planteos que lleven a cavilaciones nuevas y profundas. Así, el rol del profesor es generar estímulos, incomodar y a la vez incentivar mediante preguntas abiertas y críticas, que provoquen reflexiones sobre los temas y su aprendizaje (Nelson, 2008).

El fin es que el estudiante no sólo exponga el contenido que sabe y realice la práctica correctamente, sino que logre explicar cómo aplicó la técnica o resolución adecuada y justificar qué razonamiento llevó a cabo para arribar a ciertas conclusiones, demostrando comprensión del tema e identificando sus propias falencias, lo cual conduzca a un replanteo, fortalecimiento o corrección de nociones estudiadas.

Esta adaptación del método socrático lo vuelve un eficaz catalizador del pensamiento crítico en el aula, donde la pregunta permite, más allá de obtener una respuesta, explorar la comprensión y el razonamiento del estudiante, en un proceso de concientización de su propio saber conocer, saber hacer y saber ser.

Enfoque sistémico funcional del lenguaje: las metafunciones

El lenguaje, mediante el habla, constituye al sujeto y a la sociedad en todas sus dimensiones cognitivas y comunicativas (Calderón Noguera, 2011). En consonancia con esta concepción, el enfoque de la Lingüística Sistémico Funcional (Halliday, 2014) estudia el uso de la lengua intrínsecamente vinculado a su contexto cultural y situacional, y cómo a través del lenguaje se construyen significados.

Desde este abordaje, el lenguaje no es sólo un medio para transmitir información, sino una herramienta mediante la cual las personas crean el conocimiento, establecen tratos sociales y organizan su experiencia sobre el mundo. En tal sentido, Halliday describe el lenguaje en términos de funciones y propósitos. Dentro de su modelo, se destacan tres funciones generales del lenguaje denominadas "metafunciones":

1. Metafunción ideacional: Se refiere al empleo del lenguaje para expresar conocimientos, experiencias, hechos, ideas, relaciones. Así, los estudiantes no sólo deben aprender las definiciones y reglas matemáticas, sino también cómo usar el lenguaje para construir y comunicar tales nociones.

2. Metafunción interpersonal: Refiere al empleo del lenguaje para establecer vínculos sociales, influir en otros y negociar significados. La matemática es una práctica social en la que los estudiantes intercambian saberes, colaboran entre ellos y con el profesor, discuten sobre estrategias y argumentan sus enfoques.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

3. Metafunción textual: Refleja cómo el lenguaje se organiza de forma coherente conforme a las expectativas de recepción. Los textos matemáticos usan formatos predeterminados y los conocimientos se transmiten siguiendo la lógica propia de la disciplina, para que el razonamiento sea claro y comprensible.

Estas tres metafunciones constituyen dimensiones desde las cuales la enseñanza puede acompañar, en relación dialógica, el aprendizaje del lenguaje matemático en el ámbito universitario.

Aspectos metodológicos y desarrollo de la experiencia

1. Descripción general de la propuesta

La implementación de coloquios orales se dio en el marco de la finalización del dictado de la asignatura Cálculo II de las carreras de ingeniería en las terminalidades Informática, Ambiental y Recursos Hídricos. Los objetivos fundamentales de esta decisión son:

La posibilidad de incrementar los índices de promoción de la asignatura, por lo general bajos: la cantidad de alumnos libres suele exceder holgadamente la suma de promocionados y regulares.

Evitar al alumno la instancia final de examen, acreditando los conocimientos adquiridos en una forma más flexible, como supone un encuentro oral.

Detectar y potenciar las competencias comunicacionales de los estudiantes, entendiéndose como una forma de reafirmar la significación de los saberes aprendidos.

El esquema de regularización y promoción de la asignatura consta de dos parciales con sus respectivos recuperatorios. Para promocionar, se debe obtener un mínimo de 60 puntos en cada instancia (parcial o recuperatorio) y un promedio de 70 entre ambas. Para regularizar, se exige un umbral de 40 puntos en cada una de las dos instancias evaluatorias. Caso contrario, adquiere la condición de alumno libre.

Se decidió, entonces, que a aquellos alumnos que habían alcanzado el umbral de 60 puntos en los parciales 1 y 2 (o en sus recuperatorios), pero no el promedio de 70, se les ofrecería la posibilidad de tal instancia oral, la cual, en caso de aprobarse, los eximiría del examen final.

2. Detalles de la implementación

Temporalización: los coloquios se realizaron la semana siguiente al recuperatorio del parcial 2, cuando se informó a los alumnos de su condición final de cursado, antes del turno de exámenes finales previsto en el calendario académico. Entonces, a quienes alcanzaron la regularidad con umbrales mayores a 60 puntos en cada nota parcial, se les ofreció hacer el coloquio. Se los contactó por correo electrónico y se consensuó un horario para el encuentro. En el sitio, se sorteó el orden de exposición y cada sesión duró entre 15 y 30 minutos aproximadamente. No hubo, sin embargo, rigidez con los tiempos a fin de que cada estudiante pudiera pensar y expresarse.

Participantes: sobre un total de 8 alumnos, 7 accedieron a rendir el coloquio. El resto consideró quedarse con la condición de cursado regular. De los 7 participantes, aprobaron todos.

Si bien se podrían haber planteado ejercicios “clásicos” para resolver y explicar, se optó por formular preguntas de análisis relacional y comparación teórica. Esta decisión pedagógica y metodológica permitió observar mayor variedad de recursos discursivos y cognitivos: desde la reformulación conceptual hasta el uso espontáneo de ejemplos, analogías o esquemas argumentativos propios.

El espacio: los encuentros tuvieron lugar en dos aulas, con dos profesores de la asignatura en cada una. La dupla de docentes se dispuso en torno al escritorio y el alumno podía hacer libre uso de la pizarra en la eventualidad de necesitarla para graficar o realizar un esquema.

El coloquio en sí: los alumnos fueron atendidos de forma separada, con el fin de propiciar charlas individuales en las que no se vieran inhibidos y/o avergonzados por la presencia de compañeros que los escucharan. Se logró un clima distendido, ameno, procurando la comodidad de los alumnos, quienes respondieron sin problema las cuestiones planteadas por parte de los docentes.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Las preguntas se relacionaban con las fallas que el estudiante había evidenciado en sus evaluaciones, procurando así su propia reflexión sobre los errores cometidos y las correcciones de éstos que lo condujeran a estrategias exitosas de (re)planteo y resolución de esas consignas.

Resultados

Cabe señalar que los coloquios se guiaron por variantes del método socrático, mediante un formato de preguntas y repreguntas que ponían en juego tanto la concientización de los saberes como la profundidad y consistencia de éstos. Además, se desarrollaron distintos mini debates, planteando situaciones problema derivadas de las consignas a partir de las que los estudiantes debían reflexionar sobre sus respuestas. Esos diálogos otorgaron insumos que no se presentan en los tradicionales exámenes escritos.

A continuación, se analizan los coloquios grabados, aplicando el enfoque metafuncional de Halliday. Se realizó una extracción de las observaciones más representativas, identificando aspectos de cada metafunción que se destaque en distintos momentos de la evaluación oral.

Metafunción ideacional		
Fragmento	Explicación breve	Observación adicional
“- una función es integrable sobre una superficie cuando existe: - El límite de s sub n de la suma de Riemann...” (S.B.)	Presenta una definición formal de integrabilidad en superficie	Uso adecuado de definiciones
“las derivadas eh, direccionales, eh la existencia de estas derivadas en un punto implica, las derivadas parciales en ese punto, pero el recíproco es falso.” (R.B.)	Distingue relaciones lógicas entre tipos de derivadas	Utiliza lenguaje técnico con precisión al plantear implicaciones teóricas
“Bueno, podemos demostrar que no existe el límite tomando distintas trayectorias…” (R.B.)	Aplica criterio de continuidad no cumplida mediante trayectoria	Ejemplifica el análisis con dos caminos y llega a conclusiones correctas

Tabla 1. Extractos con predominio de la metafunción ideacional

En los fragmentos seleccionados puede observarse cómo los estudiantes ponen en juego la metafunción ideacional a través del uso de definiciones formales, razonamiento lógico y mediante la aplicación de conceptos teóricos en situaciones concretas. Por ejemplo, la mención al límite de la suma de Riemann para justificar la integrabilidad en superficies, o la distinción entre derivadas direccionales y parciales, no sólo da cuenta de un conocimiento conceptual, sino también su correspondiente capacidad de aplicación en un intercambio oral.

Estos enunciados permiten inferir que los estudiantes, además de recordar los contenidos, comienzan a apropiarse de ciertas herramientas del discurso matemático, conectando nociones y aplicando criterios que les permiten llegar a conclusiones fundamentadas. A continuación, fragmentos de otra metafunción.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Metafunción interpersonal		
Fragmento	Explicación breve	Observación adicional
“¿Estoy aprobado?” / “Ay, bueno, gracias. Es un alivio...” (S.B.)	Cierre emocional y expresión de alivio tras la evaluación	Muestra una dimensión afectiva que refuerza la importancia del contexto evaluativo
“Ah, no, mentira, perdón.”, “Se me confunde” (R.B.)	Reconoce errores y se autorregula	Muestra disposición a la corrección y diálogo con los docentes
“si, no, me confundí” / “Por eso te fuimos guiando” (S.B.)	Admite una confusión conceptual y se evidencia guía docente	Muestra apertura a la corrección y retroalimentación positiva del docente

Tabla 2. Manifestaciones de la metafunción interpersonal

Los extractos mostrados en la tabla ponen de manifiesto cómo el lenguaje cumple un papel fundamental no sólo en la transmisión de contenidos, sino en la configuración de las relaciones interpersonales y afectivas dentro del contexto evaluativo. De esta manera, se evidencia cómo los estudiantes emplean recursos lingüísticos para expresar emociones (alivio, ansiedad) “humanizando” la interacción, se autorregulan y corrigen mostrando conciencia del proceso comunicativo, y aceptan la guía del docente, posicionándolo como figura de apoyo y mostrando una construcción positiva de su rol.

En estos casos, el lenguaje funciona como un mediador relacional, lo cual es central en el enfoque de Halliday, que entiende el lenguaje como herramienta para crear la realidad social y no sólo para describirla.

Metafunción textual		
Fragmento	Explicación breve	Observación adicional
“Después hay como humm, se llama el hessiano” (S.B.)	Marca una transición discursiva hacia una estructura argumental	Muestra vacilación pero organiza el discurso para introducir contenido formal
“¿Lo puedo escribir?” (para mostrar ejemplo de función no diferenciable) (R.B.)	Introduce transición hacia el análisis con una estructura visual	Muestra vacilación, pero organiza el discurso para introducir contenido formal

Tabla 3. Fragmentos con énfasis en la organización textual

En los dos fragmentos expuestos se puede ver cómo los alumnos procuran organizar el flujo de la conversación para hacerse entender. En el primero de ellos, el alumno (S.B.) introduce un concepto disciplinar evidenciando inicialmente cierta duda. Sin embargo, logró encauzar la atención para exponer su idea organizando su exposición a partir del concepto de Hessiano.

En el segundo, la metafunción textual se explicita de manera aún más clara: el estudiante solicita autorización para mostrar un ejemplo que visualice su idea sobre las funciones no derivables. Sin embargo, la pregunta asoma no por cortesía, sino para poder estructurar su secuencia expositiva, asegurándose de ese modo que ésta resulte clara y coherente. La pizarra actúa de cohesión para lo que quiere decir, busca valerse de ella para que el docente entienda la idea abstracta que está exponiendo.

Conclusiones

Las instancias de coloquio en la asignatura Cálculo descubrieron un escenario distinto para esta valiosa práctica en el proceso de enseñanza. Asimismo, posibilitaron la observación no sólo de cómo el alumno resolvía las consignas, sino también su modo de argumentar y reflexionar sobre sus procesos cognitivos.

En un ambiente cálido, donde el diálogo entre el docente y el estudiante fue el protagonista, se pudo plasmar una evaluación genuinamente formativa, a partir de la cual el error mutó de ser marcado y ‘penalizado’ a convertirse en un factor de análisis, reflexión y mejora de prácticas.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De esta manera, el análisis de los coloquios permitió interpelar las prácticas evaluativas escritas tradicionales, mostrando sus carencias para detectar aspectos intangibles, como el emocional, el gestual y la capacidad de análisis de los alumnos. Éstos pudieron mostrar sus “idas y vueltas” en la aplicación de rutinas prácticas a través de reformulaciones, conexiones entre conceptos y regulación de su lenguaje. Además, el clima ameno, de confianza establecido resultó propicio para la reflexión metacognitiva, y, a la vez, para que los alumnos se sientan comprendidos en sus razonamientos.

Por otra parte, el estudio de los coloquios a partir de las metafunciones del lenguaje de Halliday permitió observar cómo el lenguaje propio de la disciplina resulta la herramienta ideal para desarrollar el raciocinio, el vínculo con el otro (el docente) y la organización lógica para estructurar los saberes. Asimismo, pone en evidencia la imbricación entre el lenguaje natural y el aprendizaje de la matemática.

A diferencia de los exámenes escritos, donde el tiempo limitado y el formato cerrado no permiten acceder a ciertos procesos de razonamiento, el coloquio habilita la emergencia de momentos de duda, reformulación y toma de conciencia sobre el propio pensamiento. Estos aspectos aportan una comprensión más profunda y situada del saber matemático, que permite a los docentes intervenir pedagógicamente durante el intercambio, adecuando sus preguntas al recorrido que realizan los estudiantes.

En suma, el significativo potencial que tiene la oralidad como recurso didáctico y comunicacional invita a repensar la evaluación en matemática desde una perspectiva más humanizada, que no sólo integra el saber decir, hacer y ser, sino que, además, rescata el valor del diálogo en la enseñanza, especialmente, la retroalimentación frente a frente que éste facilita.

Referencias

Acha Gutiérrez, A. (2014). *Recuperar el método socrático en la enseñanza secundaria contemporánea española.* [Tesis de Maestría] Facultad de Filosofía. UCM. Recuperado de https://docta.ucm.es/

Calderón Noguera, D. F. (2011). Sociolingüística y educación: el habla en el aula. *Cuadernos de lingüística hispánica*, (18), 11-24.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería – CONFEDI (2017). *Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería.* Asamblea anual del CONFEDI. Entre Ríos.

Halliday, M.A.K. (2014). *Halliday’s introduction to functional grammar.* (4ta. ed.) Londres: Routledge.

Montes, S., y Navarro, F. (2019). *Hablar, persuadir, aprender: Manual para la comunicación oral en contextos académicos.* Universidad de Chile. Recuperado de https://doi.org/10.34720/4xcc-q558

Nelson, L. (2008). *El método socrático.* Rota: Hurqualya.

Not, L. (2006). *La enseñanza dialogante: hacia una educación en segunda persona*. Barcelona: Herder.

Roméu, A. (2011). *El enfoque cognitivo, comunicativo y sociocultural de la enseñanza de la lengua: periodización y aportes.* [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias.] La Habana: UCPEJV.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Evaluación comparativa de la Transformada de Fourier de Tiempo Corto y la Transformada Wavelet Continua para el análisis de señales no estacionarias

Comparative evaluation of the Short Time Fourier Transform and the Continuous Wavelet Transform in the analysis of non-stationary signals.

Gastón Argeri
Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ciencias Básicas.
gaston.argeri@gmail.com , jorge.argeri@ing.unlp.edu.ar

Victoria Vampa
Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ciencias Básicas.
Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas. Centro de Matemática de La Plata.
victoriavampa@gmail.com, victoria.vampa@ing.unlp.edu.ar

Resumen

Este trabajo surgió como complemento al análisis de Fourier clásico abordado en la cátedra Matemática D, dictada para distintas carreras de ingeniería, cuya currícula no incluye el uso de la transformada discreta de Fourier (DFT) ni de técnicas para el análisis de señales no estacionarias. El tratamiento de estos temas y su aplicación en un taller extracurricular, comenzando con la DFT y realizando actividades exploratorias similares a las presentadas aquí, se propone como un primer acercamiento entre la teoría matemática y herramientas espectrales de uso habitual en asignaturas específicas. Si bien la Transformada de Fourier (FT) permite identificar frecuencias presentes a lo largo de toda la duración de una señal en el caso estacionario, cuando el contenido espectral cambia en el tiempo dicho análisis puede resultar inadecuado o insuficiente. Este trabajo compara cualitativamente el desempeño de dos herramientas de análisis local, la Transformada de Fourier de Tiempo Corto (STFT) y la Transformada Wavelet (WT).

Palabras clave: señal no estacionaria, ventanas, resolución tiempo-frecuencia, resolución, STFT, WT.

Abstract

This work emerged as a complement to the classical Fourier analysis covered in the Mathematics D course, taught for various engineering programs, whose curriculum does not include the use of the Discrete Fourier Transform (DFT) or techniques for the analysis of non-stationary signals. The treatment of these topics and their application in an extracurricular workshop, starting with the DFT and carrying out exploratory activities similar to those presented here, is proposed as an initial bridge between mathematical theory and spectral tools commonly used in specific courses. While the Fourier Transform (FT) allows the identification of frequencies present throughout the entire duration of a signal in the stationary case, when the spectral content changes over time, such an analysis may become inadequate or insufficient. This work qualitatively compares the performance of two local analysis tools, the Short-Time Fourier Transform (STFT) and the Wavelet Transform (WT).

Keywords: non-stationary signal, windows, time-frequency representation, resolution, STFT, WT.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Para extraer la información relevante de una señal es necesario realizar un análisis de su contenido en frecuencias (análisis espectral). Las herramientas matemáticas que se utilizan con este fin se originaron en el análisis clásico de Fourier, con resultados satisfactorios cuando las características de la señal no cambian en el tiempo (señales estacionarias). Cuando presenta eventos locales o cambios abruptos, caracterizados por determinadas frecuencias, como las señales de voz, electrocardiográficas, sísmicas, etc., el análisis de Fourier suele resultar insuficiente dado que promedia su comportamiento en todo el período de interés. Para superar esta limitación, el físico Dennis Gabor (1946) propuso una segmentación de la señal con una ventana temporal deslizante de longitud fija y aplicar la FT en cada segmento, dando origen a la STFT. Recientemente, surgió el Análisis Wavelet y la WT, en la que la ventana es flexible.

Desarrollo

Transformada de Fourier de Tiempo Corto (STFT)

La transformada STFT ([1], [2]) consiste en aplicar la FT a diferentes tramos de la señal haciendo uso de una ventana deslizante de extensión limitada. Su expresión es la siguiente:

$$F_x(\omega,\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)g^*(t-\tau)e^{-i\omega t}dt \qquad (1)$$

donde $g(t)$ es una ventana de ancho fijo centrada en el origen, que se traslada a lo largo del eje t de acuerdo al parámetro τ. El proceso es reversible, pudiendo recuperar la señal mediante la STFT inversa:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi}\iint_{R^2} F_x(\omega,\tau)g(t-\tau)e^{i\omega t}d\omega d\tau \qquad (2)$$

Una vez elegida la ventana, quedan vinculadas la resolución Δt en el tiempo (capacidad de distinguir eventos cercanos) y la resolución $\Delta\omega$ en frecuencia (posibilidad de distinguir dos frecuencias similares). De acuerdo con el principio de incertidumbre se verifica $\Delta t\Delta\omega \geq 1/2$, lo que impide tener buena resolución en ambos dominios.
En la práctica el análisis espectral de $x(t)$ se realiza a partir de una muestra (discreta) $x[n]$, multiplicándola por una ventana $w[n]$ de duración finita N: $y[n] = x[n]w[n]$. El teorema de convolución establece que: $Y(\omega) = \frac{1}{2\pi}X(\omega) * W(\omega)$, donde $X(\omega)$, $Y(\omega)$ y $W(\omega)$ son las FT de $x(t)$, $y(t)$ y de la ventana $w(t)$. Como la ventana es de duración finita su transformada no está localizada.
Esto se observa en la gráfica de $|W(\omega)|$ (Figura 1 inferior), que exhibe una dispersión espectral en una serie de "lóbulos", uno central y otros laterales. Cuanto más angosto sea el primero, mayor la resolución en frecuencia y cuanto menor sea la magnitud de los otros, menor la dispersión espectral. La elección de la ventana resulta del compromiso entre estas dos características.

Ventana rectangular:

$$w_r[n] = 1\ si\ 0 \leq n \leq N-1 \qquad (3)$$

Su transformada de Fourier es

$$W_r(\omega) = \frac{1}{2\pi}\ \frac{sen(N\omega/2)}{sen(\omega/2)}\ e^{-i(N-1)\omega/2} \qquad (4)$$

con ceros en $\omega_k = \pm 2k\pi/N$ $(k \in Z)$ y alcanza su máximo N cuando $\omega = 0$. El lóbulo lateral más pronunciado tiene un valor aproximado de $2N/(3\pi)$. El cociente entre las magnitudes del lóbulo lateral

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

mayor al central es aproximadamente $2/(3\pi)$ (del orden de $-13.5\ dB$). Entre todas las ventanas de una determinada longitud, la rectangular es la que tiene el lóbulo principal más angosto. No obstante, esta ventana ocasiona:

- Pérdida de resolución espectral debida al ancho del lóbulo central: dos frecuencias presentes en la señal $x[n]$ y separadas menos de $2\pi/N$ pueden confundirse en una sola.
- Interferencias debidas a los lóbulos laterales. Si una frecuencia predomina sobre otra, los lóbulos laterales de la primera pueden enmascarar al lóbulo central de la segunda.

Ventana de Hamming:

$$w_{hm}[n] = 0.54 - 0.46\ cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\ si\ 0 \le n \le N-1 \tag{5}$$

Su transformada de Fourier es

$$W_{hm}(\omega) = 0.54W_r(\omega) - 0.23\ W_r\left(\omega - \frac{2\pi}{N-1}\right) - 0.23\ W_r\left(\omega + \frac{2\pi}{N-1}\right) \tag{6}$$

El lóbulo central es más ancho que en el caso rectangular pero los laterales son menores.

Ventana gaussiana:

$$w[n] = exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{n-0.5(N-1)}{\sigma}\right)^2\right)\ ,\ 0 \le n \le N-1 \tag{7}$$

Su transformada de Fourier es una gaussiana.

La figura 1 muestra las tres ventanas ($N = 512$) y sus respectivos espectros de magnitud.

Transformada Wavelet (WT)

La Transformada Wavelet ([3], [4]) es una herramienta matemática desarrollada a mediados de los años '80, que permite superar para señales no estacionarias las limitaciones mencionadas de la STFT en la resolución conjunta tiempo-frecuencia. En la STFT una vez elegido el tamaño de ventana queda limitada la resolución en frecuencia. El aporte de la transformada wavelet consiste en considerar una ventana deslizante ajustable a distintas posibles frecuencias, las de mayor rango empleando ventanas angostas y las de menor rango utilizando ventanas anchas, generadas a partir de una función Wavelet "madre" $\psi(t)$, mediante traslaciones y dilataciones. Las propiedades básicas de $\psi(t)$ son tener media cero y estar localizada tanto en el dominio temporal como frecuencial. La WT continua de una señal $x(t)$ se define por:

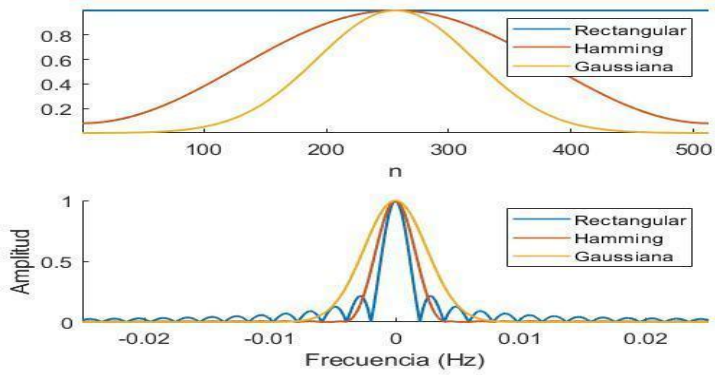


Figura 1: Ventanas rectangular, Hamming y gaussiana (arriba); espectros de magnitud (abajo).

$$W_x(s,\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)\psi^*_{s,t}(t)dt\ ,\ \psi_{s,t}(t) = \frac{1}{\sqrt{s}}\psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) \tag{8}$$

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

donde $\tau \in R$ corresponde a la traslación temporal y $s \in R, s > 0$ a la escala. En la práctica este análisis se realiza discretizando τ y s. La señal puede recuperarse aplicando la WT inversa ($\hat{\psi}$ es la FT de ψ) [3]:

$$x(t) = \frac{1}{C_\psi} \int_0^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} W_x(s,\tau) \frac{1}{\sqrt{s}} \psi\left(\frac{t-\tau}{s}\right) d\tau \frac{ds}{s^2} \ , \quad C_\psi = \int_0^{+\infty} \frac{\left|\hat{\psi}(t)\right|^2}{t} dt \tag{9}$$

Dos wavelet madre muy utilizadas son la de Haar y la de Morlet:

$$\psi(t) = \begin{cases} 1 & , \ 0 < t < 0.5 \\ -1 & , \ 0.5 < t < 1 \end{cases} , \ \psi(t) = 0 \ \text{si} \ t \notin [0,1] \tag{10}$$

$$\psi(t) = e^{-0.5t^2} cos(5t) \tag{11}$$

Resultados

Se comparan los desempeños de ambos tipos de transformada (STFT y WT) para dos señales no estacionarias sencillas cuyas expresiones analíticas (a diferencia de señales de audio u otras, que en general carecen de tal expresión) involucran frecuencias conocidas, permitiendo a los estudiantes anticipar su identificación en el espectro. La primera con dos frecuencias similares y la segunda con una perturbación transitoria de alta frecuencia. En el análisis de ambos casos se empleó la DFT.

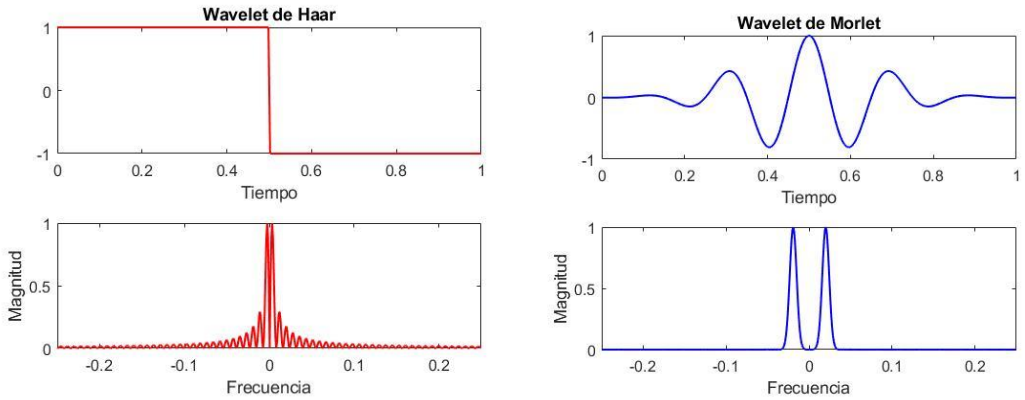


Figura 2: wavelets de Haar y Morlet (arriba); espectros de magnitud (abajo).

Caso 1 $x_1(t) = \begin{cases} \cos(2\,\pi\,100\,t) & , \quad 0 \le t \le 0.35 \\ \cos(2\,\pi\,100\,t) + \cos(2\,\pi\,110\,t) & , \quad 0.35 < t \le 0.55 \\ \cos(2\,\pi\,110\,t) & , \quad 0.55 < t \le 1 \end{cases}$

Se tomaron 2024 muestras de esta señal. Como se muestra en la figura 3 el espectro de Fourier captura las frecuencias $f_1 = 100\,Hz$ y $f_2 = 110\,Hz$, pero se pierde la información acerca de los intervalos de tiempo en los que interviene cada una.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

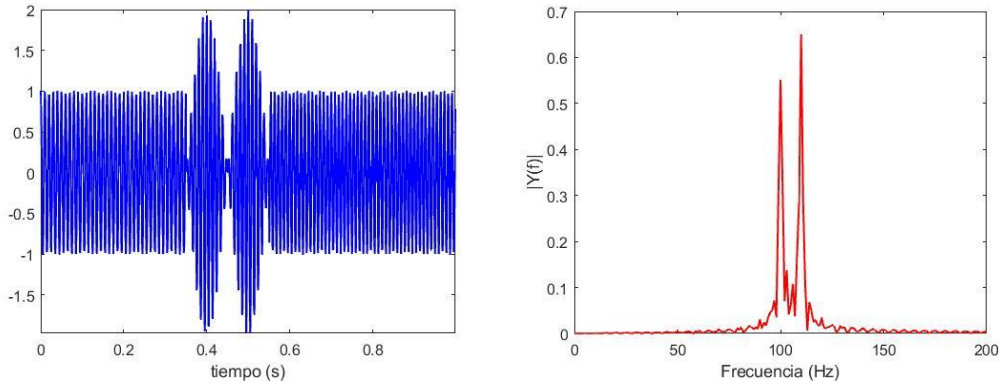


Figura 3: Representación de la señal $x_1(t)$ en función del tiempo (arriba); espectro de Fourier (abajo).

La figura 4 muestra que para las tres ventanas consideradas (todas de tamaño $N = 64$) se obtiene buena resolución temporal, siendo detectados los intervalos temporales donde cambian las frecuencias. Sin embargo, la resolución en frecuencia es pobre y no logra separar las dos frecuencias. Por otra parte, en el gráfico superior, los lóbulos laterales provocan una gran dispersión en la frecuencia. En la figura 5 se amplió el ancho de la ventana temporal ($N = 512$). Se observa una mejora en la resolución del espectro, con bandas horizontales más estrechas (localizadas en frecuencia), a costa de cierta pérdida sobre la resolución temporal.

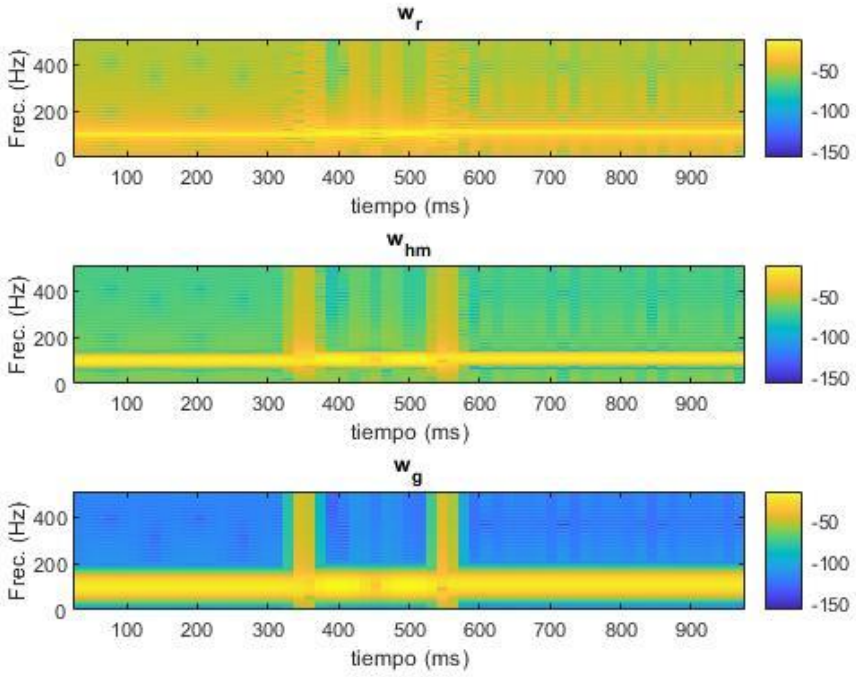


Figura 4: STFT de $x_1(t)$ con $N = 64$: rectangular (arriba); Hamming (medio); gaussiana (abajo).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

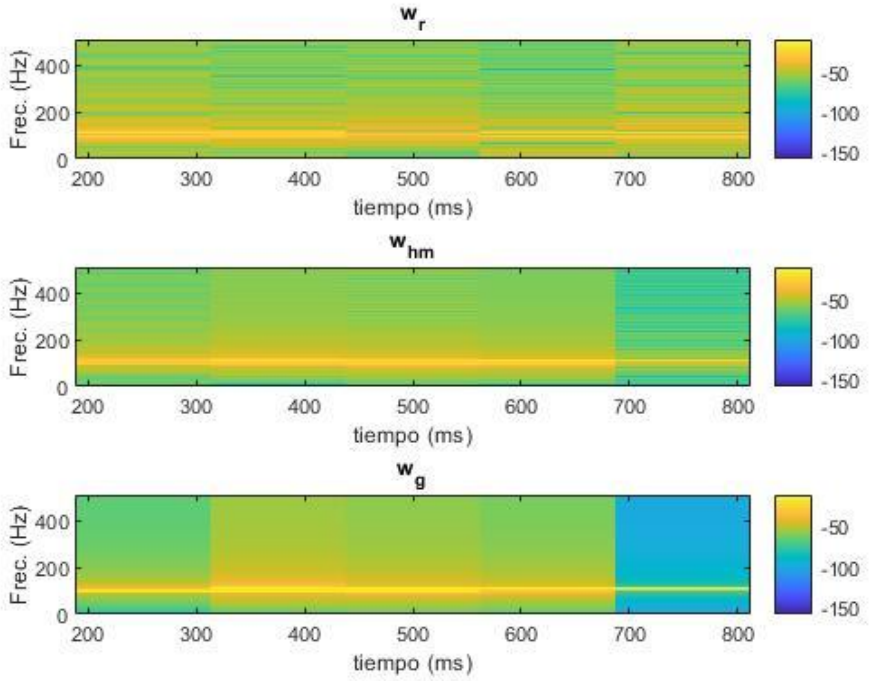


Figura 5: STFT de $x_1(t)$ con $N = 512$: rectangular (arriba); Hamming (medio); gaussiana (abajo).

En la figura 6 se analizó la misma señal con la transformada wavelet empleando la wavelet de Morlet. Se observa una mejor resolución tanto en tiempo como en frecuencia: se detectan con precisión ambas frecuencias, así como los intervalos donde intervienen.

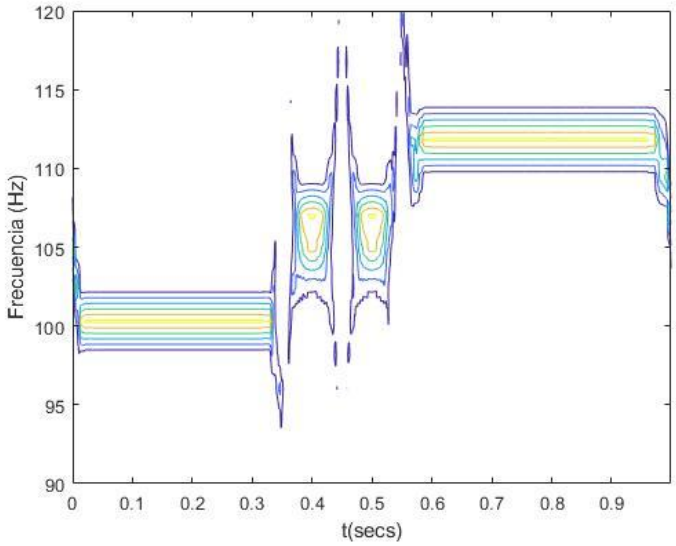


Figura 6: Representación tiempo-frecuencia de la señal $x_1(t)$ empleando la WT con wavelet de Morlet.

Caso 2. $x_2(t) = \begin{cases} \text{sen}(2\pi\, 50t) & , \quad t < 0.00625 \ \vee \ t > 0.01815 \\ (\text{sen}(2\pi\, 50t) - 273.75\, \text{sen}(2\pi\, 1500t))e^{-600t} & , \quad 0.00625 \leq t \leq 0.01815 \end{cases}$

En este segundo ejemplo y con la ventana utilizada, se observa que la STFT logra localizar el evento transitorio en el tiempo, pero no en frecuencia, en tanto la WT brinda una descripción mucho más ventajosa, permitiendo localizar el evento tanto en forma temporal como frecuencial (Figuras 7 y 8).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

Ambos tipos de transformada permiten obtener información tanto en tiempo como en frecuencia, resultando herramientas adecuadas para el análisis de señales no estacionarias. Como se muestra en los casos propuestos, el análisis wavelet aventaja a la STFT ya que esta última tiene una resolución tiempo-frecuencia fija, limitada por la ventana. Las actividades que se propondrán en el taller partirán de señales similares a las presentadas e incluirán luego señales más realistas, en el contexto de distintas aplicaciones de ingeniería (audio, biomedicina, etc.).

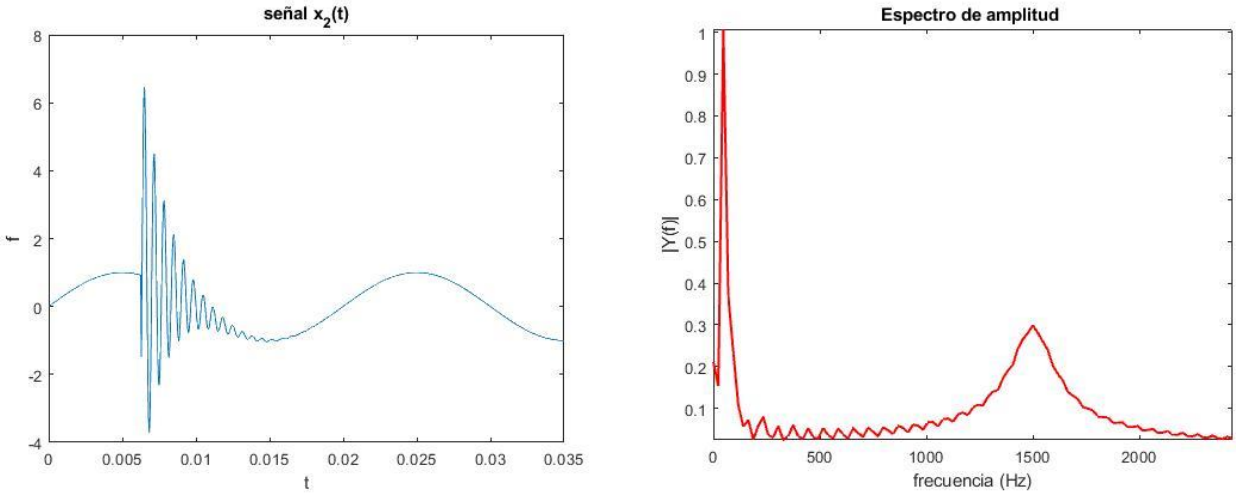


Figura 7: Representación de la señal $x_2(t)$ en función del tiempo (izq.); espectro de Fourier (der.)

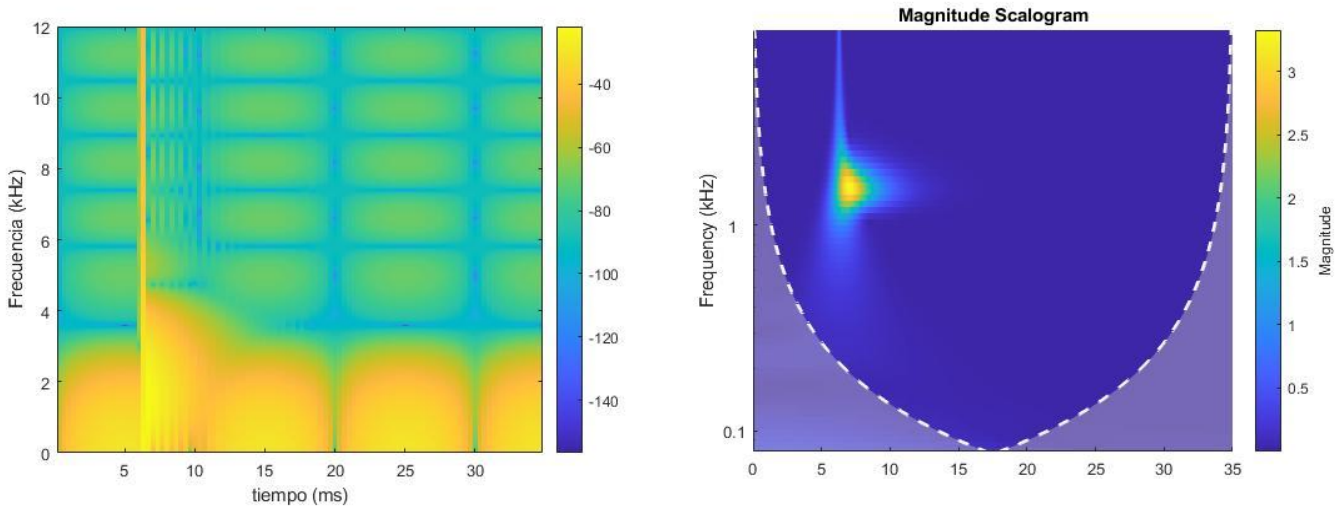


Figura 8: señal $x_2(t)$, STFT, ventana de Hamming ($N = 16$) (izquierda); WT, wavelet de Morlet (derecha).

Referencias

[1] Oppenheim, A. V., Schafer, R. W., & Buck, J. R. (1999). *Discrete-time signal processing*. Prentice Hall.

[2] Porat, B. (2003). *A course in digital signal processing* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

[3] Sheng, Y. (1996). *The transforms and applications handbook*. CRC Press.

[4] The MathWorks, *Getting Started with MATLAB*.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El Plan de Clase como Propuesta Didáctica activa

The Class Plan as an Active Didactic Proposal

Gustavo de Dios Pita
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
gdpita@frp.utn.edu.ar

Milton Tadeo Martin
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
miltontm@frp.utn.edu.ar

Jesús Gustavo Raúl Demaria
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
gustavodemaria@frp.utn.edu.ar

Matías Alejandro Gareis
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
matiasgareis@frp.utn.edu.ar

Resumen

La planificación de una clase es el instrumento comunicativo que expone el diseño de actividades académicas y las decisiones tomadas sobre el dictado de los contenidos. Abierta y flexible, es una producción escrita en la cual el docente expone las concepciones respecto de la Enseñanza y del Aprendizaje, el sentido de la disciplina, y los roles activos de estudiante y profesor en el Encuentro Áulico. Atendiendo a adecuaciones curriculares que acuerdan con el paradigma de Enseñanza por Competencias como un enfoque necesario para la formación académica en Ingeniería, en este trabajo se presenta un modelo de Plan de Clase que se basa en una Propuesta Didáctica en acción, como eje organizador de los Encuentros Semanales de la asignatura Análisis Matemático II en la Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional.

Palabras clave: Propuesta Didáctica, Plan de Clase, Enseñanza por Competencias.

Abstract

Class planning is the communicative tool that outlines the design of academic activities and the decisions made regarding the delivery of content. Open and flexible, it is a written production in which the teacher presents their conceptions of teaching and learning, the purpose of the discipline, and the roles of the student and professor in the class session. Considering curricular adaptations aligned with the Competency-Based Teaching paradigm as a necessary approach for academic training in Engineering, this work presents a Class Plan model based on an Dynamic Teaching Proposal as the organizing framework for the weekly sessions of the subject “Análisis Matemático II” at the “Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional”.

Keywords: Didactic Proposal, Planning, Class,Competence-based teaching framework.

Introducción

Las actividades áulicas se conciben como el momento de encuentro creativo y producción intelectual, tanto por parte de docentes como de estudiantes. Aplicando definiciones y propiedades, razonando sobre las secuencias lógicas usadas en una demostración, discutiendo sobre ejemplos que se consideran relevantes por su valor ilustrativo y analizando las soluciones obtenidas, surgen estrategias didácticas para

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

generar espacios en los que se haga explícito el sentido y la importancia de los conceptos disciplinares matemáticos que se ponen a consideración.

Planificar una clase es una situación trascendental, en el cual el docente genera un plan flexible para que los Encuentros Áulicos sean concebidos como un constructo formado por la presentación de los saberes y sus fundamentos, un espacio de debate disciplinar en el que se planteen Indicadores de Desempeño para que el grupo de estudiantes evidencie el nivel de comprensión alcanzado. De esta manera es posible dar una idea, clase por clase y en muestras regulares en el tiempo, de cómo la asignatura contribuye a las Competencias Genéricas que propone el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018). En definitiva, una planificación para cada encuentro es un recurso útil para el desarrollo de los descriptores de conocimiento, al tiempo que pone en conocimiento al estudiantado sobre cómo será el devenir de la exposición de los temas, el contexto de los tópicos a tratar y sus aplicaciones a la Ingeniería.

Desarrollo

Las asignaturas homogéneas pertenecientes al Bloque de las Ciencias Básicas de la Ingeniería (CONFEDI, 2018), aportan a las Competencias Genéricas Tecnológicas, Sociales, Políticas y Actitudinales. Este aporte se realiza mediante modelos simplificados, que gradualmente promueven el desarrollo de las Competencias Específicas necesarias para proyectar, diseñar y calcular. Las contribuciones se clasifican de acuerdo al nivel de aporte Bajo (B), Medio (M) o Alto (A), acordes a una asignatura de primero o segundo año en una carrera de Ingeniería. Se presenta aquí una referencia de la Matriz de Tributación de tres asignaturas en correlación de contenidos.

COMPETENCIA (CONFEDI)	Álgebra y Geometría Analítica	Análisis Matemático I	Análisis Matemático II
Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	B	B	B
Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	B	B	B
Comunicarse con efectividad.	B	B	B
Aprender en forma continua y autónoma.	B	B	B

Una sólida base en el área de Materias Básicas resulta indispensable para resolver los problemas que se presentan en las diferentes ramas de la Ingeniería. Cabe destacar que más allá de que un ingeniero no es un matemático, es necesario que sepa aplicar los fundamentos de la Matemática, ya que los sistemas y procesos ingenieriles se desarrollan con orden y formalidad, siendo esta ciencia la que aporta el marco y rigurosidad ideales para expresar fenómenos, situaciones de estudio y elaborar modelos de análisis en Ingeniería. Asimismo, el lenguaje matemático proporciona la terminología para leer, redactar y analizar en forma pertinente y crítica el material bibliográfico y los artículos de revistas especializadas, siendo indispensable que los estudiantes sean capaces de utilizar apropiadamente dicho vocabulario. El lugar preponderante que la disciplina ocupa en el Ciclo Básico, apunta no sólo al desarrollo de las estructuras lógico-formales en lo operacional, sino también colaborar en la formación de un criterio profesional científico y abierto a los cambios permanentes de la Tecnología.

Análisis Matemático II es un curso sobre Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales. Las técnicas desarrolladas proporcionan recursos imprescindibles para diferentes aplicaciones en Ingeniería, expresadas en el lenguaje simbólico del Análisis Vectorial, o a través de Ecuaciones Diferenciales que explicitan los modelos matemáticos. En la siguiente lista se mencionan los contenidos mínimos de la asignatura, tal como

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

se enuncian en la Adecuación Curricular implementada a partir de 2023 en la Universidad Tecnológica Nacional (Rectorado Universidad Tecnológica Nacional (Argentina), s.f.).

- Funciones vectoriales de una variable real y sus aplicaciones.
- Funciones escalares de varias variables y sus aplicaciones
- Cálculo diferencial de funciones reales de varias variables reales y sus aplicaciones.
- Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden y sus aplicaciones.
- Integrales dobles y triples y sus aplicaciones.
- Campos vectoriales. Rotacional y Divergencia.
- Integrales de línea y de superficie y sus aplicaciones
- Teoremas fundamentales del Cálculo Vectorial y sus aplicaciones.

Quienes toman el curso han adquirido conocimientos, durante el primer año de la carrera, sobre Álgebra Lineal, Geometría Analítica y Cálculo en una variable, imprescindibles para lograr una articulación horizontal y vertical con los conceptos y métodos a desarrollar. Se presentan ejemplos de aplicación relacionados con Física II (Electricidad y Magnetismo), Mecánica de los Fluidos o Teoría de Circuitos, por lo que es importante dar a conocer la vinculación que existe entre el Cálculo en varias variables y los espacios curriculares anteriormente citados, a efectos de motivar y potenciar al grupo de estudiantes en su proceso de apropiación del conocimiento. El rol primordial del Cálculo Multivariable como eje del Ciclo Básico y como nexo con el Superior, proporciona un entramado conceptual y un lenguaje matemático que sienta las bases para fortalecer, motivar y potenciar los procesos de Enseñanza y de Aprendizaje involucrados, resaltando el peso fundamental de la asignatura en la formación académica para la Ingeniería. Es prioritario entonces afianzar la capacidad de análisis, síntesis y comunicación matemática, preparando al estudiante intelectual y humanamente para que, una vez graduado, cuente con los elementos que le permitan actuar en la profesión con criterio y actualizando sus conocimientos eficazmente.

En la formación de grado en Ingeniería es esencial la adquisición de conceptos y métodos matemáticos, junto al desarrollo de habilidades necesarias para abordar diferentes problemas de las especialidades. Los cursos de Matemática deben contribuir en la formación de estudiantes con mayor capacidad de abstracción y dotados de pensamiento crítico, reflexivo y ordenado, lo que se ha transformado en un valor imprescindible a partir del uso de la Inteligencia Artificial. Se entiende que los objetivos de la asignatura deben apuntar a:

- Aplicar conceptos del Cálculo Diferencial e Integral de funciones reales de varias variables para resolver situaciones problemáticas en contextos de Ingeniería.
- Desarrollar la modelización de fenómenos naturales o inducidos que evolucionan en el tiempo, mediante el empleo de Ecuaciones Diferenciales, reconociendo su importancia y aplicabilidad en Ingeniería.
- Favorecer la argumentación en lenguaje coloquial y simbólico para explicar y justificar razonamientos, y fundamentar procedimientos donde se apliquen conceptos de Cálculo Vectorial.
- Proponer actividades de aplicación en los que se evidencie la utilización criteriosa de los tópicos de la asignatura, utilizando lenguaje disciplinar adecuado en producciones escritas u orales.
- Implementar, para la resolución de problemas y simulación de problemas matemáticos, el uso de software de aplicación en Matemática e Inteligencia Artificial de manera crítica y como recurso en la construcción de conocimiento.

Ante este contexto, la Cátedra propone la elaboración de un material de publicación semanal, en consonancia con los requerimientos de la Adecuación Curricular y la Formación por Competencias, y teniendo como prioridad que cada estudiante gestione su propio aprendizaje. El recurso promueve la participación individual y grupal en las actividades sugeridas para los Encuentros Áulicos y, como se considera que escribir para aprender es fundamental en Matemática, las producciones escritas son

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

desarrolladas en el aula y sometidas a una evaluación formativa y continua, por encima del enfoque meramente correctivo. La consolidación y afianzamiento del conocimiento adquirido debe estar en consonancia con la postura de considerar al error como una oportunidad de reflexión sobre lo que se estudia, cotejando la producción escrita individual con la grupal de pares, y con el desarrollo generado o asistido con tecnología.

La Cátedra dicta dos Encuentros Áulicos semanales de dos horas reloj cada uno, que incluyen instancias de consulta. Con antelación a dichos Encuentros, se pone a disposición en el Campus Virtual la Propuesta Didáctica (PD) (Camarena, et. al., 2013), elaborada por la Cátedra y orientada a la gestión del Aprendizaje por parte de cada estudiante. Se sugiere la lectura del material, previa a los Encuentros, como una forma de acercamiento a la terminología empleada y la temática a estudiar, ya que la PD incluye el desarrollo de los contenidos con las referencias correspondientes. Se espera promover una activa participación con centro en la evaluación formativa, la autoevaluación y la coevaluación, con el objetivo de desarrollar habilidades matemáticas necesarias para quien estudia Ingeniería. Constituye el insumo de trabajo para las actividades grupales e individuales, orientado a obtener los Resultados de Aprendizaje, a través de la interpretación de propiedades y demostraciones, discusión de ejemplos y análisis de aplicaciones, bajo la supervisión de quien conduce el acto pedagógico.

En cada PD se referencian los textos sugeridos, relacionando los temas desarrollados y se proponen Indicadores de Desempeño. Se explicita el Descriptor de Conocimiento (DC) a desarrollar y evaluar, que contextualiza la PD y que se relaciona con los Resultados de Aprendizaje de la asignatura. Se asegura de este modo que el estudiante conozca los criterios con los que será evaluado y pueda trabajar de forma continua en su propio aprendizaje de forma activa. Cabe destacar que, por su formato y modo de difusión mediante el Campus Virtual de la asignatura, la propuesta es adapta para una clase en modo asincrónico.

Resultados

Cada Encuentro Áulico es un espacio de debate del cual se espera obtener un registro escrito de las producciones de los alumnos, trabajando en grupo con la asistencia del docente y estableciendo relaciones entre pares en el mismo acto pedagógico. La evaluación con enfoque formativo de cada PD se enfoca a desarrollar habilidades para:

- Emplear un lenguaje matemático preciso, mediante el uso de la terminología propia de la disciplina, especialmente en lo que hace al estudio y demostración de propiedades y teoremas, analizando detalles necesarios para entender y aplicar los mismos correctamente. Esta producción pasa a ser comparada con lo que devuelve el software como instrumento de verificación y análisis.
- Resolver problemas, partiendo de la presentación de ejercicios o problemas básicos que faciliten la comprensión de conceptos y métodos, incrementando la complejidad de la propuesta con demostraciones y justificaciones de los procedimientos desarrollados, siguiendo un orden creciente y adecuada para un segundo año.
- Generar preguntas, consultas y sugerencias en el Encuentro Áulico, a partir de una lectura reflexiva de la Propuesta Didáctica, analizando los contenidos y profundizando el estudio sobre el material bibliográfico de referencia.
- Comunicar resultados, a través de producciones escritas y presentaciones orales que documenten las actividades áulicas de los Encuentros, con un formato académico y disciplinar adecuado.

A continuación, se presenta como referencia el recorte de una Propuesta Didáctica. La versión completa (16 páginas) está formada por el desarrollo conceptual, entre diez y veinte Indicadores de Desempeño (ID) con sus respuestas y una Evaluación Formativa de cuatro ID. Realizada en grupos de hasta tres estudiantes, la producción es entregada luego del segundo Encuentro semanal, para ser revisada y devuelta en la

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

siguiente clase, o a través del Campus Virtual (puede ser también en formato de autoevaluación). La PD de ejemplo corresponde a la primera clase del tema Integrales Dobles, en la cual se enfatiza la relación entre conceptos matemáticos que permiten argumentar el cálculo y la interpretación de resultados, para fortalecer el entrenamiento en la operatoria, paso previo a la aplicación del tema en problemas contextualizados (contenido que se aborda en la semana siguiente).

UTN PARANÁ

ANÁLISIS MATEMÁTICO II ♦ PROPUESTA DIDÁCTICA 11/2025

DESCRIPTOR DE CONOCIMIENTO

Cálculo Integral en Varias Variables Reales

Integrales Dobles

Actividades para el Aprendizaje

Se propone la lectura de la Propuesta Didáctica como actividad previa al desarrollo de los contenidos, mediante la exposición dialogada y el planteo de problemas. Desarrollando procedimientos debidamente argumentados e interpretando los resultados obtenidos, cada Encuentro Áulico es el ámbito de debate en los que cada estudiante

- [Relaciona] definiciones, teoremas y propiedades [para analizar] el concepto de integral doble, [planteando] estrategias de cálculo y gráficos con la justificación correspondiente, [interpretando] resultados y [utilizando] software específico.
- [Desarrolla] Indicadores de Desempeño [para acreditar] el nivel de aprendizaje alcanzado, [elaborando] una producción escrita con argumentos válidas que respalden los procedimientos y [utilizando] lenguaje matemático pertinente.

~~~~~~

PLAN DE CLASE

Exordio

Se inicia el estudio del Cálculo Integral de funciones reales continuas de varias variables reales, extendiendo lo visto para integrales de funciones de una variable real en un intervalo a integrales dobles sobre una región plana.

1. Definiciones, Fundamentos y Referencias

1.1. Regiones Cerradas y Acotadas en $\mathbb{R}^2$

- Un subconjunto $\mathcal{D} \subset \mathbb{R}^2$ se denomina región cerrada si la misma está formada por sus puntos interiores y la curva frontera (identificada como $\partial\mathcal{D}$). La región $\mathcal{D}$ se dice acotada si existe un
~~~~~~

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

3. Indicadores de Desempeño

1. [DIBUJE] la región $\mathcal{R}$ y [EXPRESE] de dos maneras posibles la integral doble $\iint_{\mathcal{R}} f(x,y)\,dA$ como integral iterada
   - *a)* $\mathcal{R}: y=\sqrt{x};\ x=4;\ y=0$
   - *b)* $\mathcal{R}: y=x;\ x=-y+1;\ y=0$
2. [BOSQUEJE] la región de integración en las siguientes integrales e invierta el orden de integración.
   - *a)* $\int_0^4 \int_{\sqrt{y}}^2 f(x,y)\,dx\,dy$
   - *b)* $\int_0^1 \int_{\sqrt{x}}^1 f(x,y)\,dy\,dx$

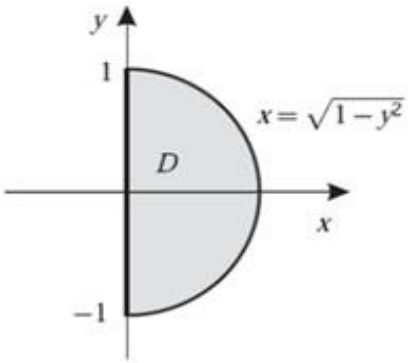
~~~~~~

Evaluación Formativa: Integrales Dobles

---

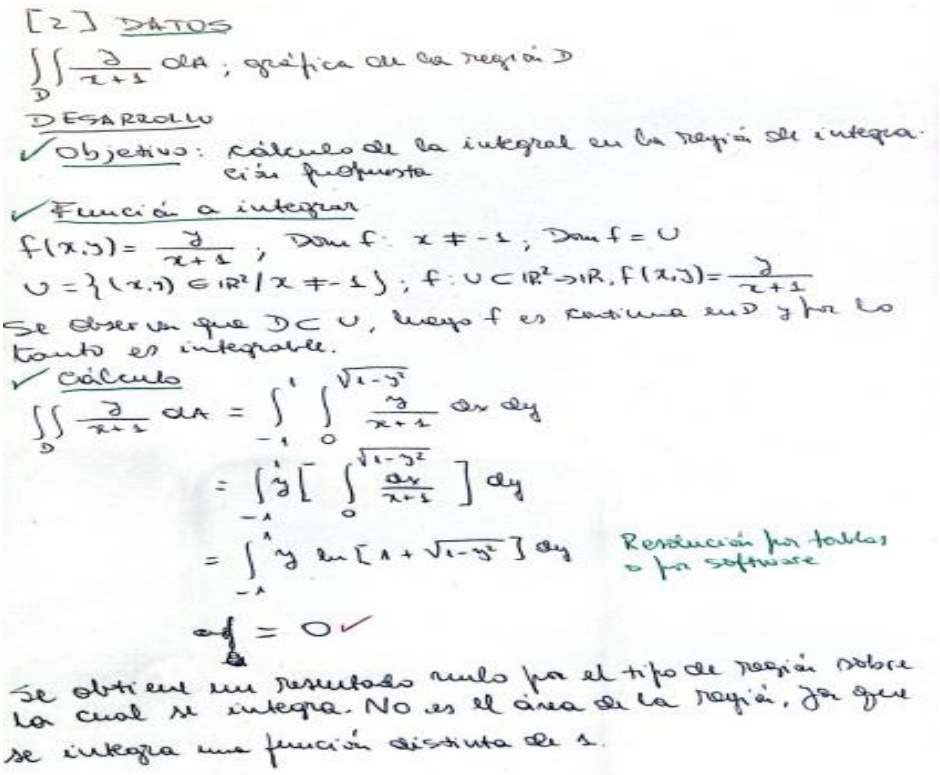
1. [RESUELVA] la integral
$$\iint_{\mathcal{R}} x\,dA$$
siendo $\mathcal{R}$ la región plana limitada por las parábolas de ecuación $y=x(3-x)$ y $y=x(x-3)$.

2. [CALCULE] la integral
$$\iint_{\mathcal{D}} \frac{y}{x+1}\,dA$$



[INTERPRETE] el resultado, justificando el valor obtenido. *Sugerencia: analice la clasificación de funciones pares e impares.*
~~~~~~

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025


[2] DATOS

$\iint_D \frac{y}{x+1}\,dA$; gráfica de la región D

DESARROLLO

✓ Objetivo: Cálculo de la integral en la región de integración propuesta

✓ Función a integrar

$f(x,y)=\frac{y}{x+1}$; Dom f: $x \neq -1$; Dom f = U

$U=\{(x,y)\in\mathbb{R}^2 / x\neq -1\}$; $f: U\subset\mathbb{R}^2\to\mathbb{R}$, $f(x,y)=\frac{y}{x+1}$

Se observa que $D\subset U$, luego f es continua en D y por lo tanto es integrable.

✓ Cálculo

$$\iint_D \frac{y}{x+1}\,dA = \int_{-1}^{1}\int_{0}^{\sqrt{1-y^2}} \frac{y}{x+1}\,dx\,dy$$

$$= \int_{-1}^{1} y\left[\int_{0}^{\sqrt{1-y^2}} \frac{dx}{x+1}\right] dy$$

$$= \int_{-1}^{1} y \ln\left[1+\sqrt{1-y^2}\right] dy$$

Resolución por tablas o por software

$$= 0 \checkmark$$

Se obtiene un resultado nulo para el tipo de región sobre la cual se integra. No es el área de la región, ya que se integra una función distinta de 1.

Conclusiones

Cada Encuentro Áulico nos ubica frente a estudiantes con capacidades individuales y habilidades potenciales que se pretenden fortalecer en cada individuo, por lo que la planificación de cada clase debe atender los requerimientos de Enseñanza y de Aprendizaje que exige una carrera de Ingeniería, enfocados en las competencias que se requieren para la profesión. Es una expresión de la superación académica que, como profesionales de la docencia universitaria y como formadores, debemos renovar clase a clase y año a año, con propuestas ofrecidas con responsabilidad por el sentido de pertenencia que nos liga a la Universidad y por la pasión con la que nos desenvolvemos en el oficio de ser docente.

A modo de cierre podemos decir que el grupo de estudiantes que cursan la asignatura ha comentado verbalmente que estas Propuestas Didácticas constituyen un recurso muy útil para la organización del estudio y como referencia para la consulta bibliográfica que permite ampliar el desarrollo de los contenidos. En ese sentido, la Cátedra se encuentra haciendo un relevamiento de datos, los que serán procesados al finalizar el cursado. Por la propia dinámica de los Encuentros Áulicos, se observa notablemente que una cantidad considerable de estudiantes imprime y hace anotaciones en la PD (más allá de consultarla en dispositivos). Esto nos induce a pensar que el estudiantado expresa su aval a la propuesta, en tiempos en los que el acto de leer está cuestionado. Adherimos como Cátedra a la idea de que en Matemática es fundamental escribir para aprender (Bazerman, et.al, 2016), y al revisar las producciones se evidencian desempeños acordes a lo que se espera de un desarrollo matemático, lo que nos impulsa a continuar en esta senda, cotejando lo que se elabora como producción escrita con lo que se obtiene utilizando software e Inteligencia Artificial. A esta altura del año, se ha desarrollado la primera de las tres evaluaciones de carácter sumativo programadas, en la cual el porcentaje de aprobación fue del 74%.

Es nuestro objetivo que el aporte de cada PD contribuya a generar en el grupo de estudiantes el contexto adecuado para integrar conocimientos, organizar el estudio y entrenar en la elaboración de producciones escritas para ser debatidas con argumentos. El desafío en cada Encuentro Áulico es hacer visible el

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

pensamiento del alumnado con la Propuesta Didáctica como Plan de Clase en acción, para que la Enseñanza y el Aprendizaje se corporicen en el aula a través de lo que planificamos para cada Encuentro.

Referencias

CONFEDI (2018*). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de Ingeniería en la República Argentina (Libro Rojo)*. Mar del Plata: FASTA Ediciones, (pp. 21-22).

Rectorado Universidad Tecnológica Nacional (Argentina), s.f.
Recuperado de https://buscadorcsu.rec.utn.edu.ar/home?documentoId=CSU**ORD**0**1849
Recuperado de https://buscadorcsu.rec.utn.edu.ar/home?documentoId=CSU**ORD**0**1851
Recuperado de https://buscadorcsu.rec.utn.edu.ar/home?documentoId=CSU**ORD**0**1853

Camarena, P., et. al. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria, 11, (*Número especial*),* 397-424.

Bazerman, C., et.al. (2016). *Escribir a través del Currículum: una guía de referencia.* Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba (pp. 124-134).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Explorando el Teorema de los Ejes Principales a través de la Calibración de un Acelerómetro 2D

Exploring the Principal Axes Theorem through the Calibration of a 2D Accelerometer

Agustín Menuet
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Argentina.
agmenuet@email.unsl.edu.ar

Fernanda Uvieta
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Argentina.

Gabriela Andino
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Argentina.

Resumen

Se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de Álgebra y Geometría Analítica en carreras de Ingeniería, centrada en el análisis de lecturas de un acelerómetro de dos ejes. A partir de los datos obtenidos, se construye la matriz de covarianza y se aplica el teorema de los ejes principales para hallar una base ortonormal que diagonaliza la forma cuadrática asociada. La actividad permite vincular contenidos abstractos como autovalores, autovectores y cambio de base con una aplicación concreta de la electrónica, utilizando Octave como entorno de visualización. La propuesta favorece la interpretación geométrica y algebraica de los resultados, promoviendo un aprendizaje activo y contextualizado.

Palabras clave: Álgebra Lineal, Cambio de Base, Acelerómetro, Covarianza, Educación Matemática

Abstract

This paper presents a didactic proposal for teaching Linear Algebra and Analytic Geometry in engineering programs. The activity is based on the analysis of two-dimensional accelerometer readings. Using data obtained while the sensor is at rest, students construct the covariance matrix and apply the Principal Axes Theorem to determine an orthonormal basis that diagonalizes the associated quadratic form. The experience connects abstract mathematical concepts—such as eigenvalues, eigenvectors, and change of basis—with a concrete application in electronics. Octave is used as a computational and visualization tool. The proposal encourages active and contextualized learning by integrating algebraic theory, geometry, and technology.

Keywords: Linear Algebra, Change of Basis, Accelerometer, Covariance, Mathematics Education

Introducción

La enseñanza de las matemáticas en los primeros años de las carreras de ingeniería tiene un rol fundamental en la formación de competencias necesarias para la práctica profesional. En particular, la asignatura Álgebra y Geometría Analítica brinda herramientas analíticas clave para modelar, interpretar y

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

resolver situaciones de diversa complejidad en contextos tecnológicos reales. Esta materia, dictada en el segundo cuatrimestre del primer año en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (UNSL), está organizada en unidades temáticas que progresan desde conceptos básicos de vectores hasta nociones estructurales como espacios vectoriales y transformaciones lineales, culminando con el teorema de los ejes principales.

El presente trabajo se enmarca en una propuesta didáctica diseñada para abordar esta última unidad del programa, integrando contenidos previos y promoviendo su aplicación en un contexto real. En particular, se propone el análisis de datos obtenidos mediante un acelerómetro bidimensional (2D), un dispositivo ampliamente utilizado en sistemas embebidos, móviles, y vehículos. En condiciones ideales de reposo, el sensor debería registrar valores constantes; sin embargo, debido a ruido, orientación imperfecta o descalibración, las mediciones presentan una nube de puntos dispersos en el plano.

Este fenómeno es utilizado como punto de partida para introducir la matriz de covarianza como herramienta para modelar la dispersión, y el teorema de los ejes principales como instrumento para identificar las direcciones principales de variación. La diagonalización de dicha matriz permite interpretar geométricamente la forma de la dispersión y aplicar un cambio de base ortonormal para simplificar su análisis. A través de esta actividad, el estudiante aplica de forma integrada conceptos de forma cuadrática, autovalores, auto vectores, cambio de base y visualización geométrica.

La propuesta incorpora además el uso de Octave como entorno de modelado y simulación, lo que refuerza el vínculo entre el pensamiento algebraico y la interpretación gráfica, favoreciendo el aprendizaje significativo. Este enfoque permite también articular contenidos abordados en distintas unidades del curso, como operaciones vectoriales, matrices, sistemas de ecuaciones, y transformación de coordenadas.

Desde una perspectiva pedagógica, esta experiencia responde a la necesidad de diseñar actividades contextualizadas y orientadas a la resolución de problemas reales, tal como sugieren los enfoques de aprendizaje significativo (Ausubel, 1983) y por competencias (Perrenoud, 2004). Además, se alinea con el perfil del ingeniero definido por CONFEDI (2018), que enfatiza la capacidad para aplicar conocimientos científicos y técnicos en la solución de problemas concretos, trabajar en equipo, comunicar resultados y utilizar herramientas computacionales pertinentes.

Finalmente, este tipo de propuestas contribuye a incrementar la motivación, el sentido de pertenencia y la retención de los estudiantes, especialmente en los primeros años, donde se observan mayores dificultades. La posibilidad de aplicar contenidos abstractos a situaciones reales de ingeniería fortalece la comprensión y consolida aprendizajes duraderos, alineando la enseñanza de la matemática con las demandas actuales de la formación profesional.

Desarrollo

La propuesta se organiza en cinco etapas secuenciadas que articulan teoría matemática, experimentación con datos y visualización computacional. Cada paso aborda un aspecto central del contenido algebraico, situándolo en el marco de un problema real de calibración de sensores.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

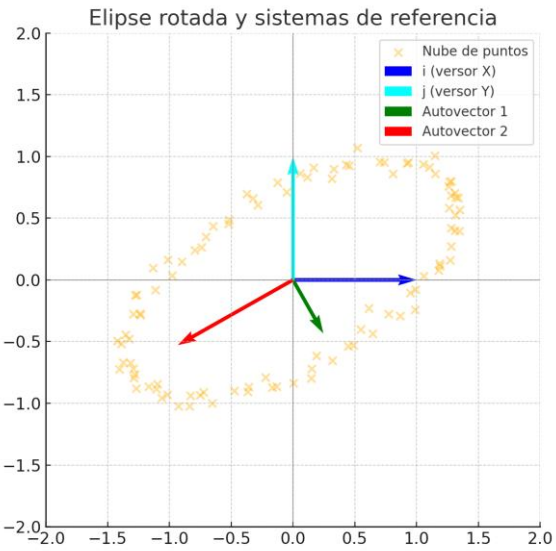


Figura 1: Nube de puntos simulados y autovectores

Paso 1: Presentación del problema y activación de saberes
Enunciado motivador:

¿Alguna vez viste las transmisiones de Fórmula 1 donde se muestran las “fuerzas G” que experimenta el piloto durante las curvas o frenadas? Esos datos provienen de sensores como acelerómetros, capaces de registrar cómo se mueve un objeto en el espacio. En esta propuesta analizaremos las lecturas de un acelerómetro bidimensional en reposo. Aunque el sensor debería registrar valores constantes, las mediciones reales presentan una nube de puntos dispersos. ¿A qué se debe esto? ¿Qué herramientas matemáticas permiten interpretar esta dispersión?

Objetivos:

- Introducir una situación realista y contextualizada.
- Estimular el uso de saberes previos y el planteo de conjeturas.

Actividades:

- Presentación de una nube de puntos obtenida mediante simulación o medición.
- Discusión grupal guiada con preguntas:
  - ¿Qué forma tiene la nube de puntos?
  - ¿Qué representa la dispersión?
  - ¿Con qué herramientas matemáticas podemos analizarla?

Paso 2: Modelado algebraico con datos proporcionados

Formalizar el análisis de una nube de puntos en el plano mediante la construcción de la matriz de covarianza a partir de datos numéricos. Se entregan lecturas simuladas del sensor y se solicita calcular varianzas, covarianza y construir la matriz Σ. Se discute el significado geométrico de dicha matriz.

Objetivos:

- Construir la matriz de covarianza a partir de datos bidimensionales.
- Interpretar su significado geométrico.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Actividades:

- Se entrega una tabla con 15–20 pares de datos (x_i, y_i)
- Cálculo de la media de X e Y.
- Cálculo de varianzas y covarianza.
- Construcción de la matriz:

$$\Sigma = \begin{pmatrix} var(X) & cov(X,Y) \\ cov(X,Y) & var(Y) \end{pmatrix}$$

Discusión:

- ¿Qué indica el signo de la covarianza?
- ¿Qué significa que var(X) > var(Y)?

Además del enfoque basado en la matriz de covarianza y su diagonalización mediante autovalores y autovectores, existen otras herramientas del álgebra lineal que permiten estudiar la dispersión y la orientación de los datos. Por ejemplo, la **descomposición en valores singulares** (SVD) es un método generalizado que puede aplicarse incluso cuando no se parte de matrices simétricas, y que permite identificar direcciones principales de variación. También es posible utilizar rotaciones ortogonales para alinear los datos con los ejes coordenados, aunque el Teorema de los Ejes Principales resulta especialmente apropiado cuando se trabaja con matrices de covarianza simétricas y reales.

Paso 3: Aplicación del teorema de los ejes principales

Aplicar la diagonalización de la matriz de covarianza para identificar las direcciones principales de dispersión. Se calculan autovalores y autovectores, se construye una base ortonormal y se interpreta geométricamente el resultado.

Objetivos:

- Aplicar diagonalización de matrices simétricas.
- Relacionar algebra y geometría mediante autovalores y autovectores.

Actividades:

- Cálculo del polinomio característico de Σ
- Obtención de autovalores y autovectores.
- Verificación de ortogonalidad.
- Interpretación:
    - El autovector asociado al mayor autovalor señala la dirección de mayor dispersión (eje mayor de la elipse).
    - El cambio de base lleva la matriz a su forma diagonal.

Paso 4: Visualización en Octave

Utilizar Octave para graficar la nube de puntos original, los ejes principales y la elipse de dispersión. Aplicar el cambio de base para representar los datos en el sistema alineado con los ejes principales.

Objetivos:

- Representar geométricamente los resultados del análisis algebraico.
- Validar visualmente el cambio de base ortonormal.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Actividades:

- Graficar la nube de puntos original.
- Superponer los ejes principales (autovectores).
- Dibujar la elipse de dispersión.
- Aplicar transformación $Z = V^T(X - \mu)$ y representar los datos en el nuevo sistema, donde la matriz de covarianza es diagonal. donde X es el vector de datos originales, μ el vector de medias, y V la matriz cuyas columnas son los autovectores de la matriz de covarianza. Esta transformación alinea el sistema de coordenadas con los ejes principales, simplificando la dispersión.

Paso 5: Interpretación final y validación conceptual

Reflexionar sobre los resultados obtenidos y su significado físico. Comparar las representaciones antes y después del cambio de base, y vincular el análisis con aplicaciones en ingeniería electrónica y otras áreas.

Objetivos:

- Consolidar el aprendizaje mediante la reflexión crítica.
- Vincular la matemática con aplicaciones reales en ingeniería.

Actividades:

- Comparar las representaciones antes y después del cambio de base.
- Analizar los autovalores en función de la dispersión.
- Preguntas reflexivas:
  - ¿Qué aprendí sobre el cambio de base?
  - ¿Cómo se podría usar esto en otros sistemas de sensores?
  - ¿Qué aporta la visualización computacional al aprendizaje?

Resultados

Se espera que la implementación de esta propuesta didáctica contribuya al desarrollo de competencias clave en estudiantes de primer año de Ingeniería, particularmente en lo que respecta a la comprensión e interpretación de contenidos de Álgebra y Geometría Analítica aplicados a situaciones reales. En particular, se anticipa que los estudiantes serán capaces de:

- Construir e interpretar la matriz de covarianza de un conjunto de datos bidimensionales, entendiendo su rol en la representación algebraica de una dispersión en el plano.
- Calcular y comprender el significado geométrico de los autovalores y autovectores de una matriz simétrica, reconociéndolos como las direcciones principales de una forma cuadrática.
- Aplicar el teorema de los ejes principales para transformar una forma cuadrática general a su forma diagonal mediante un cambio de base ortonormal.
- Visualizar en Octave la orientación y simetría de una elipse de dispersión, y representar los datos en un nuevo sistema de coordenadas alineado con los ejes principales.
- Relacionar conceptos algebraicos abstractos con aplicaciones concretas del campo de la electrónica y la ingeniería en general, como la calibración de sensores y el procesamiento de señales.
- Reflexionar críticamente sobre el proceso de modelado, interpretación y validación, integrando saberes teóricos y herramientas tecnológicas.
- Estos resultados serán evaluados a través de la resolución de actividades prácticas, producciones gráficas, informes y discusiones guiadas, y servirán como base para futuras propuestas interdisciplinarias que articulen Matemática, Electrónica y Computación.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

La propuesta desarrollada constituye una experiencia concreta y significativa para la enseñanza de contenidos abstractos de Álgebra y Geometría Analítica en carreras de Ingeniería. Al situar el aprendizaje en el análisis de lecturas reales o simuladas de un acelerómetro, se establece una conexión directa entre los procedimientos algebraicos (autovalores, autovectores, cambio de base) y su interpretación geométrica y aplicada.

El uso del teorema de los ejes principales permite a los estudiantes comprender cómo una forma cuadrática puede ser simplificada mediante un cambio de base ortonormal, y cómo este proceso se traduce en una rotación del sistema de referencia. La actividad promueve la visualización de estructuras matemáticas a través de software libre como Octave, facilitando la interpretación y la validación de los resultados.

Desde el punto de vista pedagógico, la secuencia didáctica favorece un enfoque activo, experimental y contextualizado del aprendizaje matemático, integrando conocimientos teóricos con herramientas tecnológicas y situaciones reales de la ingeniería. Además, permite abordar contenidos esenciales de la asignatura desde una lógica de resolución de problemas, lo que potencia la motivación y la apropiación de los saberes.

La implementación prevista en el segundo cuatrimestre permitirá evaluar los resultados reales de esta propuesta, así como realizar ajustes para su mejora y su eventual ampliación a contextos tridimensionales, incluyendo superficies cuadráticas y sensores inerciales 3D.

Referencias

Anton, H., & Rorres, C. (2019). Álgebra lineal con aplicaciones (11.ª ed.). Wiley.

Ausubel, D. P. (1983). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo (2.ª ed.). Editorial Trillas.

CONFEDI. (2018). Marco de referencia para las carreras de Ingeniería. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería.

Ministerio de Educación de la Nación Argentina. (2019). Lineamientos para la enseñanza de las Ciencias Básicas en carreras de Ingeniería. Secretaría de Políticas Universitarias (SPU).

Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Editorial Graó.

Strang, G. (2006). Linear Algebra and Its Applications (4th ed.). Thomson Brooks/Cole.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Integración entre Matemática e Ingeniería: Desarrollo de Competencias mediante Modelización con Datos Reales en Primer Año

Integrating Mathematics and Engineering Education: First-Year Competency Development via Authentic Data Modeling

Natalia Inés Cuello
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
nataliaquimica@gmail.com

Maria Nelay Colussi Artusso
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
marianelaycolussi@gmail.com

Gastón Néstor Gagliardo
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
gastongagli@hotmail.com

Agostina Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
agostinacordoba@gmail.com

Resumen

Este estudio analizó el desarrollo de competencias en estudiantes de ingeniería mediante dos actividades: una diagnóstica (enunciados típicos de nivel medio) y otra integradora (caso con datos reales). Se trabajó con 183 estudiantes de tres cursos, evaluando redacción técnica, trabajo grupal y modelización matemática mediante un enfoque mixto (rúbricas, encuestas y observaciones docentes). Estos resultados sirvieron para analizar las diferencias entre la autopercepción inicial de habilidades de redacción y el desempeño real. La actividad integradora en un contexto de realidad profesional evidenció ser más desafiante que los ejercicios abstractos típicos. Además, las observaciones docentes mostraron que el clima de aula influyó en los resultados.

Se concluye que la modelización en ingeniería requiere competencias adicionales a las procedurales (interpretación, comunicación), y que la heterogeneidad estudiantil exige diseños pedagógicos flexibles. La investigación destaca la importancia de combinar evaluación auténtica con análisis contextual en ingeniería.

Palabras clave: Modelización matemática; Competencias en ingeniería; Trabajo grupal en ingeniería

Abstract

This study analyzed the development of competencies in engineering students through two activities: a diagnostic one (typical high school-level problems) and an integrative one (a case study with real data). The work was conducted with 183 students from three courses, evaluating technical writing, teamwork, and mathematical modeling using a mixed-methods approach (rubrics, surveys, and teacher observations). These results were used to analyze the differences between the students' initial self-perception of their writing skills and their actual performance. The integrative activity, set in a professional real-world context, revealed greater difficulties than the typical abstract exercises. Furthermore, teacher observations showed that the classroom atmosphere influenced the results.

It is concluded that engineering modeling requires competencies beyond procedural ones (interpretation, communication), and that student heterogeneity demands flexible pedagogical designs. The research highlights the importance of combining authentic assessment with contextual analysis in engineering.The study concludes that

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

engineering modeling requires competencies beyond procedural skills (interpretation, communication), and that student heterogeneity necessitates flexible pedagogical designs. This research underscores the value of combining authentic assessment with contextual analysis in STEM education

Keywords: Mathematical modeling; Engineering competencies; Teamwork in engineering

Introducción

La formación en ingeniería enfrenta un paradigma crítico: mientras las demandas profesionales exigen competencias como pensamiento crítico y resolución de problemas complejos (CONFEDI, 2018), persisten métodos de enseñanza centrados en la memorización (Maggio, 2018; Steiman, 2008). Este desfase se agrava en cursos iniciales de matemática, donde los estudiantes suelen subestimar las exigencias de aplicación real (Verdejo, 2023). Asimismo, la docencia universitaria enfrenta nuevos retos: al estar el contenido disponible digitalmente, el rol docente debe evolucionar hacia la guía en el proceso de aprendizaje, requiriendo reflexión sobre prácticas pedagógicas (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002). Esto implica adoptar una "didáctica en vivo" (Feldman y Palamidessi, 2000; Litwin, 1997), donde el docente diseña estrategias flexibles que integren TIC y promuevan la creación de conocimiento (Maggio, 2018).

Este estudio, realizado en 2024 en Álgebra y Geometría Analítica (UTN-FRC), para el fortalecimiento de competencias clave (CONFEDI, 2018) mediante dos actividades con 183 estudiantes de ingeniería (3 cohortes). Al combinar trabajo grupal y escenarios reales, se buscó vincular contenidos matemáticos con aplicaciones profesionales, demostrando que organizar el aprendizaje en torno a problemas complejos (Maggio, 2018; Steiman, 2008) favorece una comprensión integral.

Aunque el currículo de Álgebra y Geometría Analítica oficialmente contribuye solo a dos competencias genéricas —CG1 (Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería) y CG10 (Fundamentos del aprendizaje continuo)—, este estudio exploró mediante actividades centradas en el estudiante la posibilidad de ampliar dicho alcance. Específicamente, en la unidad de Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL), se diseñaron estrategias para desarrollar adicionalmente las competencias CG6 (Desempeño en equipos de trabajo) y CG7 (Comunicación efectiva), aprovechando el potencial de la modelización con datos reales y el trabajo colaborativo

Para caracterizar la población estudiantil, se administró una encuesta sociodemográfica inicial que recabó información sobre residencia, composición familiar, situación laboral y responsabilidades de cuidado. Estos datos permitieron contextualizar la diversidad de los grupos y analizar su relación con el desempeño académico.

Si bien los datos recopilados durante el ciclo lectivo 2024 son extensos y su análisis completo continúa en proceso, este manuscrito se enfoca específicamente en evaluar cómo las actividades de modelización con datos reales revelan brechas significativas entre la autopercepción estudiantil y sus competencias demostradas. Los hallazgos preliminares permiten proponer estrategias innovadoras para una formación integral en ingeniería

Desarrollo

Se llevó a cabo la primera actividad, de carácter diagnóstico, la misma se realizó antes de iniciar la unidad de Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL). Organizados en grupos de tres, los estudiantes resolvieron dos problemas de complejidad creciente (ambos de nivel secundario) en 60 minutos. La actividad culminó con una autoevaluación grupal mediante rúbrica durante 15 minutos, que permitió establecer una línea base de sus competencias. Posterior al primer parcial, se implementó la segunda actividad - ahora integradora - donde los mismos grupos abordaron durante 90 minutos un problema contextualizado en la minería, utilizando datos reales de Yamana Gold (Chile). El mismo consta de una parte A y una parte B de complejidad creciente (anexo) para resolver utilizando SEL. Esta tarea exigió interpretar información técnica, seleccionar datos relevantes y presentar resultados en un informe manuscrito. En ambas actividades los estudiantes tenían acceso a apuntes, calculadoras y dispositivos con internet. Los docentes actuaron como facilitadores, promoviendo el trabajo autónomo pero disponible para consultas puntuales.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La evaluación utilizó una rúbrica detallada con cuatro criterios (razonamiento matemático, organización, redacción y uso de terminología técnica) y cuatro niveles de desempeño (experto, avanzado, iniciado, novato).

La recolección de datos combinó múltiples fuentes: resultados de las rúbricas, observaciones docentes, encuestas socio-demográficas iniciales y encuestas de satisfacción de las actividades respondidas por los estudiantes al final del ciclo. Se garantiza en todo momento el anonimato de los participantes y el uso ético de la información, asegurando que los datos se utilizarán exclusivamente con fines académicos y de mejora educativa. Este enfoque metodológico mixto (cuantitativo-cualitativo) permitió no solo medir el progreso en las competencias entre ambas actividades, sino también analizar cómo factores contextuales (como la situación laboral o familiar) podían influir en los procesos de aprendizaje. Además, se pudo analizar las diferentes percepciones que los estudiantes tienen acerca de sus habilidades grupales y de redacción constatando las mismas en situaciones prácticas en el aula. Esta estrategia de enseñanza centrada en el estudiantes y técnicas grupales, proporciona hallazgos clave sobre la efectividad del enfoque por competencias, al tiempo que destacó la importancia de considerar las particularidades de los estudiantes al diseñar experiencias de aprendizaje en ingeniería.

Resultados

La encuesta sociodemográfica, compuesta por 23 preguntas de opción múltiple, permitió caracterizar la población estudiantil. Los resultados revelaron diferencias significativas en la distribución por género entre carreras: en los cursos de Ingeniería en Sistemas de Información (1K9B y 1K6), predominaron estudiantes masculinos (76-77% frente a 24-23% femeninos), mientras que en Ingeniería Civil la distribución fue más equilibrada (58% masculino vs. 41% femenino). Ningún estudiante reportó tener hijos bajo su responsabilidad. Además, la encuesta indagó sobre la autopercepción de habilidades en redacción y trabajo grupal al inicio del ciclo lectivo. Estos datos se contrastaron posteriormente con los resultados obtenidos en las rúbricas de evaluación y en la encuesta realizada al final del ciclo lectivo, lo que permitió analizar discrepancias entre la percepción inicial y el desempeño real observado en las actividades.

Tabla 1: Nivel de habilidades en redacción según encuesta inicial individual y resultados de los trabajos grupales.

Criterio evaluado: “Redacción”	Encuesta inicial (Autopercepción individual) (%)	Actividad diagnóstica (autoevaluación grupal) (%)		Actividad Integradora (evaluación docente) (%)	
Nivel		Caso 1	Caso 2	Parte A	Parte B
1K9B					
Experto	21	93	67	13	7
Avanzado	55	-	27	-	-
Iniciado	24	-	-	34	13
Novato-NC	-	7	7	53	80
1K6					
Experto	35	36	10	21	10
Avanzado	25	31	18	27	11
Iniciado	35	10	5	28	14
Novato-NC	5	23	67	24	65
1T1					
Experto	8	29	14	12	12
Avanzado	25	14	29	50	12
Iniciado	67	14	14	13	13
Novato-NC	-	43	43	25	63

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Los resultados revelaron una notable discrepancia entre la autopercepción inicial y el desempeño real en el curso 1K9B. Mientras el 21% de los estudiantes se autocalificó como 'experto' en redacción al inicio del ciclo, solo entre el 7% y 13% alcanzó ese nivel en la actividad integradora evaluada por los docentes (Tabla 1). Esta brecha, más pronunciada que en el curso 1K6 de la misma especialidad, sugiere una marcada sobreestimación inicial de habilidades, fenómeno que podría esperarse en estudiantes de primer año. Asimismo, las observaciones docentes durante la actividad diagnóstica e integradora indicaron que el grupo 1K9B mostró una actitud significativamente menos formal y despreocupada que los demás cursos, lo que podría explicar esta mayor disparidad. Aunque ambos cursos de Ingeniería en Sistemas (1K9B y 1K6) presentaron esta tendencia a sobrevalorar sus competencias iniciales, el caso del 1K9B resultó particularmente destacado, con diferencias porcentuales hasta tres veces mayores que en los otros grupos. Por otro lado, en el curso 1T1 (Ing. Civil, composición de género más equilibrada), las discrepancias entre la autopercepción y los resultados obtenidos en redacción fueron menores.

Los resultados de la evaluación de la actividad integradora en sus cuatro criterios, demostraron que, pese a haberse realizado la actividad integradora después del primer parcial (momento en que los estudiantes ya deberían dominar los contenidos teóricos y prácticos), la mayoría de los grupos enfrentó dificultades significativas en la parte B del ejercicio (Figura 1). Si bien lograron plantear el sistema de ecuaciones, mostraron limitaciones para interpretar los resultados obtenidos. Esto se evidenció en el marcado descenso de los porcentajes en los niveles 'experto' y 'avanzado' en todos los cursos al comparar los resultados entre las partes A y B. Esta situación puede atribuirse a las exigencias particulares de la modelización en contextos reales. A diferencia de los ejercicios abstractos típicos de nivel medio (como los de la actividad diagnóstica) o las resoluciones convencionales de sistemas de ecuaciones lineales, el problema de la minería requirió:

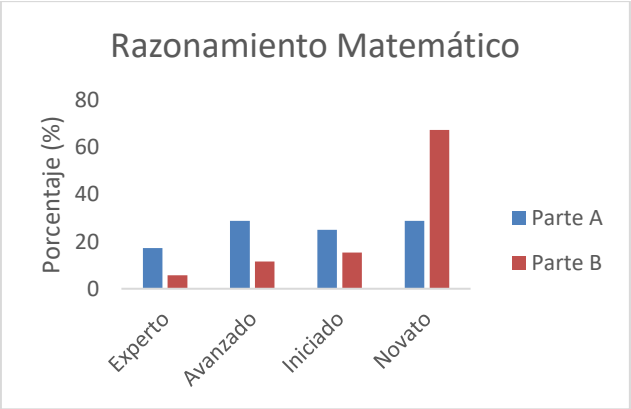
-La interpretación de información técnica específica

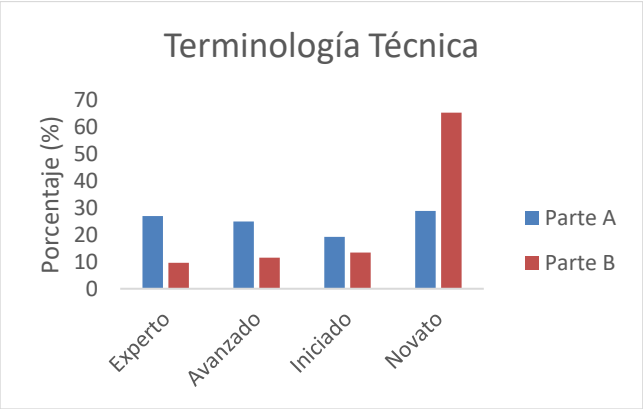
-La selección crítica de datos relevantes

-La argumentación fundamentada de resultados

-La comunicación precisa de las conclusiones

Estos hallazgos refuerzan la premisa de que la aplicación de conocimientos matemáticos en ingeniería demanda competencias transversales que van más allá del manejo procedimental, destacando la importancia de incorporar gradualmente actividades de creciente complejidad contextual en la formación de los estudiantes.





AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

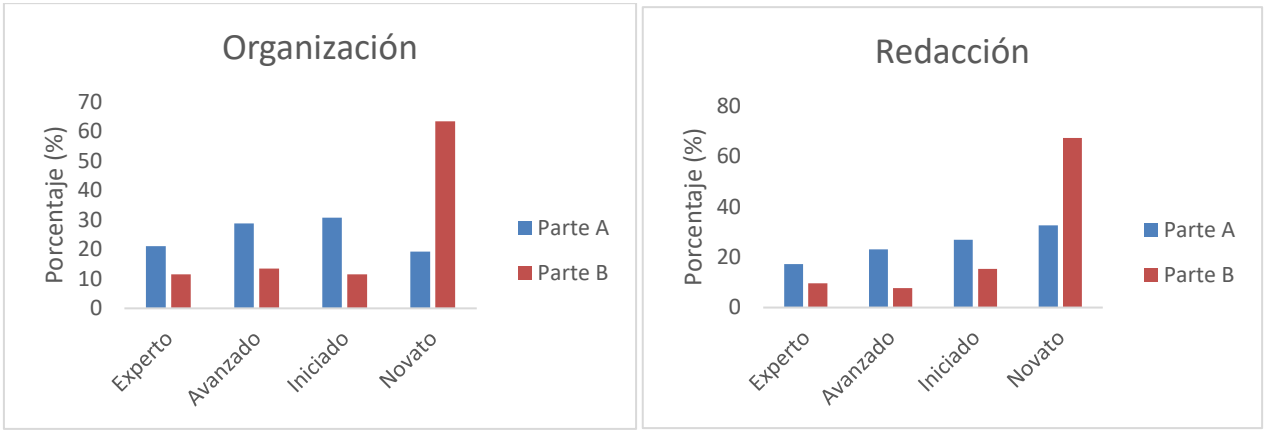


Figura 1: Resultados de la evaluación docente sobre la actividad Integradora

La encuesta realizada al inicio del ciclo lectivo también preguntó acerca de las habilidades autopercibidas en trabajos grupales obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2: Nivel de competencia en trabajo grupal autopercibido por cada estudiante según la encuesta inicial.

Trabajo Grupal	1K9B (%)	1K6 (%)	1T1 (%)
Bueno	88	80	67
Regular	10	18	25
Malo	2	2	8

En tanto, en la encuesta al final del ciclo lectivo se obtuvieron los siguientes resultados cuando se consulto acerca de la actividad grupal experimentada en la actividad integradora:

Tabla 3: Nivel de competencia en trabajo grupal autopercibido por cada estudiante según la encuesta final.

¿Considera que la comunicación grupal fue adecuada?	1K9B (%)	1K6 (%)	1T1 (%)
SI	62.5	84.7	81.8
Regular	-	1.2	9.1
No	37.5	14.1	9.1

Con relación al trabajo grupal (Tabla 2 y 3), se identificaron diferencias significativas entre los cursos evaluados. Mientras que en los grupos 1K6 y 1T1 la autopercepción inicial de habilidades colaborativas coincidió con sus percepciones posteriores a las actividades, el curso 1K9B presentó nuevamente una discrepancia notable: aunque el 88% de los estudiantes se había autocalificado inicialmente con habilidades grupales 'buenas', el 37.5% reconoció posteriormente dificultades de comunicación en la encuesta final.

Las observaciones docentes sistemáticas sugieren una posible explicación para esta divergencia. A diferencia de los otros cursos, donde predominó un ambiente de trabajo comprometido, en el 1K9B se registraron frecuentes interrupciones, conversaciones ajenas a la tarea y conductas que denotaban menor formalidad durante las actividades. Este hallazgo subraya la importancia metodológica de:

-Incluir múltiples grupos de estudio en investigaciones educativas

-Complementar los datos cuantitativos con observaciones cualitativas

-Considerar el clima de aula como variable influyente en los resultados

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De haberse limitado el estudio únicamente al curso 1K9B, las conclusiones sobre las competencias grupales podrían haber sido sesgadas, demostrando así la necesidad de muestras diversas para obtener hallazgos generalizables en el ámbito de la educación en ingeniería.

A pesar de lo anterior, entre el 90 y 100% de los estudiantes de todos los cursos recomendó continuar con las actividades. Ya que valoraron la experiencia práctica y la relevancia para su formación, incluso reconociendo desafíos (Figura 2).

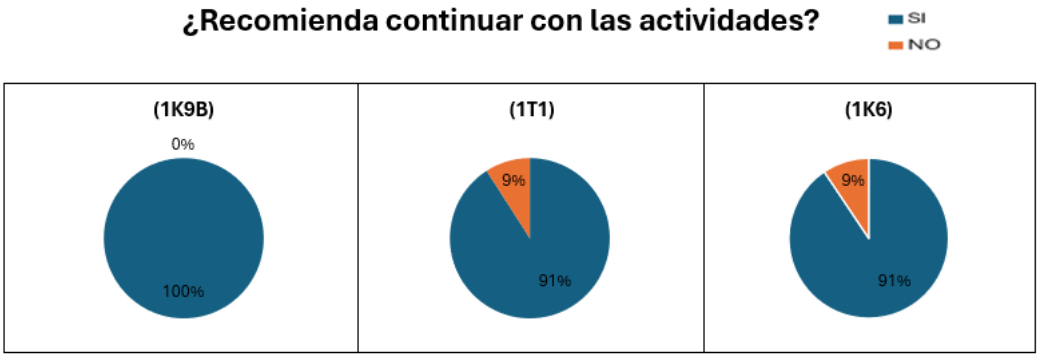


Figura 2: Encuesta al finalizar ciclo lectivo 2024

Conclusiones

La caída en los niveles de redacción en la actividad integradora refleja que la modelización matemática aplicada a problemas reales demanda no solo dominio teórico, sino también competencias transversales (comunicación, organización). Esto justifica la integración progresiva de contextos profesionales en la enseñanza de las matemáticas.

El trabajo grupal en problemas contextualizados fomenta la articulación de saberes y la colaboración, clave en ingeniería. Sin embargo, los datos revelan la necesidad de acompañar estas dinámicas con estrategias explícitas de gestión de equipos, alineadas con el enfoque por competencias.

Agradecimientos

Se agradece especialmente al Dr. Conrado Gallardo, director del Departamento Materias Básicas; al Ing. Claudio Berazategui, titular de la Cátedra; a la docente Florencia Muratore y a los estudiantes Eliseo Dapuéz y Gabriela Corzo, por su invaluable apoyo y colaboración en este trabajo.

Referencias

Confedi. (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina “Libro rojo de CONFEDI”. REUP.

Díaz Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista (2a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Feldman, D., & Palamidessi, M. (2000). Programación de la enseñanza en la universidad. Problemas y enfoques. Secretaría Académica - UNGS.

Litwin, E. (1997). Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior. Paidós.

Maggio, M. (2018). Reinventar la clase en la universidad. Paidós.

Steiman, J. (2008). Más didáctica (en la educación superior). UNSAM Edita.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Verdejo, P., Encinas, M., & Trigos, L. (2023). Estrategias para la evaluación de aprendizajes complejos y competencias. [Editorial no especificada].

Anexo

Consigna de la Actividad Integradora

En grupos de no más de tres personas (los mismos integrantes de la actividad diagnóstico), lean y analicen la siguiente situación problemática y resuelvan **utilizando sus conocimientos adquiridos en esta cátedra**. Al finalizar la actividad, se entregará un informe por grupo con su **decisión final escrita y justificada.**

Situación Problemática

La compañía Yamana Gold es una empresa canadiense que opera minas de oro y plata en distintos países. Actualmente tiene minas en operación y proyectos en vías de desarrollo en Brasil, Argentina, Chile, entre otros países latinoamericanos.

La producción de cada una de ellas en el segundo trimestre del año 2022 puede encontrarse en el siguiente enlace:

https://mineriasustentable.com.ar/contenido/3558/yamana-gold-2t-2022-produccion-temprana-y-cifras-excepcionales

En julio del mismo año, Yamana recibe un pedido para extraer 100 000 Oz de Oro

A) Como equipo de ingenieros del Departamento de Producción de Yamana Gold deberán responder al Departamento de Ventas, ***cuántos días de producción serán necesarios*** *para cumplir con la demanda del cliente lo antes posible, teniendo en cuenta las capacidades de producción de las minas El Peñon y Cerro Moro. Asimismo, por cuestiones logísticas el traslado desde El Peñon conlleva a un gasto extra de $ 4000 por día y $ 3000 extras desde la mina Cerro Moro. Dado que desde Gerencia le impiden realizar gatos extras por encima de $ 800 000. Diga cuantos días es conveniente producir en ambas minas para no rebasar este presupuesto y cumplir con el cliente en el menor tiempo.*

B) ¿Cómo quedaría planteado la resolución de este problema si agregamos la producción la mina Florida? La mina Florida constituye un extra de gasto de $ 6000 por día. Redacte en el informe como se interpreta la solución en este caso.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Experiencia de innovación en la evaluación de contenidos en el espacio curricular Álgebra y Geometría Analítica.

An Innovative Approach to Content Assessment in the Algebra and Analytic Geometry Course.

Agostina Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
agostinacordoba@gmail.com

Carla Fermanelli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
carla.fermanelli@gmail.com

Florencia Muratore
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
florenciamuratorel@gmail.com

Natalia Inés Cuello
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.
nataliaquimica@gmail.com

Resumen

El trabajo presenta resultados obtenidos durante una experiencia innovadora de evaluación de contenidos de Álgebra y Geometría Analítica, correspondiente al primer año de las carreras de ingeniería de la Universidad tecnológica Nacional-Facultad regional Córdoba. Se implementaron diferentes alternativas de evaluación de contenidos en dos cursos modelo, diseñadas a partir de tres resultados de aprendizaje de la asignatura. Por un lado, se emplearon rúbricas de autoevaluación y evaluación de diferentes trabajos prácticos y por el otro se llevó a cabo un parcial teórico-práctico unificado y sincrónico. Los resultados de aprobación en ambos cursos modelo son alentadores, con excelentes repercusiones en los/as estudiantes participantes.

Palabras clave: Rúbrica, Evaluación Formativa, Resultados de Aprendizaje.

Abstract

The paper presents results obtained during an innovative experience in the assessment of Algebra and Analytic Geometry course content, corresponding to the first year of engineering programs at the National Technological University – Córdoba Regional Faculty. Different assessment alternatives were implemented in two model courses, designed based on three learning outcomes of the subject. On the one hand, self-assessment rubrics and rubrics for the evaluation of various practical assignments were used, and on the other, a unified and synchronous theoretical–practical exam was administered. The passing results in both model courses are encouraging, with excellent repercussions for the participating students.

Keywords: Rubric, Formative Assessment, Learning Outcomes.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Algebra y geometría analítica se presenta como una asignatura compleja de primer año de las carreras de ingeniería y sus bajos porcentajes de aprobación la asocian directamente a los elevados índices de abandono. Motivadas por la necesidad de favorecer la inserción de los/as estudiantes en la vida universitaria, docentes de la asignatura trabajamos en el diseño de herramientas de evaluación que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La formación por competencias pone el foco en la vinculación entre la teoría y la práctica siendo fundamental la integración de los conocimientos con el entorno de aplicación que permitan al estudiante saber hacer. En este contexto, además de rediseñar planes de estudio y mediaciones pedagógicas que permitan llevarlos a cabo, se plantea el desafío de evaluar competencias (Verdejo, Freixas 2009). Según el documento “Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería” (2017), la evaluación es un proceso formativo que sirve para identificar, recolectar y preparar datos que permitan determinar el logro de los resultados de aprendizaje (RA). Debe tener una función orientadora que le permita al estudiante desarrollar el meta-aprendizaje (aprender a aprender de manera autónoma y crítica) (CONFEDI, 2017). Es en este sentido que se plantea el desafío de generar instancias de evaluación que sean formativas. Se busca acercar al estudiante al conocimiento, desafíarlo/a y alentarlo/a a construir el aprendizaje y a ser protagonista del proceso. Una evaluación correctamente diseñada le permite a quien la enfrenta identificar los contenidos que debe mejorar, conocer sus puntos débiles y de esa manera trabajar en ajustar lo necesario para encarar el proceso de aprobación exitosamente. Las virtudes de la evaluación formativa, continua e individualizada abundan en la literatura sobre la temàtica (Anijovich, 2017, Camilloni, 2015), sin embargo el verdadero desafìo que enfrentamos en las universidades públicas a la hora de ponerla en práctica es la masificación de los cursos y la acotada carga horaria de clases presenciales que impiden un trato individual y cercano. La rúbrica como instrumento de evaluación es ampliamente aceptada en los diseños de planes de estudio basados en competencias por su versatilidad en relación a los criterios que se evalúan y la aceptación por parte de los/as estudiantes (Garcia Sanz, 2017; Martinez Rodriguez, 2014; Velasco-Martínez & Tójar Hurtado, 2018).

En adición a la limitación de la masividad, en el caso particular de nuestra asignatura, el dictado de clases teóricas y clases prácticas a cargo de diferentes docentes dificulta el aprendizaje integrado. Diferentes trabajos de investigación en Argentina y América Latina han abordado la importancia de esta integración en la enseñanza de las matemáticas, lo cual les permite a los/as estudiantes justificar sus procedimientos y relacionarlos con los conceptos teóricos. Esta integración no solo mejora la comprensión de los contenidos, sino que también desarrolla habilidades de pensamiento crítico y reflexivo, esenciales para la formación de ingenieros/as. En este sentido, Litwin (2009) sostiene que una de las cuatro dimensiones que obstaculizan las relaciones entre la formación académica y las prácticas profesionales es la existencia de una constante fragmentación del saber en disciplinas.

Este estudio tiene como objetivo principal presentar el diseño -*en construcción*- de nuevas estrategias de evaluación para la asignatura Álgebra y geometría analítica dictada en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba. El mismo es el complemento de una revisión y actualización de las metodologías utilizadas en las prácticas de enseñanza que lleva a cabo un equipo de investigación conformado por docentes de la cátedra (Córdoba, 2023; Cuello, 2024).

Desarrollo

Los RA se definen como logros evidenciables que el estudiante debe alcanzar, por lo tanto debe conocer qué es lo que se espera de él/ella. Los RA de la asignatura se presentan en la Tabla 1. Para el diseño de las herramientas de evaluación se trabajó con RA 1, RA 2 y RA 3, los cuales se asocian a contenidos curriculares de la primera etapa de cursado.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Durante el presente ciclo lectivo, se tomaron cursos modelo (Curso A y Curso B) en los cuales se implementaron diferentes alternativas de evaluación de contenidos. Por un lado se trabajó particularmente en el desarrollo de competencias genéricas y específicas mediante el diseño de actividades de aprendizaje basado en problemas para la unidad sistemas de ecuaciones lineales. En este marco, se llevaron a cabo dos trabajos prácticos grupales los cuales se evaluaron mediante el empleo de rúbricas. El primero fue un trabajo de diagnóstico que se llevó a cabo antes del dictado de los contenidos de la unidad. Las rúbricas empleadas para la valoración de la actividad se incluyen en las Tablas 2 y 3. Hacia el final del dictado de los contenidos de la unidad se llevó a cabo un nuevo trabajo práctico grupal integrador, el cual también se evaluó mediante el empleo de la rúbrica de Tabla 3, la cual que permite evidenciar el alcance del RA 3. En todos los casos, las rúbricas se dieron a conocer a los/as estudiantes al inicio del desarrollo de las actividades.

Tabla 1. Resultados de aprendizaje de Álgebra y geometría analítica.

RA1	**Diferenciar entre una magnitud escalar y vectorial para interpretar cómo se trabaja con dichas magnitudes tomando en cuenta las distintas formas de cálculo que tiene cada una.**
RA 2	**Identificar los distintos tipos de matrices, sus diferencias, considerando su utilización para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.**
RA 3	**Deducir las incógnitas a través de los distintos tipos de sistemas de ecuaciones lineales para resolver situaciones problemáticas, con el apoyo de herramientas informáticas.**
RA 4	Interpretar espacio vectorial y base con la finalidad de identificarlos en la vida profesional considerando las diferentes actividades que realice.
RA 5	Resolver modelos matemáticos asociando transformación lineal y espacio vectorial para poder encontrar la solución.
RA 6	Distinguir los distintos lugares geométricos (recta, plano, cónicas y cuádricas) y sus componentes, con el fin de trabajar en forma analítica con figuras en R^2 y R^3 con el uso de herramientas informáticas.

Tabla 2. Rúbrica de autoevaluación empleada en la actividad diagnóstico de la unidad de “Sistemas de ecuaciones lineales”.

Participación individual Nombre:	Participé activamente del proceso.	Con ayuda de mis compañeros pude hacer aportes, comprendiendo el tema del trabajo.	No participé del proceso.
Participación individual Nombre:	Participé activamente del proceso.	Con ayuda de mis compañeros pude hacer aportes, comprendiendo el tema del trabajo.	No participé del proceso.
Participación individual Nombre:	Participé activamente del proceso.	Con ayuda de mis compañeros pude hacer aportes, comprendiendo el tema del trabajo.	No participé del proceso.

Por otro lado, siguiendo la iniciativa del titular de la cátedra, se propuso para los dos cursos modelo una modificación en los parciales de la asignatura, integrando por primera vez los contenidos teóricos y prácticos en un parcial unificado y sincrónico. El mismo se diseñó de manera tal que permita documentar el cumplimiento del RA 1,RA 2 y RA 3. El parcial incluyó preguntas teórico-prácticas con diferentes ítems

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

valuados con un porcentaje acorde a su dificultad, el cual permitió valorar la apropiación de los saberes teóricos y prácticos en forma separada para poder cumplir con las condiciones de aprobación de la materia. La semana previa a la toma del parcial unificado y sincrónico, se llevó a cabo un simulacro de parcial teórico-práctico para promover el aprendizaje autorregulado en los estudiantes.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación empleada en la actividad diagnóstico y en la actividad integradora de la unidad de "Sistemas de ecuaciones lineales".

Criterio	Experto	Avanzado	Iniciado	Novato
Razonamiento y resolución matemática. **Caso 1:** **Caso 2:**	Esquematiza correctamente el problema y lo resuelve con exactitud	Reconoce el problema y plantea correctamente el proceso de resolución, pero comete errores numéricos. Realiza un planteo más engorroso de lo necesario pero manteniendo lógica.	Reconoce el problema y plantea correctamente al menos una parte del proceso de resolución.	No logra realizar el planteo correspondiente.No encuentra ningún tipo de solución. No responde a lo solicitado.
Terminología y notación matemática. **Caso 1:** **Caso 2:**	La terminología y notación matemática son siempre correctas y adecuadas.	La terminología y notación son mayormente correctas, pero con algunos errores.	La terminología y notación son poco correctas.	La terminología y notación matemática son incorrectas.
Organización. **Caso 1:** **Caso 2:**	Desarrolla claramente; muestra control del contenido; la presentación es fluida; se hacen transiciones apropiadas; está bien organizada.	La mayor parte de la información se presenta en una secuencia lógica; generalmente bien organizada, pero necesita mejorar las transiciones entre las ideas expuestas.	Alguna parte de la información se presenta en una secuencia lógica; bien organizada. Así mismo, algunas partes están desorganizadas.	La mayor parte de la presentación es de difícil comprensión; no es fluida.
Ortografía y redacción. (considerando la respuesta o conclusión). **Caso 1:** **Caso 2:**	Ortografía perfecta; expresa adecuadamente la respuesta final.	Faltan menos de cuatro acentos; expresa correctamente la idea general de la respuesta, pero es incompleta; muestra repetitividad de ideas o conceptos.	Tiene faltas ortográficas leves; no expresa correctamente el enunciado de la respuesta, haciendo difícil su entendimiento; es ambiguo.	Tiene faltas ortográficas básicas; no expresa correctamente el enunciado de la respuesta, haciendo que sea inentendible

Resultados

Evaluación por rúbrica

La experiencia del empleo de rúbricas en la evaluación de trabajos prácticos fue de gran aceptación por parte de los/as estudiantes. Según un relevamiento realizado en 2024 sobre los trabajos prácticos implementados en la unidad de sistemas de ecuaciones lineales, el 95,3% de los estudiantes consultados consideró que el empleo de la rúbrica como instrumento de evaluación le resultó "útil para el aprendizaje". Es decir, la reconocen como válida para identificar los criterios empleados por los docentes a la hora de evaluar el alcance de los RA. La mención a la *"terminología y notación matemática*" así como a la

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

"*organización*" de los ejercicios resueltos les permitió reconocer la importancia de estas pautas, las cuales suelen ser subvaloradas en relación a la obtención del resultado correcto por parte de los/as estudiantes durante el primer año de la carrera.

Por su parte, si bien las rúbricas distan mucho de una evaluación continua e individual, se presentan como un instrumento que acerca al estudiante a los criterios de evaluación que emplean los/as docentes y en esa acción le permite jerarquizar los saberes y las formas de expresarlos en futuras instancias evaluativas. Sumado a esto, es válido mencionar que en el ciclo 2024 el trabajo práctico de diagnóstico fue evaluado por pares mediante el empleo de la rúbrica presente en la Tabla 3. En esa ocasión los/as estudiantes hicieron mención a la difícil comprensión del planteo de los problemas hechos por sus compañeros/as, dimensionando la importancia de ser claros en la escritura, la organización y la notación empleada a la hora de elaborar una evaluación.

Parcial unificado

Los resultados de aprobación del parcial unificado se presentan en la Tabla 4. Puede observarse que los resultados obtenidos están dentro de lo esperable para un primer parcial de la asignatura, no obstante en relación al curso C, en el cual se evaluaron los contenidos teóricos y prácticos en diferentes parciales el porcentaje de aprobación del parcial práctico estuvo por debajo de la mitad en relación a los cursos A y B. En este marco, se evidencia que el examen teórico-práctico busca evaluar no solo la capacidad de los estudiantes para resolver ejercicios, sino también su habilidad para fundamentar sus respuestas en los conceptos teóricos, lo que se alinea con los objetivos de la formación en ingeniería.

Adicionalmente, se llevó a cabo una encuesta anónima a los/as estudiantes involucrados mediante un formulario de Google, que obtuvo 61 respuestas. El cuestionario constaba de tres preguntas de opción múltiple y una abierta. Los resultados mostraron que el 88,5 % de los encuestados considera que la evaluación integrada de teoría y práctica favorece una mejor comprensión de los conceptos. Asimismo, entre los estudiantes recursantes de la materia, el 76,9 % manifestó preferir esta metodología de evaluación. Estos datos sugieren que el enfoque está siendo bien recibido y valorado por el alumnado. No obstante, el 44,3 % de los consultados consideró que el tiempo establecido para el parcial fue insuficiente.

En cuanto a la pregunta abierta, esta invitaba a los estudiantes a compartir recomendaciones sobre el parcial. La mayoría indicó no tener observaciones, pero se destacaron las siguientes respuestas:

Estudiante 1: *"me gusto la idea de hacer el parcial unificado, esto me permite organizar mejor los tiempos de estudio porque hay situaciones en donde tengo más de un parcial en la semana, esto me permite estudiar todo de una vez."*

Estudiante 2: "*Que haya una nota unificad*a."

Estudiante 3: "*ya que el parcial es unificado, me parece que estaría bueno que haya una nota unificada tambié*n."

Estudiante 4: "*más tiempo ya que el tener que desarrollar las actividades desde ambos puntos puede hacer que el porcentaje de finalización sea alto en el práctico y bajo en el teórico, si fuera una nota unificada no haría falta eso por que se promediaria*."

Estudiante 5: "*la verdad que no agregaría ningún comentario para cambiar el parcial ya que me pareció bien ya que viendo una parte puede ayudarte a darte cuenta de cosas que tal vez haciendo separada la una de la otra no te das cuenta*."

Los estudiantes destacaron que el formato unificado les permite organizar mejor su tiempo, especialmente en semanas con múltiples evaluaciones (Estudiante 1). A su vez, el alto porcentaje de aprobación (39-45% en práctico para promoción) y la valoración positiva (88,5 %) sugieren que la integración teórico-práctica reduce la fragmentación del aprendizaje, ayudando a vincular conceptos con su aplicación. Diversos estudiantes (Estudiantes 2 y 3) plantearon la conveniencia de unificar la calificación final, propuesta que no solo agilizaría el proceso evaluativo, sino que también mitigaría posibles desequilibrios en el

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

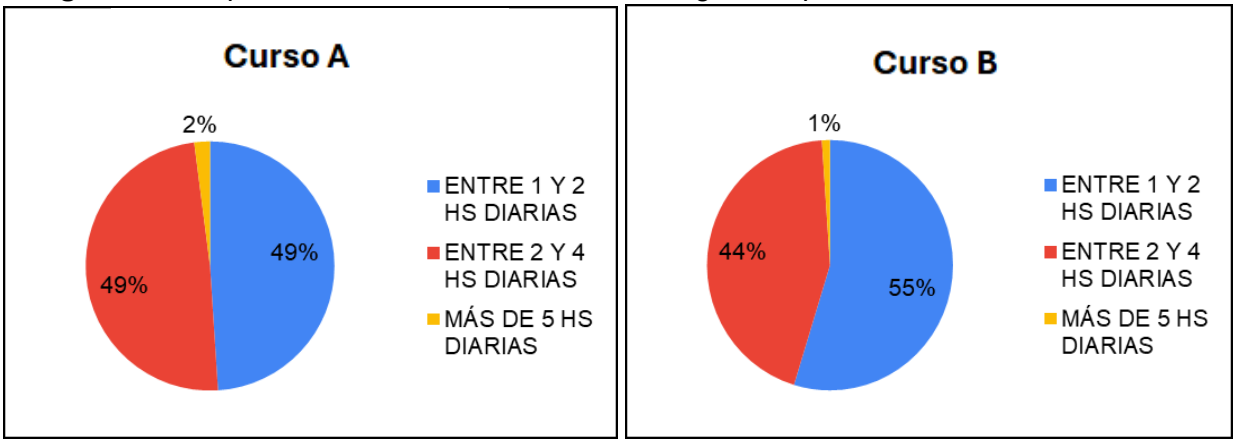
rendimiento (como el caso mencionado por el Estudiante 4, donde un alto desempeño en el componente práctico contrasta con resultados teóricos menos satisfactorios). Esta sugerencia se alinea con los planes de desarrollo de la cátedra; no obstante, su implementación requiere un análisis profundo tras finalizar la fase piloto actual, asegurando así su viabilidad académica y administrativa. Por último, es importante considerar la necesidad de mayor tiempo disponible planteada por los/as estudiantes para futuras implementaciones.

En relación a la organización del tiempo de estudio es importante mencionar que durante el dictado de la asignatura se les pide a los estudiantes que completen una encuesta en la cual se recolectan datos asociados al tiempo que le dedican al estudio de la asignatura por fuera de tiempo de clases, entre otros datos (como si trabajan o no,tienen personas a su cargo, cuentan con computadora y conexión a internet, etc.). Las horas de dedicación a la asignatura por parte de los estudiantes de los cursos modelo seleccionados se presentan en la Figura 1. La mayoría de los estudiantes (49-55%) dedica 1 a 2 horas diarias a la asignatura, mientras que un 44-49% invierte 2 a 4 horas. Solo un 1-2% supera las 5 horas diarias. Dado que el 88.5 % valora positivamente el parcial teórico-práctico unificado, se podría inferir que el formato se adapta bien a la carga de estudio real de los estudiantes, permitiéndoles optimizar su tiempo. Es decir que, según las manifestaciones de los estudiantes, la metodología no genera una demanda excesiva de horas adicionales, lo que favorece su sostenibilidad.

Tabla 4. Resultados de aprobación de los cursos modelo vs. un curso patrón.

Condición	*Curso A*		*Curso B*		*Curso C*	
	Práctico (%)	*Teórico (%)*	*Práctico (%)*	*Teórico (%)*	*Práctico (%)*	*Teórico (%)*
No aprobados	*34*	*N/C*	*32*	*N/C*	*85*	*N/C*
Aprobados con nota entre 4-6	*21*	*N/C*	*29*	*N/C*	*7*	*N/C*
Aprobados con nota mayor a 6	*45*	*14*	*39*	*32*	*8*	*35*

Figura 1. Tiempo de dedicación al estudio de la asignatura por fuera del horario de clases.



Conclusiones

Los resultados demuestran que, el uso de rúbricas claras y compartidas desde el inicio no sólo sistematiza y transparenta el proceso evaluativo, sino que también facilita la autoevaluación y coevaluación (tanto individual como grupal) lo cual soslaya la dificultad derivada de la masividad de los cursos.

Por su parte, la evaluación teórico-práctica unificada ha sido ampliamente aceptada por el estudiantado y se ha mostrado compatible con los tiempos de dedicación reportados. Sin embargo, el análisis identifica

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

áreas potenciales de mejora, entre las que destacan: la optimización del tiempo asignado para la evaluación, la implementación de un sistema de calificación unificado, y otros ajustes que permitan perfeccionar el instrumento evaluativo. El aspecto más relevante a resolver como la principal limitante a la hora de llevar a cabo la unificación radica en la división en el dictado del teórico y el práctico llevado a cabo por diferentes docentes, lo cual limita la integración de conceptos producto del desfasaje en el dictado de los temas o simples diferencias de criterios. En este sentido, estrategias como el aprendizaje basado en problemas (ABP) en trabajos prácticos grupales promueven la conexión entre conceptos abstractos y aplicaciones, mejorando la comprensión y el pensamiento crítico.

Agradecimientos

Se agradece especialmente al Dr. Conrado Gallardo, director del Departamento Materias Básicas; al Ing. Claudio Berazategui, titular de la Cátedra; a los/as docentes Eliana Diguilio, Nelay Colussi Artuso, Gastón Gagliardo y Valeria Berazategui; y a la estudiante Daiana Accietto, por su invaluable apoyo y colaboración en este trabajo.

Referencias

Anijovich, R. (2017). La evaluación formativa en la enseñanza superior. *Voces de la educación, 2*(1), 31-38.

Camilloni, A. (2015). Nudos de debate sobre la evaluación de los aprendizajes en la universidad, necesidades de actualización, profundización e investigación educativa. En Universidad de la República, Comisión Sectorial de Enseñanza (Ed.), *La evaluación en la educación superior: un escenario de controversia* (pp. 15-39). Montevideo: Udelar.

Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI). (2017). *Libro verde: Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería*. Buenos Aires: CONFEDI.

Córdoba, A., Muratore, F., Gagliardo, G., Colussi, N., Cossavella, A., & Cuello, N. (2023). Hacia un modelo de enseñanza por competencias: técnicas grupales de resolución de problemas en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica. En *2º Congreso en Innovación y Creatividad Educativa en Enseñanza Tecnológica*. UTN Facultad Regional Resistencia, Chaco, Argentina.

Cuello, N., Muratore, F., Colussi Artusso, N., & Córdoba, A. (2024). Desarrollo de competencias genéricas mediante técnicas grupales de resolución de problemas en Álgebra y Geometría Analítica. En *XXIV Encuentro Nacional y XVI Encuentro Internacional de Educación Matemática en carreras de ingeniería*. UTN Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina.

García Sanz, M., Belmonte Almagro, M., & Galián Nicolás, B. (2017). Opinión del alumnado sobre el empleo de rúbricas en la universidad. *Estudios Pedagógicos, 43*(2), 107-126. https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000200007

Litwin, E. (2009). Controversias y desafíos para la universidad del siglo XXI. En *Primer Congreso Internacional de Pedagogía Universitaria*. UBA, Buenos Aires, Argentina.

Martínez Rodríguez, M. Á. (2014). Uso de las rúbricas en la evaluación por competencias. *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas, (75)*, 43-49.

Velasco-Martínez, L. C., & Tójar Hurtado, J. C. (2018). Uso de rúbricas en educación superior y evaluación de competencias. *Revista de Investigación Educativa, 22*(3), 119-138.

Verdejo, P., & Freixas, R. (2009). Educación para el pensamiento complejo y competencias: diseño de tareas y experiencias de aprendizaje. *Aseguramiento de la Calidad en la Educación y en el Trabajo, S.C.*, México.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Uso del modelado matemático como puente formativo en estudiantes de ingeniería para la comprensión y aplicación de algoritmos heurísticos complejos en contextos profesionales

Mathematical modelling as a formative bridge for engineering students toward the understanding and application of complex heuristic algorithms in professional settings

De Federico, Sara
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Santa Fe, Argentina.
saraedf@gmail.com

Resumen

Algunas materias de ingeniería incluyen el desafío de la articulación entre el temario específico y capacidades cognitivas complementarias, ya que una vez realizado el aprendizaje de temas complejos, su aplicación a la problemática profesional implica el uso de herramientas y creación de algoritmos de alto nivel de dificultad. Para lograr un aprendizaje efectivo en el campo profesional, se propusieron situaciones problemáticas donde la tecnología es una herramienta necesaria para internalizar los conceptos, el modelado y el razonamiento lógico. Para el tema algoritmos genéticos en Métodos Heurísticos, se enlazan conceptos y estructuras de código en entornos intuitivos, que sirvieron de puente para la construcción conceptual uniendo modelado matemático, estructuras de datos y lógica de programación. Se promovió la interacción multidisciplinaria a través de la resolución de situaciones reales, en donde hubo una aplicación significativa de conceptos, favoreciendo la autonomía del estudiante y su capacidad de utilizar herramientas complejas a nivel profesional.

Palabras clave: Informática, enlace lógico-conceptual, enlace modelado-algoritmo, métodos heurísticos, algoritmos genéticos

Abstract

Some engineering subjects include the challenge of articulation between the specific program and complementary cognitive abilities, since once the learning of complex topics has been carried out, their application to professional problems involves the use of tools and the creation of algorithms of high level of difficulty. To achieve effective learning in the professional field, problematic situations were proposed where technology is a necessary tool to internalize concepts, modeling and logical reasoning. For the topic Genetic Algorithms in Heuristic Methods, concepts and code structures are linked in intuitive environments, which served as a bridge for conceptual construction by uniting mathematical modeling, data structures and programming logic. Multidisciplinary interaction was promoted through the resolution of real situations, where there was a significant application of concepts, favoring the autonomy of the student and their ability to use complex tools at a professional level.

Keywords: Computer science, logical-conceptual linkage, modeled-algorithm linkage, heuristic methods, genetic algorithms

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En la actualidad los egresados universitarios deben no solo tener una formación que ponga énfasis en la focalización, planificación y coordinación de los contenidos, sino que también puedan interrelacionarlos, que puedan desempeñarse en contextos colaborativos, sinérgicos, que den cuenta del entorno sociocultural. No sólo exige la formación a nivel académico, sino también la dotación de competencias profesionales para desenvolverse profesionalmente [1]. Teniendo en cuenta la diversidad de los estudiantes es necesario adoptar estrategias que promuevan el aprendizaje activo, creando un ambiente donde los estudiantes se sientan capaces de aprender, trabajar en equipo, aplicar lo que experimentan en situaciones reales y tomar decisiones. La relación entre áreas y materias, por un lado, y competencias, por otro, no es biunívoca, sino que existe una superposición múltiple [2]. Un ejemplo indicativo es la enseñanza de métodos heurísticos en carreras de ingenierías no informáticas. La aplicación de estos métodos para la obtención de configuraciones óptimas en la industria es muy usada, pero la comprensión de los algoritmos para su implementación requiere conocimientos sobre programación a un nivel muy elevado. Por otro lado, los temas en sí mismos pueden parecer vagos e inalcanzables si no se pueden aplicar a situaciones problemáticas ni siquiera conocidas. Algunos algoritmos, como los genéticos, tienen una estructura bastante compleja y hasta podría decirse extraña, ya que extrapolan acomodamientos naturales y relativos de la biología para trasladarlos a un entorno de programación con el objetivo de obtener una optimización de un problema [3]. Ya en este nivel de interpolación de áreas de conocimiento el tema se convierte en algo totalmente incomprensible para el alumno. Dentro de este marco general, se buscó desarrollar una forma de enseñanza donde se destaca la generación de vínculos inter conceptuales, promoviendo un camino de razonamiento incremental para lograr la interrelación entre distintas capacidades.

Desarrollo

La creación de la planificación de la asignatura Métodos Heurísticos en la carrera Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional de Rosario, se realizó a través de la creación de un sistema ordenamiento de los temas en plataformas teóricas en distintos niveles, partiendo desde la formalización matemática del concepto de Motor de inferencia y escalando hasta la formación de código de uso profesional. A diferencia del dictado de esta asignatura en carreras exclusivas de programación o sistemas de información, en este caso lo importante es la capacitación en la operatividad de las herramientas a través del conocimiento profundo de los algoritmos y sus funciones específicas, y no la construcción de algoritmos en sí. Al mismo tiempo, el enfoque en la estructura matemática de los temas efectiviza la comprensión a través de ejemplos sencillos [4]. Pero a diferencia de lo que se suele usar, es decir, típicos ejemplos matemáticos abstractos, se buscaron ejemplos de optimización a nivel industrial con una formulación matemática sencilla, evadiendo el uso de enunciados abstractos y genéricos. Las plataformas abordan cada tema en un formato diferente, se enfocan en un punto de vista particular, y varían las herramientas tanto metodológicas como de software. La idea central es partir de la formulación matemática inherente al código, pero no solamente la función objetivo sino también la organización lógica de los elementos y variables; y de esa forma avanzar hacia una caracterización que conecta la plataforma siguiente. Considerando que la asignatura es cuatrimestral, se hizo hincapié en los puntos considerados más importantes para la operatividad con algoritmos profesionales, alternando clases virtuales y presenciales, en un orden incremental de complejidad conceptual y de herramientas. A continuación, se detallan estos ítems destacando con su justificación correspondiente, el punto de vista utilizado, la metodología elegida para su dictado, y las ejercitaciones seleccionadas y herramientas usadas.

Sistemas inteligentes

Los sistemas inteligentes son la respuesta a las necesidades de las personas y organizaciones en un mundo cada vez más interconectado; forman parte de la denominada Industria 4.0, que busca modificar el modelo de trabajo de las empresas actuales para que puedan adaptarse y crecer en este nuevo ambiente colaborativo entre máquinas y humanos. La definición de las características de un sistema inteligente se resume en esta frase acuñada por Martín Molina en su trabajo de la Universidad Politécnica de Madrid [5]: "*Un sistema inteligente es un sistema artificial que 1º: opera como un agente, es decir, el sistema percibe su entorno, actúa en el entorno e interactúa con él u otros agentes, y 2º: exhibe un comportamiento racional,*

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

es decir, el sistema actúa racionalmente (para maximizar el éxito de sus tareas) y muestra un pensamiento racional (justifica las creencias a través del razonamiento)"

Siendo su estructura muy compleja, la manera más sencilla de enseñarlo es mostrando solamente su funcionalidad y no sus componentes, el tema se concentra en mostrar el proceso del "pensamiento" del sistema inteligente y compararlo con la línea de razonamiento de la especie humana. La mejor **metodología de trabajo** es de lejos la *visualización gráfica y el uso de patrones de colores* [6]. En la Figura 1 se observa una modificación del ejemplo extraído de la web Algotive Mx [7], con las funciones más importantes de un sistema inteligente diferenciadas en tres grupos funcionales, siendo los centrales (azul francia) los referidos a la actividad algorítmica que se percibe como "inteligencia". A su vez, el demarcado en fucsia muestra las funcionalidades en donde se aplica la heurística.



Figura 1: Estructura de funciones de un sistema inteligente (Algotive Mx)

Esta imagen sirve para indicar a los alumnos que el tema es parte de los sistemas inteligentes, en sí es un precedente y base conceptual de los mismos. De esta forma se destaca la importancia de conocer su funcionamiento, que puede describirse equiparándolo con la racionalización de un problema matemático, conjunto de estrategias de resolución descriptas por George Polya en su libro *How to solve it* [8]:

- Encontrar datos (o variables) auxiliares que ayudan a la decisión
- Detectar pequeños problemas que están incluidos dentro del problema principal, y cuya resolución sencilla es parte de la solución final.
- Pruebas de ensayo-error.
- Buscar patrones.
- Razonar hacia adelante (forward).
- Razonar hacia atrás (backward).

En esta sección la **ejercitación práctica** es *oral* y en la misma clase, se toman *ejemplos matemáticos* de razonamiento para probar cada una de las estrategias. No se usan herramientas de software.

Motor de inferencia

Este tema es fundamental para el aprendizaje de los métodos heurísticos. Los conceptos comprendidos en la sección anterior se explican en más profundidad, y se comienzan a hacer los razonamientos propios del motor de inferencia. La **metodología de trabajo** comienza con *visualizaciones gráficas* de la estructura física de un sistema inteligente, la posición del motor de inferencia, para luego ahondar en la funcionalidad del mismo. Una vez comprendida su funcionalidad, se procede a describir exhaustivamente el método de procesamiento, comparado con la acción "razonamiento" del ser humano. La Figura 2 muestra la estructura física de un sistema inteligente, la ubicación del motor de inferencia y los tipos de datos de las bases.

Al tener bien definida la configuración de un motor de inferencia se procede a la segunda parte de este tema, es decir el aprendizaje del procesamiento.Esto se hace directamente con una **práctica** *de ejemplos reales extraídos de su propia experiencia*.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

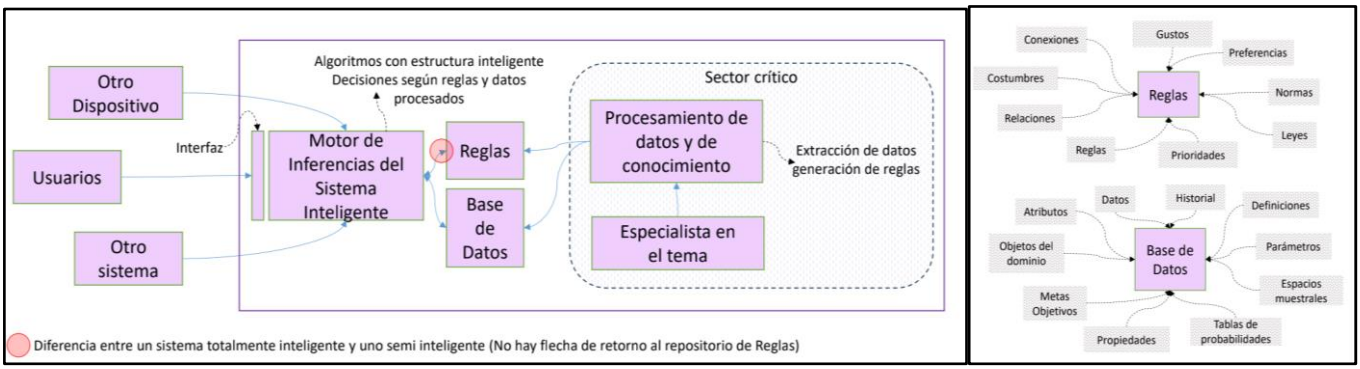


Figura 2: Estructura física de un sistema inteligente.

En esta práctica la **formulación** es estricta por lo que se utilizan *expresiones lógicas y árboles de decisión.* Los alumnos deben poder describir rigurosamente el camino de razonamiento que utiliza el motor de inferencia, hacia adelante y hacia atrás. En la Figura 3 se observa un árbol de una toma de decisiones simple, y una sección de una conclusión a partir de expresiones lógicas utilizando el método backtracking.

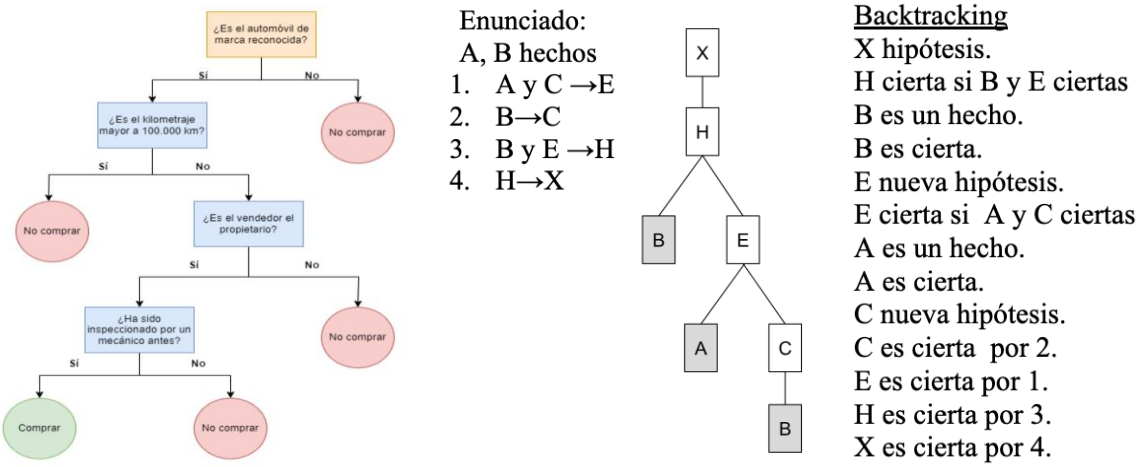


Figura 3: Ejercicios de árboles de decisión y expresiones lógicas

Tipos de búsqueda

Al igual que el punto 1, el tema es tan complejo a nivel algorítmico que se decide explicar su funcionalidad, seleccionar los tipos de búsqueda más utilizados y describirlos a nivel conceptual. Nuevamente la **metodología inicial de trabajo** es la *visualización gráfica y el uso de patrones de colores*, continuando con descripciones de los procesos realizadas con *pseudocódigo*. No se hacen ejercitaciones sino que directamente se aplicarán en los puntos siguientes.

Algoritmos genéticos

La característica fundamental de este curso es que las definiciones se hacen directamente sobre problemas conocidos, de altísima usabilidad a nivel profesional. Además, se seleccionan de acuerdo a lo que se desea mostrar y en función del tipo de clase que se va a implementar. En el momento de la definición de un algoritmo genético se selecciona el problema más intuitivo y de alta interpretación visual para la declaración de todos los elementos que componen el algoritmo genético. La **metodología de trabajo** comienza nuevamente con *visualización gráfica y el uso de patrones de colores*, continuando con *pseudocódigo*. La Figura 4 muestra el “Problema de las 8 reinas” explicado visualmente y su pseudocódigo. A partir de aquí todas las clases consistirán en una integración entre teoría y práctica, con una cantidad importante de horas presenciales de consulta.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Implementación paso a paso de un algoritmo genético

En esta sección se explica cómo el problema explicado en la sección anterior es en realidad un problema de optimización, mostrando una resolución basada en dicho algoritmo. La **metodología de trabajo** que se utilizará hasta el fin del cursado es la de *clase taller* que se implementa directamente en Excel.

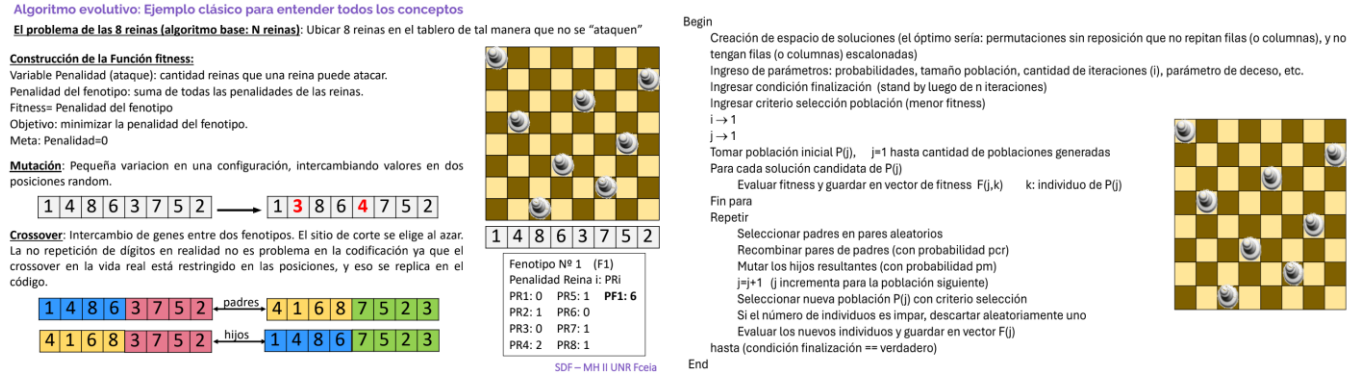


Figura 4: Composición y pseudocódigo del algoritmo genético "Problema de las 8 reinas"

La ejercitación se explica paso a paso a medida que se hace el traspaso del pseudocódigo a funciones matemáticas en la planilla de cálculo. Un algoritmo genérico tiene en cada línea del código una o varias funciones matemáticas. En la planilla de cálculo, estas se exhiben permitiendo una visualización completa de un paso del loop principal (una generación de individuos). Este tipo de ejercicios se hace con Solver, pero al realizarse en forma manual se obtiene una absoluta comprensión de cada punto del pseudocódigo. La Figura 5 muestra la explicación de un problema de optimización basado en las 8 reinas, y la Figura 6 muestra la resolución del "Problema de la mochila", que será la base para la generación del segundo trabajo práctico de aprobación. En el caso del problema de las 8 reinas, la generación siguiente se realiza con una macro en el Editor VB de Excel, mientras que en el caso de la mochila se crean con funciones aleatorias dentro de la planilla.

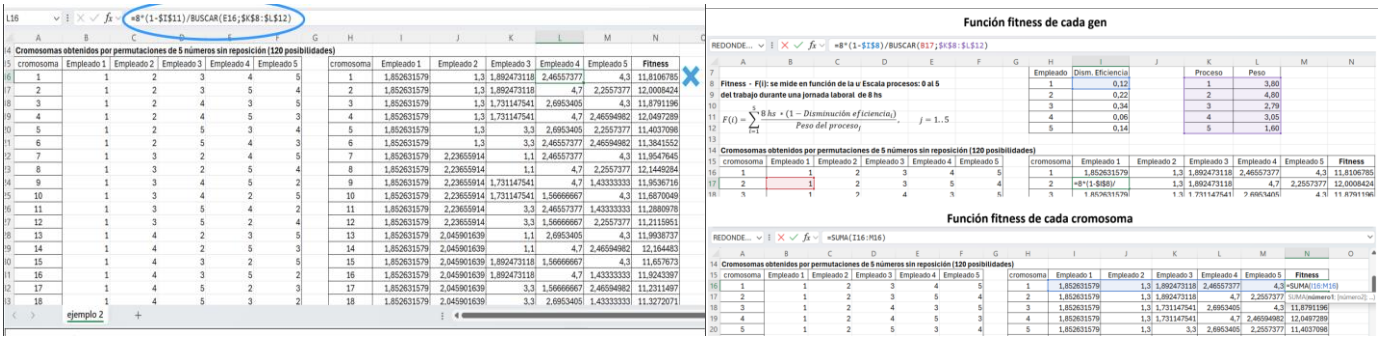


Figura 5: Población generada en el algoritmo genético "Problema de las 8 reinas"

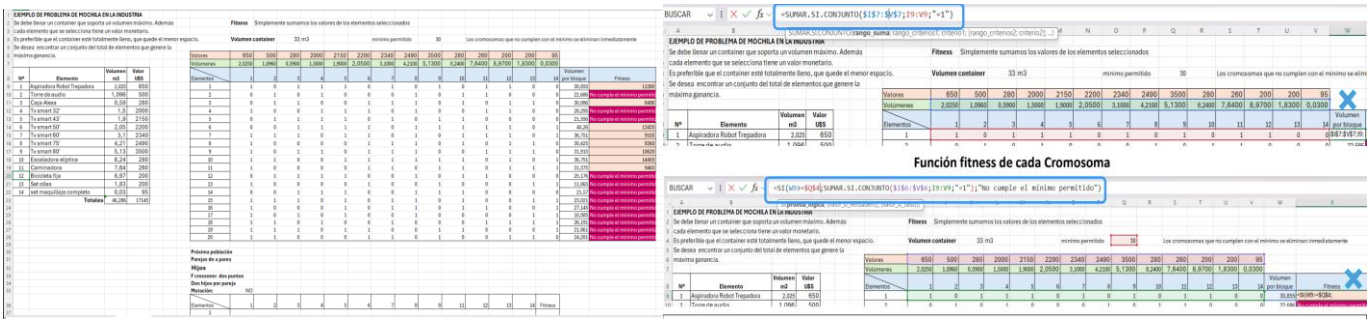


Figura 6: Población generada en el algoritmo genético "Problema de la mochila"

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Implementación de un algoritmo genético utilizando Solver de Excel

Continuando con los talleres, se explica el traspaso de las funciones creadas en la plantilla Excel hacia la extensión Solver. Para ello se deben convertir las funciones y condiciones a expresiones lógicas que el motor de inferencia pueda comprender. Nuevamente se selecciona un problema muy conocido y de alto uso que tiene un conjunto sencillo de expresiones lógicas para su solución, este es el “Problema del Viajante”. En la Figura 7 se observa la resolución con Solver de un problema de optimización de recorrido de soldadura robótica, que usa este algoritmo. Esta presentación es parte del Trabajo Práctico Nº 2 presentado por una de las alumnas del curso.

Implementación de un algoritmo genético utilizando lenguaje Python

El último trabajo de presentación se ejecuta en Python. Teniendo bien clara la estructura del algoritmo, se utiliza bibliografía de base como tutoriales [9] y libros con repositorio de códigos.

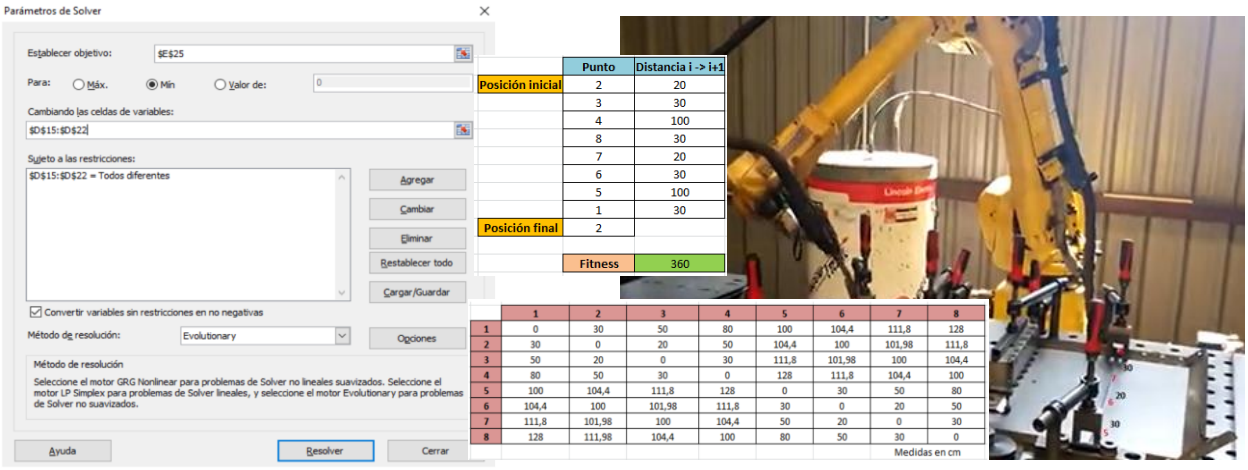


Figura 7: Optimización de recorrido de soldadura robótica utilizando el algoritmo genético “Problema del viajante”

La metodología de trabajo sigue enfocada en el taller, utilizando el entorno Google Colab (https://colab.research.google.com/?hl=es) por ser más amigable. Las consultas presenciales son extremadamente importantes por lo que se les otorgan todas las horas disponibles, incluyendo las de dictado curricular. Los alumnos deben tomar los ejemplos que han utilizado a lo largo del cursado y presentación de los trabajos prácticos anteriores, y ejecutarlos en código. Se pueden utilizar todas las herramientas disponibles, tanto la codificación que se puede encontrar en línea, los códigos provistos por la bibliografía, y las librerías de Python como por ejemplo PyGad. En la Figura 9 se observa el código de un problema de optimización utilizando el problema de la mochila.
La aprobación de los trabajos prácticos se realiza a través de una defensa oral presencial individual. La aprobación de todos los trabajos permite la promoción directa de la asignatura, ya que esta es una materia de capacitación y operatividad de herramientas de software.

```
!pip install deap

import random
from deap import base, creator, tools, algorithms

# Ingredientes: (nombre, calorías, proteínas)
ingredientes = [
    ("Crispín de proteína vegetal", 20, 2.3),
    ("Fibra de raíz de achicoria (inulina)", 12, 2.1),
    ("Avena", 20, 1.4),
    ("Pasta de maní", 12, 1.5),
    ("Arándanos deshidratados", 9, 1.2),
    ("Proteína vegetal", 15, 2.0),
    ("Cacao en polvo", 21, 0.03),
    ("Almíbar de azúcar mascabo", 16, 0.8),
    ("Proteína de arveja", 17, 2),
    ("Proteína de garbanzos", 20, 1.7),
    ("Pasta de almendras", 30, 1.0),
    ("Chips de chocolate semiamargo", 35, 0.87),
    ("Extracto de vainilla", 1, 2.0),
    ("Banana deshidratada", 40, 0.5)
]

# Constantes
CALORIAS_MAX = 141
NUM_INGREDIENTES = len(ingredientes)

# Crear clases para el problema de maximización
creator.create("FitnessMax", base.Fitness, weights=(1.0,))
creator.create("Individual", list, fitness=creator.FitnessMax)

toolbox = base.Toolbox()

# Cada gen representa si se incluye (1) o no (0) un ingrediente
toolbox.register("attr_bool", random.randint, 0, 1)

# Definición de individuo y población
toolbox.register("individual", tools.initRepeat, creator.Individual, toolbox.attr_bool, n=NUM_INGREDIENTES)
toolbox.register("population", tools.initRepeat, list, toolbox.individual)

# Función de evaluación
def evalBarrita(individual):
    total_calorias = 0
    total_proteinas = 0

    for i in range(NUM_INGREDIENTES):
        if individual[i] == 1:
            total_calorias += ingredientes[i][1]
            total_proteinas += ingredientes[i][2]

    if total_calorias > CALORIAS_MAX:
        return 0.0,  # Penalización por pasarse de calorías
    return total_proteinas,
```

```
    if total_calorias > CALORIAS_MAX:
        return 0.0,  # Penalización por pasarse de calorías
    return total_proteinas,

# Operadores genéticos
toolbox.register("evaluate", evalBarrita) # Evalúa la calidad
toolbox.register("mate", tools.cxTwoPoint) # Cruce entre individuos
toolbox.register("mutate", tools.mutFlipBit, indpb=0.1) # Mutación
toolbox.register("select", tools.selTournament, tournsize=3) # Selección

# Crear población inicial
population = toolbox.population(n=100)

# Correr algoritmo
NGEN = 50
for gen in range(NGEN):
    offspring = algorithms.varAnd(population, toolbox, cxpb=0.5, mutpb=0.2) # Cruza y muta
    fits = list(map(toolbox.evaluate, offspring)) # Evalúa

    for fit, ind in zip(fits, offspring):
        ind.fitness.values = fit # Guarda el fitness

    population = toolbox.select(offspring, k=len(population)) # Selección de la nueva generación

# Encontrar la mejor solución
best_ind = tools.selBest(population, k=1)[0]

# Mostrar resultados
print("Mejor combinación de ingredientes:")
total_cal = 0
total_prot = 0
for i in range(NUM_INGREDIENTES):
    if best_ind[i] == 1:
        nombre = ingredientes[i][0]
        cal = ingredientes[i][1]
        prot = ingredientes[i][2]
        total_cal += cal
        total_prot += prot
        print(f"- {nombre} ({cal} kcal, {prot} g proteína)")
print(f"Total: {total_cal} kcal, {total_prot:.2f} g proteína")
```

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

```
for i in range(NUM_INGREDIENTES):
    if individual[i] == 1:
        total_calorias += ingredientes[i][1]
        total_proteinas += ingredientes[i][2]
```

Figura 9: Optimización de combinación de proyectos con el algoritmo genético “Problema de la mochila”

Resultados

Esta asignatura ha culminado su primer ciclo en el primer cuatrimestre de 2025. Siendo una asignatura electiva de la carrera Ingeniería Industrial la cantidad de inscriptos fue reducida, ya que fue presentada al mismo tiempo que el inicio del cursado y los alumnos no tenían conocimiento de la misma. Esto fue un beneficio para poder ir ajustando los temas y los horarios durante el cursado. Los alumnos inscriptos fueron 8, de los cuales 7 cursaron la asignatura completa. La asistencia fue del 100% excepto en el caso especial de una alumna que trabajaba, por lo que estudió en forma extracurricular y asistió a todas las clases de consulta. Todos presentaron los 3 trabajos prácticos individuales y grupales exigidos con defensa oral presencial. En una sola ocasión se tuvo que reconstruir la presentación debido a la excesiva extensión del código, ya que los cromosomas no eran binarios. El nivel de las presentaciones fue más que satisfactorio, los problemas presentados eran reales y de contexto industrial (solo una vez se rechazó una propuesta por ser abstracta e imaginaria). Se pudo observar que los alumnos tuvieron más dificultad en las secciones iniciales, por lo que para el segundo cuatrimestre se agregará ejercitación de expresiones lógicas y práctica de algoritmos matemáticos para reforzar lógica de programación.

Observando los buenos resultados, esta estructura de trabajo se utilizó también para la capacitación de alumnos becarios del proyecto CCTCRO0010240TC de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional, orientado a la actualización y adaptación de industrias de la región al formato de industria 4.0

Conclusiones

Este trabajo muestra nuevamente que los fundamentos matemáticos de los temas tomados como base inicial para la comprensión de los conceptos, siempre son un camino seguro por más que el tema en sí tenga un nivel de complejidad extremadamente elevado. Nuestro entorno está completamente enmarcado en el uso de la IA, y los métodos heurísticos son su base primigenia. El dictado de la asignatura Métodos Heurísticos con una planificación que utiliza la matemática como puente formativo, permite que alumnos que no cursan carreras específicas de sistemas puedan utilizar las herramientas tecnológicas de IA a nivel profesional, no solo como usuario básico sino como instrumento para la resolución de problemas complejos de ingeniería.

Referencias

1. Zimmerman, B., Schunk, D. (2011) *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*. Routledge, New York.. https://doi.org/10.4324/978020383901

2. Dádamo, M., De Federico, S., Cánaves, G.(3-5 Julio de 2023) *Competential Methodological Change in Engineering: Computing as a Means for the Link Between Concepts and the Modeling and Construction of Logical Structures*. 15Th Annual International Conference on Education and New Learning Technologies, Edulearn23, Palma de Mallorca, España. 5858-5868. ISBN: 978-84-09-52151-7. ISSN: 2340-1117. https://doi.org/10.21125/edulearn.2023.1530

3. Mitchell, M. *An Introduction to Genetic Algorithms* (1999). Cambridge: MIT Press. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-9119-3_5

4. Fullan, M., Quinn, J., Drummy, M., Gardner, M. (2020).*Educación reimaginada: El futuro del aprendizaje*. New Pedagogies for Deep Learning™. https://deep-learning.global/wp-content/uploads/2021/06/TRADUCCION-Education-reimagined.-The-future-of-learning-NPDL-2020.pdf

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

5. Molina, M.(Diciembre de 2022). *What is an intelligent system?* Dept. of Artificial Intelligence, Universidad Politécnica de Madrid. https://arxiv.org/pdf/2009.09083
6. Sánchez Royo, Y., Castaño Zapata, J. (2015). Patrones de color: Adaptación a nuevos métodos de captura cromática contextual como estrategia didáctica. *KEPES* 12(12) 11-29. http://dx.doi.org/10.17151/kepes.2015.12.12.2
7. Algotive (10 de junio de 2022). *Sistemas Inteligentes: Qué son, cómo funcionan y por qué son tan importantes.* https://www.algotive.ai/es-mx/blog/sistemas-inteligentes-que-son-c%C3%B3mo-funcionan-y-por-que-son-tan-importantes
8. Polya, G. (1989). *How to solve it.* https://ia800908.us.archive.org/32/items/ComoPlantearYResolverProblemasPolyaG/Polya%20G%20-%20Como%20Plantear%20Y%20Resolver%20Problemas.pdf
9. Matthes, E.(18 enero 2924). *Curso intensivo de Python.* 3º Ed. Anaya. Madrid, España.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Laboratorio y análisis de señales y sistemas: una propuesta práctica para enseñar transformadas de Fourier y Laplace

Laboratory and Signal and Systems Analysis: A Practical Approach to Teaching Fourier and Laplace Transforms

Luciano Emmanuel Savoie
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
lucianosavoie@frp.utn.edu.ar

Ernesto Klimovsky
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Argentina.
ernestoklimovsky@frp.utn.edu.ar

Resumen

Este artículo presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de las transformadas de Laplace y de Fourier en el marco de la asignatura Análisis de Señales y Sistemas de la carrera Ingeniería Electrónica. A través de un trabajo práctico que combina simulaciones, análisis teórico y experimentación en el laboratorio, se aborda el estudio de filtros electrónicos lineales. La actividad permite comprender conceptos claves como respuesta en frecuencia, decibelios y frecuencia de corte, articulando el enfoque matemático con situaciones de aplicación real. El objetivo es facilitar el aprendizaje significativo de herramientas matemáticas avanzadas mediante su uso práctico.

Palabras clave: Transformadas – Filtros - Laboratorio

Abstract

This article presents a didactic proposal for teaching the Laplace and Fourier transforms within the context of the Signals and Systems Analysis course in the Electronic Engineering program. Through a practical assignment that combines simulations, theoretical analysis, and laboratory experimentation, the study of linear electronic filters is addressed. The activity enables students to understand key concepts such as frequency response, decibels, and cutoff frequency, integrating the mathematical framework with real-world application scenarios. The objective is to facilitate meaningful learning of advanced mathematical tools through their practical use.

Keywords: Transforms – Filters – Laboratory

Introducción

La transformada de Fourier en tiempo continuo constituye una herramienta fundamental para el análisis y procesamiento de señales, al permitir su descomposición en componentes armónicas. Este enfoque resulta esencial en disciplinas como las telecomunicaciones, el procesamiento digital de señales e imágenes y el estudio de circuitos eléctricos. Por su parte, la transformada de Laplace amplía este marco al incorporar condiciones iniciales y facilitar el análisis de sistemas dinámicos en el dominio complejo, lo que la convierte en una herramienta clave para la modelización y resolución de sistemas físicos (Wunsch, 1997).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En el contexto de la formación en ingeniería electrónica, ambas transformadas son contenidos centrales, particularmente en la asignatura Análisis de Señales y Sistemas, correspondiente al tercer año de la carrera. Su enseñanza requiere articular conocimientos matemáticos adquiridos en el ciclo básico con aplicaciones prácticas, lo cual implica un alto grado de abstracción y dominio de múltiples representaciones (temporal, frecuencial y compleja).

En este escenario, diseñar propuestas didácticas que conecten los marcos teóricos con situaciones experimentales resulta crucial para mejorar la comprensión de los conceptos de la materia por parte de los estudiantes. Este artículo describe una de esas propuestas: un trabajo práctico centrado en el análisis de filtros electrónicos pasivos, que integra actividades de simulación computacional, resolución analítica y experimentación en el laboratorio.

Esta actividad forma parte de una serie de experiencias implementadas por la cátedra, denominadas Trabajos Prácticos de Hardware (TPH). Estas propuestas están orientadas al análisis de circuitos reales, el uso de software de simulación y la realización de mediciones sobre placas desarrolladas para tal fin. En particular, el TPH aquí presentado busca favorecer la apropiación de conceptos tales como: función de transferencia, respuesta en frecuencia, escalas logarítmicas y frecuencia de corte, en el marco del uso aplicado de las transformadas de Fourier y de Laplace.

Además, promueve la familiarización con herramientas tecnológicas claves en la práctica profesional, tales como software de simulación, instrumental de laboratorio y hojas de datos de componentes electrónicos.

Desarrollo

En el trabajo práctico se hace uso de dos herramientas matemáticas fundamentales para el análisis de sistemas lineales en tiempo continuo: la transformada de Fourier y la transformada de Laplace.

La transformada de Fourier permite expresar una señal $x(t)$ como una superposición de exponenciales complejas de distintas frecuencias y se define como:

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j\omega t}dt \quad \textbf{(1)}$$

Donde ω representa la frecuencia angular y j es la unidad imaginaria (Suarez Vargas, 2020). Esta transformada es clave para analizar la distribución espectral de señales periódicas y no periódicas.

Es importante aclarar que para el caso de señales periódicas la transformada de Fourier se representa como un tren de impulsos $\delta(\omega)$ cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia fundamental ω_0 de la señal $x(t)$, cuyos pesos están dados por los coeficientes a_k del desarrollo de la serie de Fourier de dicha señal multiplicados por 2π, y se expresa como:

$$X(j\omega) = 2\pi \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k \delta(\omega - k\omega_0) \quad \textbf{(2)}$$

La transformada de Laplace, por su parte, permite representar una función en términos de una variable compleja y se define como:

$$X(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-st}dt \quad \textbf{(3)}$$

Donde $s \in \mathbb{C}$ es una variable compleja de la forma $s = \sigma + j\omega$, con σ y ω reales (Wunsch, 1997). Esta transformada extiende el dominio de análisis a funciones que no necesariamente son absolutamente integrables y resulta especialmente útil para estudiar sistemas dinámicos, resolver ecuaciones diferenciales y analizar el comportamiento temporal de señales con condiciones iniciales.

Ambas transformadas permiten pasar del dominio temporal al complejo (en el caso de Laplace) o al frecuencial (en el caso de Fourier). Además, la transformada de Laplace incluye a la de Fourier como caso particular cuando $\sigma = 0$, es decir, cuando $s = j\omega$.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

A pesar de la exposición teórica en clase de ambas transformadas, su aplicación al análisis de sistemas físicos continúa representando una dificultad para los estudiantes. Esta brecha entre el abordaje formal y su aplicación práctica, habitual en asignaturas del ciclo básico, se acentúa en Análisis de Señales y Sistemas, donde dichos conceptos resultan esenciales para comprender los contenidos del ciclo superior.

El trabajo que aquí se presenta forma parte de una serie de tres implementados en la cátedra, con el objetivo de articular los marcos teóricos con prácticas significativas. El primero está orientado al tratamiento básico de señales, el segundo al análisis de la transformada de Fourier en tiempo continuo y este tercero se enfoca en el estudio de filtros pasivos de primer orden.

En esta propuesta, los estudiantes aplican las transformadas de Fourier y de Laplace al análisis de sistemas lineales e invariantes en el tiempo, trabajando con funciones de transferencia, respuestas en frecuencia y escalas logarítmicas en decibeles. La actividad se organiza en una secuencia de etapas que se resume en la **Figura 1** y que integran los enfoques analítico y experimental, favoreciendo tanto la comprensión de los contenidos como el desarrollo de habilidades prácticas, claves en la formación del ingeniero electrónico.

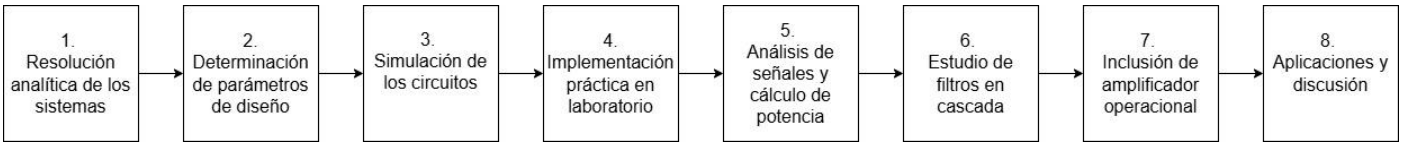


Figura 1: Etapas de desarrollo del Trabajo Práctico de Hardware Nº 3 (TPH N°3)

A continuación, se describen las actividades que los estudiantes llevan a cabo en cada una de las etapas presentadas en la **Figura 1**, destacando su vinculación con los contenidos teóricos desarrollados en clase. Asimismo, se analizan las dinámicas que surgen durante la resolución de las consignas y se enfatiza cómo cada instancia se articula con otras asignaturas del plan de estudios, contribuyendo al desarrollo integral de competencias propias del perfil profesional del ingeniero electrónico:

1. Resolución analítica de los sistemas: En esta primera etapa, los estudiantes plantean las ecuaciones diferenciales asociadas a dos circuitos RC de primer orden (*filtro pasa altos* y *filtro pasa bajos*), como los que se muestran en la **Figura 2** y determinan sus funciones de transferencia mediante el uso de la transformada de Laplace. Un *filtro pasa alto* permite el paso de señales con frecuencias superiores a una frecuencia de corte determinada, atenuando las más bajas; mientras que un *filtro pasa bajo* hace lo inverso, dejando pasar frecuencias bajas y atenuando las altas.

Posteriormente, trasladan el análisis al dominio de la frecuencia mediante la sustitución $s = j\omega$, lo que les permite interpretar el comportamiento de los filtros en términos de su respuesta en frecuencia.

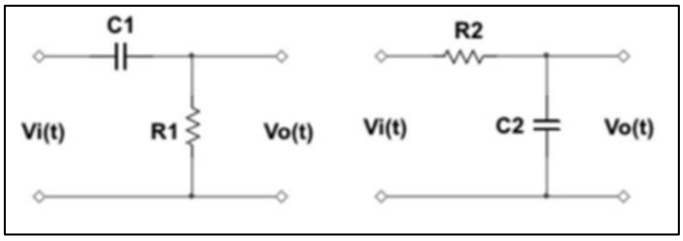


Figura 2: Circuitos RC de primer orden implementados en la etapa 1, con el filtro pasa altos a la izquierda y el filtro pasa bajos a la derecha.

Esta instancia fortalece la capacidad de modelar sistemas físicos a partir de herramientas matemáticas avanzadas. Además, permite integrar saberes adquiridos en asignaturas del ciclo básico y del ciclo superior como Teoría de los Circuitos I. En general, esta etapa no presenta mayores dificultades para los estudiantes ya que se basa en procedimientos con los que ya están familiarizados por su formación previa.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

2. Determinación de parámetros de diseño: Una vez obtenidas las funciones de transferencia, los estudiantes calculan los valores de los componentes; resistencias (R_1 y R_2) y capacitores (C_1 y C_2) necesarios para que cada circuito cumpla con una *frecuencia de corte* f_c preestablecida. La frecuencia de corte es el valor de frecuencia a partir del cual la amplitud de la señal de salida comienza a atenuarse significativamente y se define como el punto donde la magnitud de la respuesta cae al 70% (−3 dB) respecto del valor máximo. (Boylestad and Nashelsky, 2009):

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad \textbf{(4)}$$

Este paso implica una operatoria sencilla en el contexto de diseño técnico, pero los estudiantes comienzan a abordar problemas que incluyen restricciones propias del mundo real, como la disponibilidad de valores normalizados o comerciales de los componentes electrónicos.

La actividad favorece el desarrollo de criterios de diseño y promueve la toma de decisiones propias del proceso de diseño electrónico. Asimismo, permite vincular contenidos de análisis de sistemas con habilidades prácticas asociadas al dimensionamiento de componentes, integrando conocimientos de electrónica analógica y fortaleciendo competencias claves para la práctica profesional.

3. Simulación de los circuitos: Con los parámetros ya definidos, los estudiantes simulan ambos filtros en un software especializado. En esta instancia, analizan la respuesta temporal de cada circuito, verifican la atenuación en la frecuencia de corte y corroboran el tipo de filtro (pasa altos o pasa bajos) a partir del comportamiento observado. Tal como se muestra en la **Figura 3**, los estudiantes replican en el software los circuitos introducidos en la **Figura 1** con los valores correspondientes para cada caso.

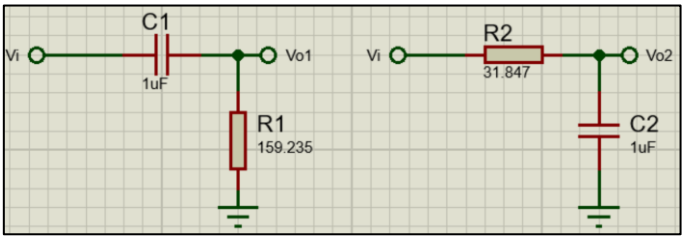


Figura 3: Ejemplo de armado en software de los circuitos correspondientes a la **Figura 1**.

Esta etapa promueve el uso de herramientas de simulación, el análisis crítico de resultados gráficos y la validación de modelos teóricos en entornos virtuales. Representa una instancia particularmente motivadora para los estudiantes, ya que para muchos constituye su primer contacto con software de simulación de circuitos. La cátedra adopta un enfoque flexible en cuanto a la herramienta utilizada, brindando soporte técnico a quienes lo requieran. La **Figura 4** muestra simulaciones realizadas por los alumnos.

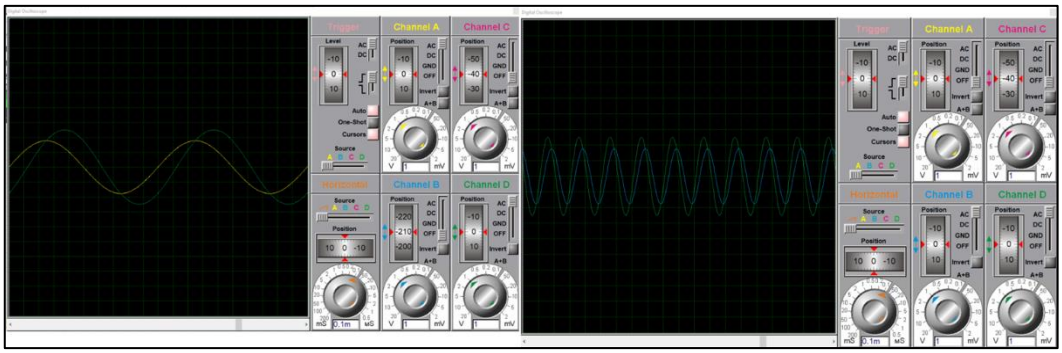


Figura 4: Resultados de simulación obtenidos por estudiantes en la etapa 3. Se observa la respuesta en frecuencia del filtro pasa altos (izquierda) y del filtro pasa bajos (derecha). En la imagen izquierda, la señal original se muestra en verde y la salida del filtro pasa altos en amarillo. En la imagen derecha, la señal original también aparece en verde y la salida del filtro pasa bajos en azul.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

4. Implementación práctica en laboratorio: Cada grupo implementa los filtros en una placa de pruebas o placa impresa y realiza mediciones utilizando el instrumental del laboratorio de electrónica: generador de funciones y osciloscopio. Se inyectan señales de prueba y se registran mediciones de amplitud, fase y comportamiento en frecuencia, que luego se comparan con los resultados teóricos y de simulación.

Una de las herramientas particularmente valiosas en esta etapa es la función de *Transformada Rápida de Fourier (FFT)* incorporada en los osciloscopios digitales, que permite visualizar la respuesta espectral del circuito en tiempo real. Esta posibilidad favorece una comprensión más intuitiva del dominio frecuencial y actúa como un puente entre los modelos matemáticos y las señales reales. Para muchos estudiantes, representa su primer acercamiento práctico al análisis espectral, promoviendo una apropiación significativa de conceptos como la frecuencia de corte, la atenuación y la forma del espectro.

Esta instancia resulta clave para el desarrollo de habilidades experimentales, el manejo riguroso del instrumental técnico y la validación empírica de modelos previamente analizados. En la **Figura 5** se ilustran algunos registros obtenidos por los estudiantes mediante el uso del osciloscopio.

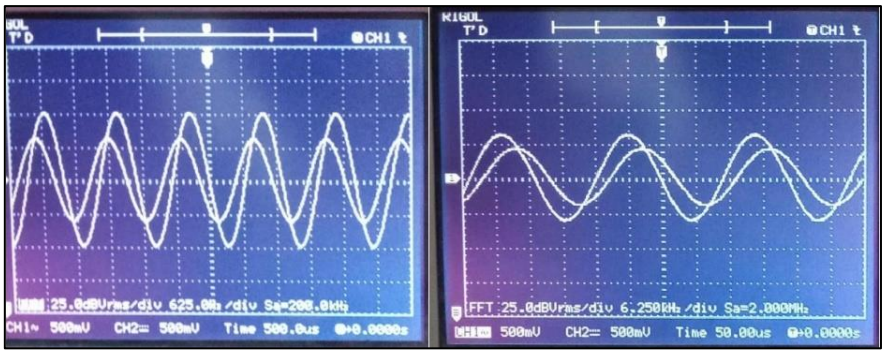


Figura 5: Mediciones realizadas con osciloscopio por estudiantes en la etapa 4. Se observa a la izquierda la respuesta temporal del filtro pasa altos y a la derecha la del filtro pasa bajos, ambas obtenidas a partir de señales de prueba aplicadas en el laboratorio.

5. Análisis de señales y cálculo de potencia: En esta etapa, los estudiantes analizan la respuesta de los filtros a señales cuadradas y su descomposición armónica mediante la transformada de Fourier.

A partir de la función *FFT* disponible en el osciloscopio, identifican los principales componentes espectrales de la señal de salida y estiman su potencia promedio aplicando la Relación de Parseval, expresada como:

$$P_o = \sum_{k=-\infty}^{k=\infty} |b_k|^2 = |b_o|^2 + 2\sum_{k=1}^{k=\infty} |b_k|^2 \quad \textbf{(5)}$$

Donde b_0 y b_n representan los coeficientes de la *serie de Fourier* de la señal (Oppenheim and Willsky, 1997).

Dado que el osciloscopio muestra solo el espectro positivo (debido a la simetría del espectro en señales reales), se aplica un factor 2 para considerar los armónicos negativos al calcular la potencia. Los estudiantes estiman la potencia a partir de los picos de la FFT, considerando entre 3 y 6 armónicos según el caso. Este procedimiento refuerza la relación entre la representación frecuencial y la potencia y favorece la articulación entre teoría y medición experimental. La **Figura 6** ilustra algunas de las simulaciones realizadas por los alumnos.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 6: Resultados de simulación obtenidos por estudiantes en la etapa 5. Se muestra el espectro de la señal (dominio frecuencial): a la izquierda, la respuesta del filtro pasa altos y a la derecha, la del filtro pasa bajos, obtenidas mediante la función FFT durante el análisis de señales.

6. Estudio de filtros en cascada: Posteriormente, los estudiantes simulan y analizan un sistema en cascada formado por los dos filtros estudiados (pasa bajos y pasa altos). Esta instancia permite observar cómo se conforma un *filtro pasabanda*, un tipo de filtro que permite el paso de señales cuyas frecuencias se encuentran dentro de un rango determinado, atenuando aquellas que se encuentran por fuera. En este caso, la respuesta del sistema se vuelve selectiva dentro del intervalo definido por las frecuencias de corte de cada etapa.

A través de esta actividad, los alumnos desarrollan la capacidad de integrar subsistemas y razonar sobre el comportamiento global a partir de funciones de transferencia parciales, fortaleciendo una visión sistémica del diseño electrónico. La simulación de esta implementación, realizada con herramientas a elección de los estudiantes, les permite visualizar en forma gráfica la superposición de efectos de ambos filtros. Algunos de los resultados obtenidos en esta etapa se muestran en la **Figura 7**.

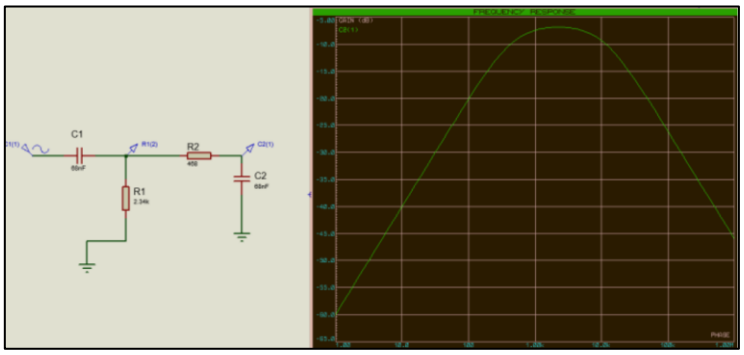


Figura 7: Simulaciones realizadas por alumnos en la etapa 6 correspondiente a un filtro pasa banda

Durante esta experiencia, es habitual que surjan errores de conexión o interpretación en la simulación de sistemas en cascada, lo que genera instancias valiosas de discusión y análisis. Estos desafíos contribuyen significativamente al aprendizaje, ya que obligan a los estudiantes a revisar sus conocimientos, reforzar conceptos teóricos y afianzar su comprensión del comportamiento frecuencial de sistemas en cascada.

7. Inclusión de amplificador operacional: Para superar las limitaciones observadas en la simulación del sistema en cascada, donde la interacción entre etapas puede alterar la respuesta global del circuito, los estudiantes incorporan un amplificador operacional entre ambos filtros. Esta configuración, también simulada por los propios alumnos, permite observar cómo la alta impedancia de entrada del operacional actúa como un buffer, desacoplando las etapas y preservando las condiciones de diseño originales. Esta intervención introduce, de manera contextualizada, conceptos claves de adaptación de impedancias y aislamiento entre subsistemas, pilares en el diseño robusto de sistemas electrónicos.

Además, esta instancia anticipa contenidos que se profundizan en la asignatura Teoría de los Circuitos II, como el análisis detallado del comportamiento de componentes activos y el diseño de etapas acopladas con impedancias controladas, ofreciendo así una articulación vertical en la formación. La inclusión de un componente activo representa un salto cualitativo en la actividad, ya que permite comprender su impacto funcional dentro de un circuito y fomenta criterios de diseño más elaborados. Ejemplos de simulaciones realizadas por los alumnos para este caso se muestran en la **Figura 8**.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

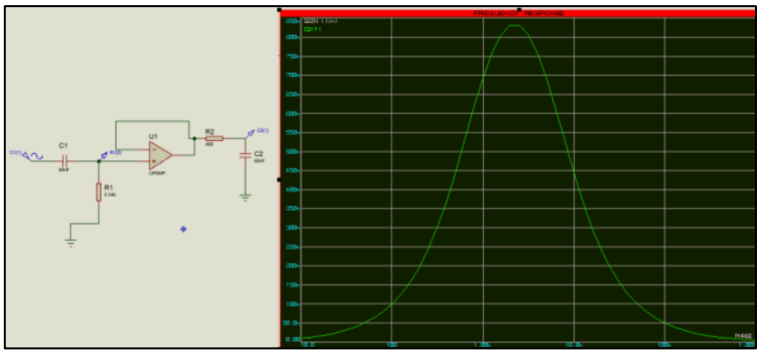


Figura 8: Simulaciones realizadas por alumnos en la etapa 7

8. Aplicaciones y discusión: Finalmente, se invita a los estudiantes a reflexionar sobre aplicaciones reales de los filtros estudiados en distintas áreas de la ingeniería, como procesamiento de señales, comunicaciones, instrumentación y control. Esta instancia promueve la transferencia del conocimiento a contextos profesionales concretos, favorece la comprensión de los usos tecnológicos de los contenidos abordados y fortalece habilidades de comunicación técnica y argumentación fundamentada.

Los estudiantes reconocen que muchos de los conceptos que emergen durante el TPH serán desarrollados en mayor profundidad en asignaturas de años posteriores. De este modo, esta etapa final no solo cierra la actividad articulando teoría, práctica y aplicación, sino que contribuye a consolidar una mirada progresiva del aprendizaje, cumpliendo con el objetivo inicial de tender puentes entre los contenidos del ciclo básico y las competencias requeridas en el ciclo superior de la carrera. Para finalizar, presentamos en la **Figura 9** algunos de los comentarios y conclusiones recopilados por los alumnos al concluir el TPH.

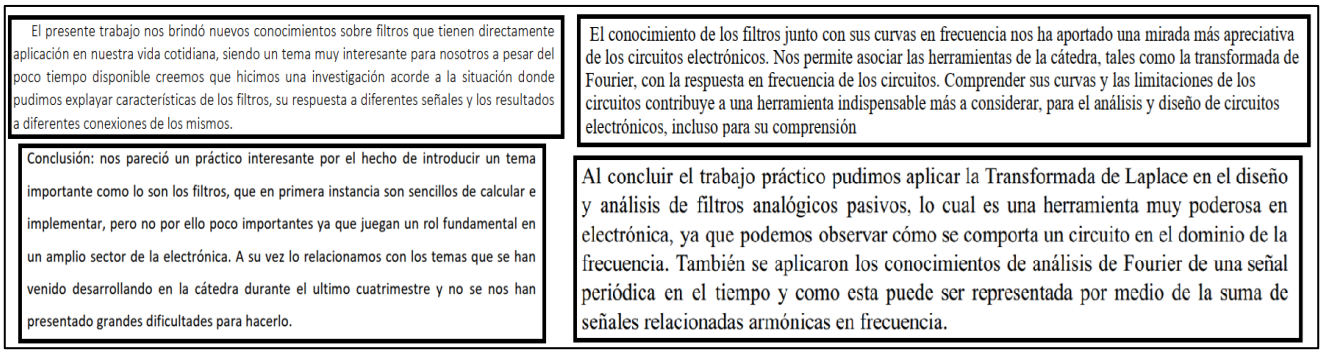


Figura 9: Algunos comentarios recogidos de los alumnos

Conclusiones

La realización del TPH Nº 3 permitió afianzar la comprensión de los filtros pasivos RC mediante un enfoque integral que combinó teoría, simulación y práctica experimental. Desde una perspectiva pedagógica, se promovió un aprendizaje activo y significativo, facilitando la apropiación de conceptos abstractos a través de su aplicación en contextos reales de la ingeniería electrónica.

Desde el rol docente, la propuesta resultó efectiva para guiar la construcción del conocimiento mediante consignas claras, análisis guiado y espacios para la reflexión crítica. Se observaron mejoras en la autonomía, el razonamiento y la capacidad de argumentación técnica de los estudiantes.

En términos de formación por competencias, se consolidaron habilidades técnicas específicas, como el modelado de sistemas, el uso de herramientas de simulación y la interpretación de datos en el dominio del tiempo y la frecuencia. Al mismo tiempo, se fortalecieron competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación técnica y el pensamiento crítico.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En conjunto, la experiencia evidencia el valor de integrar teoría y práctica en propuestas didácticas que fomenten el aprendizaje y el desarrollo de competencias profesionales, constituyéndose en un modelo replicable para fortalecer la enseñanza en carreras de ingeniería.

Actualmente, se continúa trabajando en la implementación de nuevos trabajos prácticos que integren estos mismos enfoques teórico-prácticos, utilizando circuitos con distintos grados de complejidad como filtros activos y redes RLC, con el objetivo de ampliar la comprensión de la asignatura y afianzar los contenidos.

Referencias

Suarez Vargas, F.C. (2020). “Análisis matemático de señales y sistemas”. Argentina: Universitas, pp. 175.

Wunsch, A. D. (1997). “Variable compleja con aplicaciones”. México: Addison-Wesley Iberoamericana, pp. 443.

Boylestad, R.; Nashelsky, L. (2009). “Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos”. México: Pearson, pp. 779-781.

Oppenheim, A.; Willsky, A. (1997). “Señales y Sistemas”. México: Prentice-Hall, pp. 205-206.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Curvas suaves: Un trabajo práctico para dar sentido a un “misterioso” requisito

Smooth curves: A student assignment to make sense of a “mysterious” requirement

Alberto Miyara
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Argentina.
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ingeniería, Argentina.
ajmiyara@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La definición de curva suave requiere que la parametrización tenga derivada continua y que su valor sea distinto del vector nulo. En este artículo describimos un trabajo práctico que se propuso dar sentido a este último requisito. Se pidió a los alumnos que siguieran mediante un software de tracking la trayectoria de un punto en el borde de una rueda de bicicleta, que dedujeran su ecuación y que asociaran sus resultados con el concepto de rodadura perfecta en Mecánica. De esta manera, la condición de que la derivada no debe ser nula pudo ser comprendida en un contexto físico, y la discusión de los resultados en clase incluyó un momento de revelación para los alumnos.

Palabras clave: Curva suave, parametrización, rodadura perfecta

Abstract

The smooth curve definition requires that the curve parametrization have a continuous derivative and that it be different from the null vector. This paper describes a student assignment intended to make sense of the latter requirement. Students were asked to use a software to track the trajectory of a point on the outer edge of a bicycle wheel, to derive its equation and to associate the results they obtained with the concept of rolling without slipping in Mechanics. The condition that the derivative must be non-null was thus understood within a physical context, and the classroom discussion of the results included a moment of insight for the students."

Keywords: Smooth curve, parametrization, rolling without slipping

Introducción

En Cálculo Vectorial, la definición de curva suave expresa: “Una parametrización $\vec{r}(t)$ es llamada suave sobre un intervalo I si $\vec{r}'(t)$ es continua y $\vec{r}'(t) \neq \vec{0}$ sobre I” (Stewart, 2012:855). Mientras que el primero de estos dos requisitos aparece como lógico y razonable, el segundo (es decir, la no nulidad de la derivada) no resulta intuitivamente inmediato, sobre todo porque al momento de introducirse el tema en Cálculo Vectorial el concepto de derivada nula ha sido visto por el estudiante en conexión con gráficas de funciones, en las cuales es indicativa de una tangente horizontal.

La textos de Cálculo no aclaran, en general, por qué en el caso de las parametrizaciones la derivada $\vec{r}'(t) = \vec{0}$ puede provocar que la curva no sea suave. Así, además del texto del cual extrajimos nuestra definición, podemos observar que en Edwards y Penny (1987:674) se aborda el concepto de suavidad para el caso bidimensional y se pide que las funciones componentes de la parametrización no tengan derivadas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

simultáneamente iguales a 0, sin proponerse una justificación para esta condición aparentemente arbitraria. En Zill y Wright (2011:663) se define la suavidad para una geometría tridimensional e inmediatamente se la asocia al concepto de vector tangente, pero nuevamente sin hacerse hincapié en qué ocurre con este en el caso en que $\vec{r}'(t) = \vec{0}$. Otros textos, como Rogawski (2012:957), introducen el concepto de curvas suaves al abordar el concepto de integral de línea sin haberlas definido previamente. A lo largo de nuestra experiencia dictando este tema hemos podido comprobar que los estudiantes memorizan la definición de suavidad sin realmente comprenderla.

En este trabajo describimos una experiencia desarrollada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario en que se utilizó una curva no suave por excelencia, la cicloide, como motivación para comprender el requisito de que $\vec{r}'(t) \neq \vec{0}$. Para ello se instruyó a los alumnos para que físicamente construyeran una cicloide, filmándose mientras montaban una bicicleta, y que después trabajaran con ese material para, primero, dar con la expresión matemática de dicha curva, y, luego, reflexionar sobre la falta de suavidad en los puntos en que la cicloide toca el piso a la luz de consideraciones físicas. Con ello se buscó implementar la técnica GEMC (*Grounded and Embodied Mathematical Cognition*, o Cognición Matemática Fundamentada y Corporalizada), descrita por Nathan y Walkington (2017) como una estrategia útil para la fijación de conceptos matemáticos en un contexto de aprendizaje significativo. Esta herramienta apela al uso del cuerpo y de recursos basados en lo corporal para promover la cognición, en un proceso que involucra una relación entre la activación del sistema motor, el procesamiento espacio-temporal, la representación gestual (y su acompañamiento mediante el lenguaje) y la representación formal escrita (Weisberg y Newcombe, 2017). En este trabajo, este objetivo se logra instruyendo a los estudiantes a que construyan una curva real basándose en su propio movimiento y que analicen sus propiedades.

Desarrollo

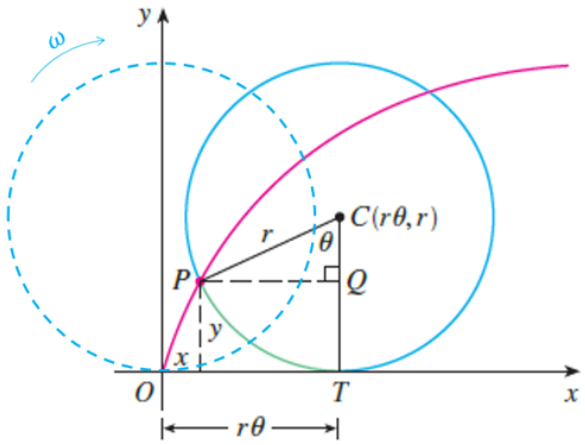
Se proporcionaron las siguientes consignas a los alumnos.

1. Pegue dos discos de vivos colores en una rueda de una bicicleta, uno sobre el borde y otro en el medio de un rayo.
2. En un espacio libre, maneje la bicicleta mientras un compañero filma su recorrido, intentando mantener una velocidad constante.
3. Mediante el software Kinovea obtenga las gráficas de las trayectorias de los discos.
4. Determine realizando las mediciones apropiadas la velocidad de la bicicleta y la velocidad angular de la rueda.
5. Mediante los datos del punto anterior, determine las funciones vectoriales teóricas que describen las trayectorias de los discos, que llamaremos $\vec{r}(t)$ (disco del borde) y $\vec{r}^*(t)$ (disco interior).
6. Grafíquelas y compárelas con las trayectorias filmadas.
7. Derive $\vec{r}(t)$ para el disco del borde de la rueda y analice cuándo dicha derivada es nula.
8. Vincule el resultado anterior con el concepto de rodadura perfecta en Mecánica.
9. Analice conceptualmente por qué cuando $\vec{r}'(t) = \vec{0}$ se puede producir un quiebre en la gráfica de la trayectoria, lo cual hace que la curva no sea suave en dicho punto.

La idea de estas instrucciones es ir guiando la atención del estudiante hacia la singularidad presentada por la cicloide en el instante en que el punto del borde de la rueda analizado toca el suelo, cosa que no sucede con puntos interiores a la rueda. Para ello es fundamental comprender en primer lugar que en una rodadura perfecta el arco girado por un punto en el borde de la rueda tiene una longitud igual al desplazamiento horizontal de la rueda. Esto se puede motivar intuitivamente instando al alumno a pensar en una alfombra que se desenrolla: lo que avanzó la alfombra por el suelo es igual a la longitud de alfombra que se desenrolló, la cual a su vez es equivalente a la longitud del arco girado.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Por otro lado, como se indica en la Figura 1, esa longitud de arco puede ser relacionada con el ángulo central del mismo (θ) a través del concepto de radián, resultando $|\overline{OT}| = \overset{\frown}{TP} = r\theta$. Por tratarse de un movimiento circular uniforme es $\theta = \omega t$, donde ω es la velocidad angular y t el tiempo. Luego:



$$|\overline{OT}| = \overset{\frown}{TP}$$

$$|\overline{OT}| = r\theta$$

Fig. 1. Análisis del movimiento de un punto sobre el borde de una rueda en rodadura perfecta

$$x = |\overline{OT}| - |\overline{PQ}| = r\theta - r\,\text{sen}\,\theta = r\omega t - r\,\text{sen}\,\omega t \tag{1}$$

$$y = r - |\overline{CQ}| = r - r\cos\theta = r - r\cos\omega t \tag{2}$$

$$\vec{r}(t) = \langle r\omega t - r\,\text{sen}\,\omega t\,;\, r - r\cos\omega t\rangle \tag{3}$$

Mientras que para un punto situado no sobre la periferia de la rueda, sino a una distancia $a \neq r$ del centro se tendrá, haciendo un análisis similar:

$$\vec{r}^{\,*}(t) = \langle r\omega t - a\,\text{sen}\,\omega t\,;\, r - a\cos\omega t\rangle \tag{4}$$

Las velocidades de ambos puntos vendrán dadas por:

$$\vec{v}(t) = \vec{r}\,'(t) = \langle r\omega - r\omega\cos\omega t\,;\, r\omega\,\text{sen}\,\omega t\rangle \tag{5}$$

$$\vec{v}^{\,*}(t) = \vec{r}^{\,*\prime}(t) = \langle r\omega - a\omega\cos\omega t\,;\, a\omega\,\text{sen}\,\omega t\rangle \tag{6}$$

La rueda habrá dado una vuelta completa cuando el ángulo girado sea $\theta = \omega t = 2\pi$, o sea cuando $t = \frac{2\pi}{\omega}$. En tales circunstancias, $\vec{v}(t) = \vec{0}$, pero $\vec{v}^{\,*}(t) \neq \vec{0}$. Esto se explica en la Figura 2.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

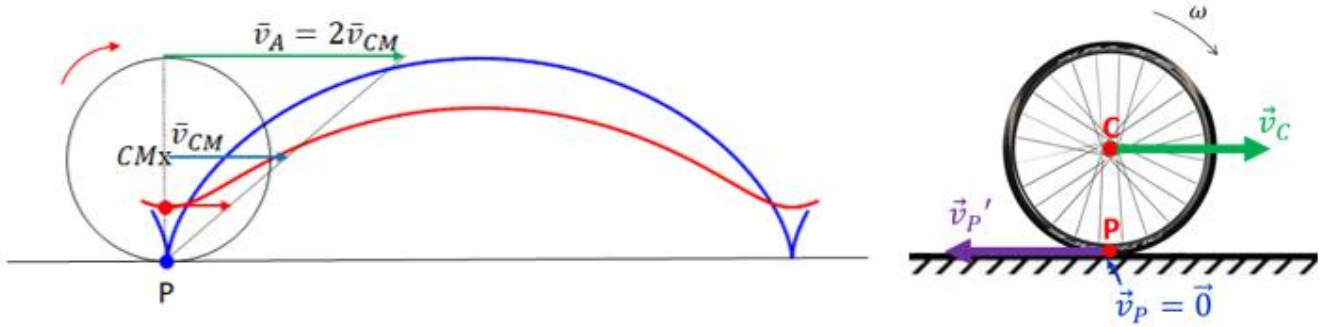


Figura 2. Explicación de la velocidad nula para un punto de una rueda en contacto con el suelo

Como se puede observar, la velocidad del punto en contacto con el suelo (trayectoria azul) con respecto al propio suelo ($\vec{v}_P$) es la suma vectorial de su velocidad respecto al centro de la rueda ($\vec{v}_P'$) más la velocidad del centro de la rueda respecto al suelo ($\vec{v}_C$). En rodadura perfecta (sin resbalamiento) esa suma arroja el vector nulo, lo cual se refleja en el "buen agarre" del neumático contra el suelo. Para otros puntos de la rueda (trayectoria roja), la composición de ambas velocidades arroja vectores no nulos, obteniéndose el perfil de velocidades de la figura.

En el trabajo de los alumnos, se esperaba que pudieran marcar la trayectoria de ambos discos en la filmación apelando a un software de tracking (Kinovea), que pudieran deducir las ecuaciones (3) a (6), que vincularan las velocidades con el tema de rodadura perfecta y que reflexionaran sobre el "pico" que se observa para la trayectoria del disco situado sobre el borde de la rueda al tocar el piso.

Resultados

En su trabajo, los estudiantes pudieron deducir la ecuación (3) (trayectoria del disco situado sobre el borde), tras comprender la vinculación entre arco de circunferencia girado y distancia recorrida con el ejemplo de la alfombra que se desenrolla (Figura 3).

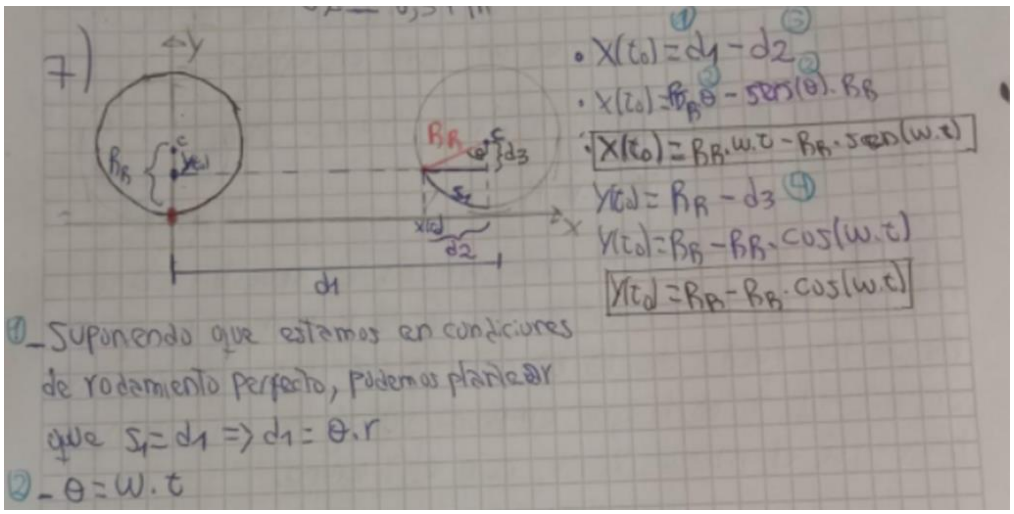


Figura 3. Deducción de la trayectoria de un punto sobre el borde de una rueda que se rototraslada

En cambio, la deducción de la trayectoria de un punto interior de la rueda suscitó algo más de dificultad (Figura 4), lo cual es comprensible porque en este caso el arco girado por el punto ya no es igual a la longitud recorrida por la rueda. Esto fue debatido más tarde en la discusión grupal de la experiencia.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

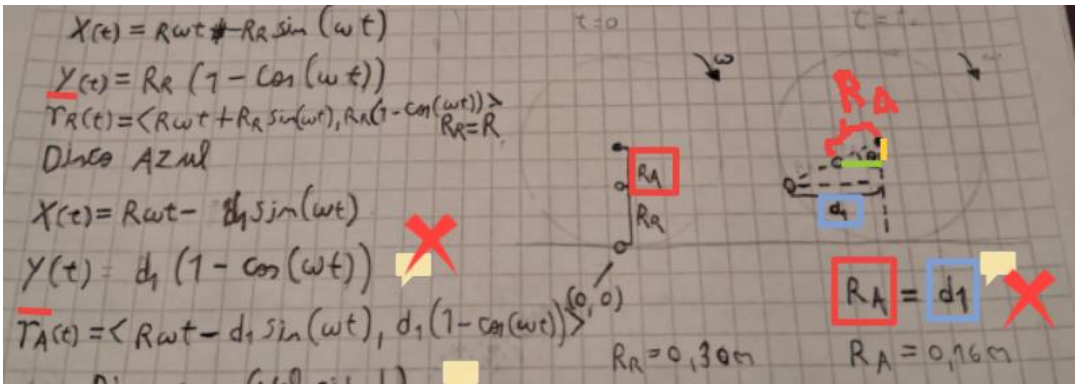


Figura 4. Deducción fallida de la trayectoria de un punto interior de una rueda que se rototraslada

Por otro lado, los grupos que obtuvieron ambas ecuaciones las pudieron contrastar con la trayectoria de los discos de colores detectada por el software Kinovea, obteniendo resultados bastante satisfactorios. Los alumnos reportaron que una de las mayores dificultades había consistido en ajustar las condiciones para que el avance de la bicicleta fuera, en efecto, de velocidad aproximadamente constante. Una vez asegurado esto, las similitudes entre las curvas teóricas y experimentales fueron notables (Figura 5).

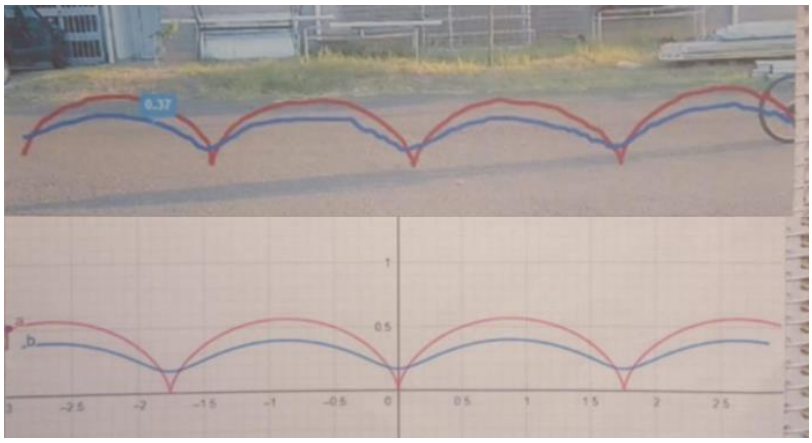


Figura 5. Trayectorias experimentales (arriba) y teóricas (abajo) de dos discos de colores pegados a la rueda de una bicicleta que se traslada, uno en el borde y otro en un punto interior de un rayo.

Derivando las expresiones, los estudiantes pudieron comprobar que la velocidad nunca se hacía $\vec{0}$ para el caso del disco interior a la rueda, lo cual es consistente con el hecho de que la trayectoria de este disco admite en todo momento un vector tangente, mientras que en el caso del disco situado en el borde la velocidad se hacía nula en el momento en que dicho disco tocaba el suelo. Encontraron dificultades, sin embargo, para interpretar física y geométricamente este resultado, lo cual motivó que se realizara una puesta en común.

En la discusión grupal, los docentes trajeron a colación el concepto de rodadura perfecta y los estudiantes recordaron de Física el requerimiento de velocidad nula para el punto de la rueda en contacto con el suelo. Quedaba por interpretar el hecho de que la curva fuera puntiaguda. En un momento heurístico de la discusión, un alumno se expresó en, aproximadamente, en los siguientes términos:

> *Claro… Porque si por ejemplo una cucaracha viene corriendo con una cierta velocidad, instantáneamente tiene que seguir en esa misma dirección, no puede cambiar bruscamente. En cambio si se detuvo después puede agarrar para cualquier lado.*

Hemos representado esta interpretación en la Figura 6.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Efectivamente, el insecto de la izquierda, que avanza con una velocidad marcada en rojo, no puede súbitamente desviarse hacia alguna de las direcciones indicadas en azul. En cambio el insecto de la derecha, que llega a un punto con una velocidad nula, puede retomar la marcha en cualquier dirección, como las marcadas en verde, produciéndose un quiebre en su trayectoria. Esto explica la trayectoria del disco pegado al borde de la rueda, que viene descendiendo hacia abajo y súbitamente pasa a moverse hacia arriba, como en un "rebote", lo cual sería imposible si su velocidad no fuera instantáneamente nula al momento de tocar el piso. De esta manera queda vinculado el concepto de velocidad nula con el de ausencia de suavidad, porque es esa condición la que posibilita los cambios de dirección asociados a comportamientos "angulosos" de la trayectoria de una partícula.

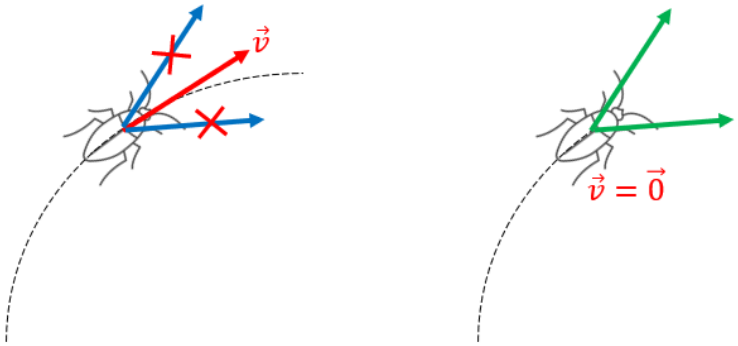


Figura 6. Representación gráfica de un argumento de un alumno interpretando la relación entre derivada nula y curva suave.

Conclusiones

La experiencia planteada permitió que un requisito de la definición de curva suave que aparece formulado sin mayor justificación en muchos libros de texto, esto es el de que la velocidad instantánea debe ser distinta del vector nulo, fuera interpretado en un contexto físico en el cual se recuperaron conceptos de Mecánica Clásica, entre ellos el de rodadura perfecta. Las consignas también permitieron a los estudiantes aprovechar herramientas de procesamiento visual asistido como el software de *tracking*, y encarar un proceso de modelización basado en los datos provistos por esa herramienta informática. De esa manera, los participantes pudieron comprobar tanto visual como analíticamente que efectivamente el punto en que el vector velocidad es nulo es un punto de no suavidad de la curva, y llegaron en la discusión grupal a una interpretación altamente conceptual del significado físico profundo de dicha condición.

A futuro, puede pensarse en distintas variantes de esta experiencia, tales como plantear ahora una bicicleta acelerada y vincular los resultados experimentales con otros conceptos de la Mecánica como el de aceleración centrípeta, aceleración angular y aceleración tangencial, lo cual permitirá validar otros resultados matemáticos (como que el vector aceleración debe apuntar hacia la parte convexa de la curva).

Referencias

Edwards, C.H. y Penny, D.E. (1987) Cálculo y geometría analítica (1ª ed.). México: Prentice-Hall Hispanoamericana.

Nathan, M.J. y Walkington, C. (2017). Grounded and embodied mathematical cognition: Promoting mathematical insight and proof using action and language. *Cognitive Research*, 2:9. https://doi.org/10.1186/s41235-016-0040-5. Accedido el 25 de marzo de 2023.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Rogawski, J. (2012). *Cálculo. Varias variables* (2ª ed.). Barcelona: Reverté.

Stewart, J. (2012). *Cálculo de varias variables. Trascendentes tempranas*, (7ª ed.). México: Cengage Learning.

Weisberg, S y Newcombe, N. (2017). Embodied cognition and STEM learning: overview of a topical collection in CR:PI. *Cognitive Research: Principles and Implications,* 2:38. https://doi.org/10.1186/s41235-017-0071-6. Accedido el 20 de mayo de 2025.

Zill, D. y Wright, W. (2011) *Cálculo. Trascendentes tempranas* (1ª ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Aplicación de Ecuaciones Diferenciales en el Cálculo de la Deflexión de una Platea: Propuesta Didáctica para Futuros Ingenieros.

Application of Differential Equations in the Calculation of Plate Deflection: A Teaching Proposal for Future Engineers.

Miguel O. Oliveira
Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemáticas, Resistencia, Chaco.
ingmigueloliveira@gmail.com

Juan P. Parvanoff
Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemáticas, Resistencia, Chaco.
juanparvanoff@gmail.com

Pablo A. Beneyto
Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemáticas, Resistencia, Chaco.
pablo.a.beneyto@gmail.com

Jirina C. Tirner
Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemáticas, Resistencia, Chaco.
jtirner@ing.unne.edu.ar

Resumen

Este trabajo describe una propuesta didáctica, diseñada para estudiantes de segundo año de Ingeniería en la asignatura Análisis Matemático III, busca integrar las ecuaciones diferenciales ordinarias en un contexto ingenieril auténtico: el cálculo de la deflexión de una platea sobre suelo elástico (modelo de Winkler).

La actividad descripta está basada en el enfoque de formación por competencias y aprendizaje situado, y promueve el análisis matemático, la resolución de problemas estructurales, el uso de herramientas computacionales (Python, GeoGebra) y el trabajo colaborativo.

La colaboración entre docentes de ciencias básicas y tecnológicas contextualiza los conceptos, fortaleciendo la motivación y la identidad profesional de los estudiantes. Se espera que esta experiencia fomente la permanencia estudiantil, superando la percepción abstracta de las ecuaciones diferenciales y consolidando un modelo de enseñanza interdisciplinario.

Palabras clave: Ecuaciones diferenciales, Aprendizaje situado, Deflexión, Platea, Modelo de Winkler.

Abstract

This paper describes a teaching proposal designed for second-year engineering students in the Mathematical Analysis III course. It seeks to integrate ordinary differential equations into an authentic engineering context: the calculation of the deflection of a slab on an elastic floor (Winkler model).

The activity described is based on a competency-based approach and situated learning, and promotes mathematical analysis, structural problem-solving, the use of computational tools (Python, GeoGebra), and collaborative work.

The collaboration between basic science and technology teachers contextualizes the concepts, strengthening students' motivation and professional identity. This experience is expected to foster student retention, overcoming the abstract perception of differential equations and consolidating an interdisciplinary teaching model.

Keywords: Differential equations, Situated learning, Deflection, Stalls, Winkler model.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La problemática del desgranamiento y la deserción en las carreras de ingeniería ha sido ampliamente estudiada por investigadores de la Facultad de Ingeniería (Mahave et al., 2008), evidenciando la necesidad de repensar las prácticas docentes.,

Entre las acciones orientadas a mejorar estos indicadores se destacan las propuestas implementadas desde el ingreso (Balbi et al., 2022), y el trabajo conjunto entre docentes de asignaturas matemáticas y tecnológicas. Estas iniciativas buscan generar puentes no sólo entre los estudiantes y el conocimiento matemático, sino también entre los propios docentes, fomentando espacios de reflexión pedagógica interdisciplinaria.

Como plantea Melina Furman (2022), innovar en educación implica mirar con ojos curiosos y reflexivos la propia práctica, ensayando nuevas estrategias y ajustando el rumbo según los resultados observados.

Además, el cambio de paradigma en la educación considerando la formación por competencias y el aprendizaje centrado en el estudiante, generó un proceso de cambio curricular hacia un currículo por competencia para la formación del futuro ingeniero.

En este contexto, la enseñanza de la matemática cobra una relevancia particular, dada su función estructurante dentro del currículo de ingeniería. La creciente presencia de herramientas de simulación y software de cálculo en el ámbito profesional exige una comprensión sólida de los modelos matemáticos subyacentes. Con esta mirada, en 2019 se inició el proyecto de investigación PI 19 D004: *Aplicaciones ingenieriles de los temas matemáticos del ciclo básico de las carreras de ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste en contexto regional*, acreditado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE. El proyecto sostuvo como objetivo central diseñar y poner en práctica propuestas didácticas que contextualicen el aprendizaje matemático, favoreciendo experiencias significativas y situadas.

Teniendo en cuenta, además, que la enseñanza centrada en el estudiante y basada en competencias, tal como la define Tobón (2006), propone que el alumno movilice saberes para resolver situaciones complejas.

Experiencias previas (Balbi et al., 2024) ya habían explorado el uso de recursos como videos contextualizados para introducir las EDO, observando una recepción positiva por parte de los estudiantes. En aquel caso se abordaba la ecuación de Euler-Bernoulli, de segundo orden, utilizada para modelar la deformación en vigas. En esta nueva propuesta se profundiza en un modelo más complejo, fortaleciendo la apropiación del contenido matemático a través de su aplicación directa en un problema estructural

Siguiendo esta perspectiva, se desarrolló una experiencia didáctica en el marco de la asignatura *Análisis Matemático III (AM3)*, orientada a estudiantes de segundo año de Ingeniería. El propósito fue abordar el estudio de ecuaciones diferenciales desde una aplicación concreta: el cálculo de la deflexión de una platea bajo carga puntual, apoyada sobre un suelo elástico modelado según la hipótesis de Winkler.

Desarrollo

La actividad se diseñó bajo un enfoque de formación por competencias, promoviendo la integración de conocimientos, habilidades y actitudes. Con el Propósito de que los estudiantes resuelvan problemas complejos, trabajen colaborativamente y utilicen herramientas tecnológicas.

Las competencias especificas abordadas son:

- **Análisis matemático**: Formular y resolver una ecuación diferencial de cuarto orden, aplicando condiciones de contorno para modelar la deflexión de una platea.
- **Resolución de problemas ingenieriles**: Interpretar los resultados en el contexto del diseño estructural, evaluando implicaciones prácticas, considerando límites de deformación para ese tipo de cimentaciones.
- **Uso de herramientas computacionales**: Implementar códigos en Python para resolver el sistema de ecuaciones, además de emplear GeoGebra para explorar resultados gráficamente.
- **Trabajo colaborativo**: Participar en discusiones grupales para analizar la influencia de parámetros como, la carga aplicada, el coeficiente de balasto del suelo y la rigidez de la platea.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La actividad se estructura en tres etapas, apoyadas por recursos tecnológicos y tutoría activa:

- Introducción teórica.
- Sesión práctica en laboratorio.
- Discusión y análisis grupal.

A continuación, se profundiza en cada una de las etapas.

1. Introducción teórica (30 minutos):

Docentes ingenieros colaboran en una presentación en Power Point que explica los conceptos teóricos básicos, tanto sobre las ecuaciones diferenciales como de las cimentaciones de estructuras.

En primer lugar, se efectúa una introducción recordando lo visto en el video sobre la aplicación de las ecuaciones diferenciales para conocer la deflexión de una viga, luego se mostraron las diferentes estructuras que pueden emplearse para cimentación de estructuras, y se trató especialmente el caso de las plateas de hormigón armado, mostrando imágenes y ejemplos de obras, para contextualizar el tema.

Se mencionan cuestiones tales como la clasificación en plateas rígidas y flexibles, relacionados con la interacción entre las estructuras y el suelo sobre el que apoyan. A partir de esto, se eligerán los métodos de cálculo de las cimentaciones.

Además, se repasa el cálculo del momento de inercia, se comenta el significado del Módulo de elasticidad (E)y el coeficiente de balasto (k), de manera simplificada y adaptada a estudiantes de 2do año. Al mencionar el coeficiente de balasto, se lo relaciona con lo aprendido sobre los resortes.

En el método de *diseño flexible aproximado*, el suelo se supone que es equivalente a un número infinito de resortes elásticos, como se muestra en la figura 1. A esta suposición se denomina “cimentación Winkler”.

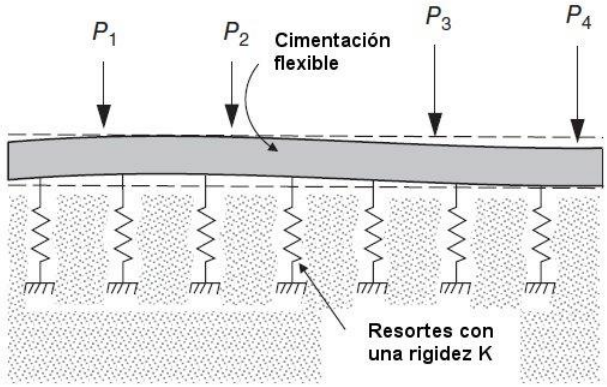


Figura 1: Cimentación flexible sobre un “lecho de resortes” (concepto de Winkler). (Baban, 2016)

El modelo más realista, para una platea cuadrada de lado L, con una carga puntual P aplicada en el centro, se puede usar la ecuación de placa sobre suelo elástico de Winkler (Donini & Orler, 2015):

$$D * \left[\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4}\right] + k * w(x) = \frac{\partial^4 P}{\partial x \partial y} \quad (1)$$

con: $$D = \frac{E_c * h^3}{12 * (1 - \mu^2)} \quad (2)$$

w (x) = deflexión o deformación vertical para un punto de coordenadas (x,y).
P= Carga concentrada (kN)
k= coeficiente de balasto del suelo (kN/m^3)
Ec=Módulo de elasticidad del hormigón ((kN/m^2)
h= Espesor total de la platea (m)
μ= módulo de Poisson del hormigón.

Modelo unidimensional (simplificado como viga sobre suelo elástico Winkler):

Con el objetivo de facilitar la comprensión del tema, se analiza una platea cuadrada de lado L, y se considera que la carga P está aplicada de manera puntual en la mitad de la Luz L.

Entonces, consideramos una faja de la platea (figura 2)

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

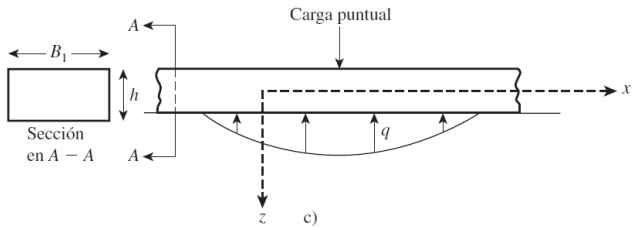


Figura 2: Faja de la cimentación con una carga puntual. (Das, 2012)

De la mecánica de los materiales, tenemos las siguientes expresiones (Das, 2012):

$$E * I * \frac{d^2 w(x)}{dx^2} = M(x) \quad ; \qquad \text{Momento flector} \tag{3}$$

Derivando:

$$\frac{dM(x)}{dx} = E * I * \frac{d^3 w(x)}{dx^3} = V(x) \quad ; \qquad \text{Esfuerzo de corte} \tag{4}$$

Derivando nuevamente:

$$\frac{dV(x)}{dx} = E * I * \frac{d^4 w(x)}{dx^4} + k * w(x) = P * \delta(x - L/2) \tag{5}$$

En la figura 3, se pueden observar cada una de estas expresiones graficamente:

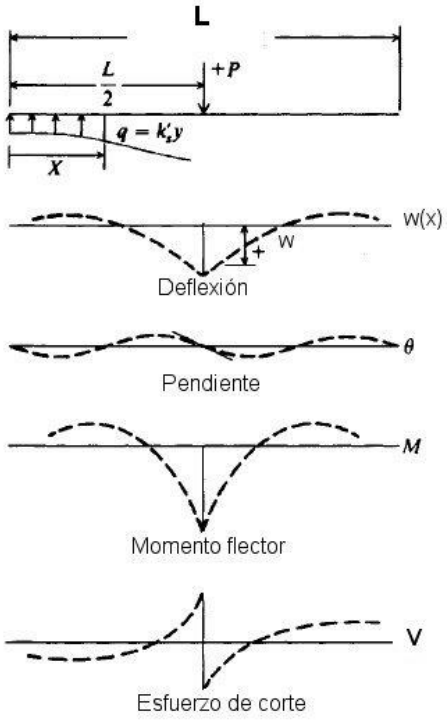


Figura 3. Gráfico de w, θ, M, V. (Bowles, 1996)

Se considera la deformación a la izquierda y a la derecha de la carga aplicada, entonces la solución general para cada tramo será:

$$w_1(x) = A * \cos(\lambda x) + B * \sin(\lambda x) + C * \cosh(\lambda x) + D * \sinh(\lambda x) \quad 0 \le x < L/2 \tag{6}$$

$$w_2(x) = E * \cos(\lambda x) + F * \sin(\lambda x) + G * \cosh(\lambda x) + H * \sinh(\lambda x) \quad L/2 < x \le L \tag{7}$$

Con: $\lambda = \left(\frac{b*k}{E*I}\right)^{1/4}$; Factor de amortiguación (8)

Para determinar las ocho constantes, se aplican ocho condiciones de contorno y continuidad:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

- En los extremos (x=0 y x=L):
  $w_1(0) = 0$ (Desplazamiento nulo en el apoyo izquierdo) (9)
  $w_1''(0) = 0$ (Momento nulo en el apoyo izquierdo) (10)
  $w_2(L) = 0$ (Desplazamiento nulo en el apoyo derecho) (11)
  $w_2''(L) = 0$ (Momento nulo en el apoyo derecho) (12)
- En el centro (x=a=L/2):
  $w_1(a) = w_2(a)$ (Continuidad de la deflexión) (13)
  $w_1'(a) = w_2'(a)$ (Continuidad de la pendiente) (14)
  $w_1''(a) = w_2''(a)$ (Continuidad del momento) (15)
  $EI\,[w_1'''(a) - w_2'''(a)] = -P$ (Salto de V debido a la carga puntual) (16)

2. Clase práctica en el aula (60 minutos):

Se presenta el ejercicio a analizar, donde se desea determinar la flecha vertical $w(x)$ de una platea apoyada sobre un suelo elástico (modelo de Winkler), con una carga puntual P aplicada en el centro de la viga (en $x = a = L/2$).

La platea se modela como una viga de longitud L, rigidez flexional EI, y con coeficiente de balasto del suelo k.

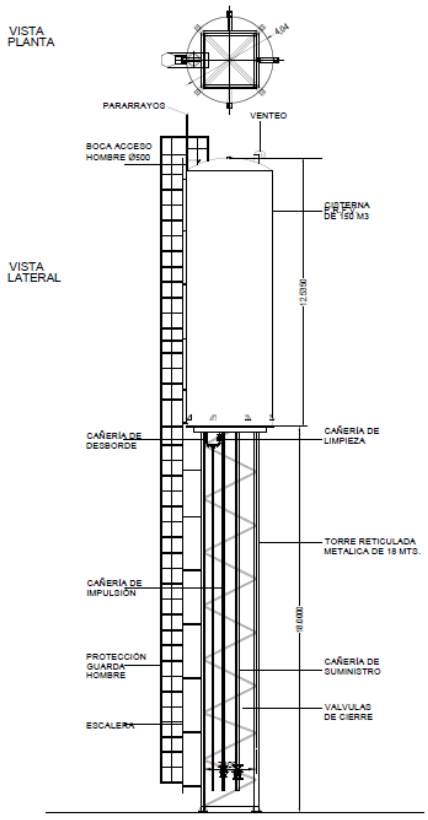


Figura 4: Vista del tanque elevado y estructura de soporte.

Datos:
Carga aplicada: P= 1600 kN
Lado de la platea: L= 6,00 m
Espesor de la platea: H= 0,50 m
Coeficiente de balasto:
$K_{0,3}$ = 25 MN/m^3
Kr= 4976 kN/m3 (Coef. De balasto para la faja considerada).
Módulo de Elasticidad del H°:
E= 23500 MPa=2,35×107 kN/m^2

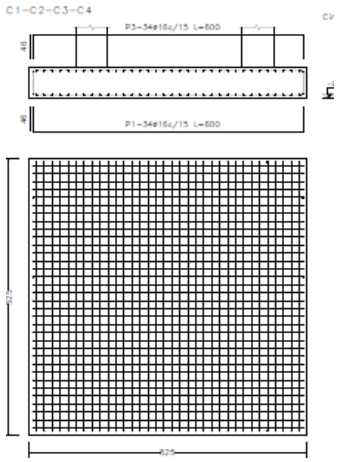


Figura 5: Planta y Corte de la platea de fundación.

Con la tutoría de los docentes de AM3, se calculan todos los parámetros necesarios para reemplazar en la ecuación homogénea.

Reemplazando valores, se obtienen las 8 ecuaciones y se propone a los estudiantes resolver el sistema y graficar *w*(*x*), analizando cómo las variaciones en *k*, *E*, o *I* afectan la deflexión, para ello trabajan en Google Colab con celdas interactivas para experimentar con parámetros como la rigidez ($E \cdot I$) y el coeficiente de balasto del suelo (k).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En una planilla Excel, se calculan las deflexiones para distintos valores de la distancia “x” y también se emplea GeoGebra para visualizar la deformada de la platea.

La flecha máxima ocurre en el centro, donde está la carga puntual: $w_{máx}=w_1(a)=w_2(a)$

3. Discusión y análisis grupal:

Posteriormente, se propone que los estudiantes trabajen en grupo para calcular las deflexiones de plateas bajo distintas condiciones de diseño, utilizando el código Python provisto en el aula virtual como herramienta de apoyo.

Con el propósito de socializar dudas y reflexiones, en un foro en el aula virtual, se propone que analicen si estas deformaciones implican riesgos estructurales, indagando en los conceptos relacionados a las deformaciones límites, proponiéndoles que actúen como ingenieros y formulen soluciones o cambios en el diseño de la platea en función de sus análisis, comparando sus observaciones con las obtenidas empleando Inteligencia artificial (ia).

Resultados

Aunque la clase aún no se ha implementado, se espera que la propuesta didáctica descrita logre resultados significativos en términos de aprendizaje y desarrollo de competencias en los estudiantes de segundo año de Ingeniería, en el marco de la asignatura Análisis Matemático III.

Basado en el enfoque de aprendizaje situado, se espera que la contextualización del problema en un escenario real de ingeniería civil motive a los estudiantes y facilite la retención de conceptos abstractos. La conexión con la ecuación de Euler-Bernoulli para vigas, la introducción a conceptos de cimentaciones, y la analogía del modelo de Winkler como un lecho de resortes ayudarán a los estudiantes a comprender la interacción suelo-estructura de manera intuitiva. La presentación de imágenes de obras reales y la colaboración de ingenieros de asignaturas tecnológicas, reforzarán la percepción de relevancia profesional.

Aunque los resultados específicos dependerán de la implementación, que se llevará a cabo en el 1er cuatrimestre de 2026, se espera que la actividad fomente la motivación y la permanencia estudiantil, abordando las problemáticas de desgranamiento y deserción identificadas en estudios previos.

Al situar a los estudiantes en un rol activo, resolviendo un problema ingenieril auténtico, se anticipa un fortalecimiento de su identidad profesional desde los primeros años de la carrera.

La integración de herramientas tecnológicas (Jupyter Notebook, Google Colab, Python, GeoGebra) y la tutoría, promoverán un aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes experimentar con diferentes parámetros y analizar su impacto de sus decisiones en la deflexión de la platea.

La retroalimentación recopilada a través del foro en Moodle permitirá evaluar la percepción de los estudiantes sobre la actividad y el impacto en su aprendizaje. Esta información será clave para ajustar y mejorar la propuesta en futuras implementaciones.

Conclusiones

Un aspecto clave de esta propuesta es la interacción entre docentes de ciencias básicas y tecnológicas. Esta sinergia permite contextualizar los conceptos matemáticos, con aplicaciones prácticas, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje, aportando ejemplos de obras reales y explicaciones prácticas, lo cual no solo facilita la comprensión de los estudiantes, sino que consideramos refuerza su percepción de la relevancia de las matemáticas en su formación profesional.

Creemos que la colaboración interdisciplinaria es fundamental para construir puentes entre asignaturas, promoviendo una formación integral y alineada con las demandas de la ingeniería moderna..

Confiamos que esta experiencia didáctica tenga el potencial de transformar la percepción de las ecuaciones diferenciales como un contenido abstracto y posicionarlas como una herramienta esencial en la resolución de problemas ingenieriles.

Además, el uso de recursos tecnológicos y metodologías activas no solo fortalece las competencias de los estudiantes, sino que también contribuye a su motivación y permanencia en la carrera.

Esperamos que los resultados obtenidos nos permitan consolidar un modelo de enseñanza que integre teoría, práctica y colaboración interdisciplinaria.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Referencias

1. Balbi, M. M., Beneyto, C. V., Tirner, J. C., & Giraudo, M. B. V. (2022). Migración a un currículum por competencias en el módulo de ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UNNE. En *Actas del Congreso EMCI 2022*.
2. Balbi, M. M., Tirner, J. C., Oliveira, M. O., & Parvanoff, J. P. (2024). Aplicación de ecuaciones diferenciales para el cálculo de deformaciones en vigas y plateas, en la asignatura Análisis Matemático III. Ponencia presentada en el *Congreso EMCI 2024*.
3. Baban, T. (2016). *Shallow foundations: Discussions and problem solving*. Wiley Blackwell.
4. Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.
5. Das, B. M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (7ª ed.).
6. Donini, H. J., & Orler, R. (2015). *Plateas de hormigón armado: Modelos de cálculo y aspectos constructivos* (1ª ed.). Editorial Nobuko.
7. Furman, M. (2022). Enseñar distinto (1ª ed.). Siglo XXI Editores.
8. Mahave, A., Parisi, M., Ojeda, N., Arriola, E., Cruz de Mena, N., Giraudo, M., Balbi, M., & Kosteski, L. (2008). Decrecimiento de la población estudiantil durante el primer año de la carrera de ingeniería. Relevamiento correspondiente a los diez últimos años. *Revista del Instituto de Matemática,* (7), 3–7.
9. Tobón, S. (2006). *La formación basada en competencias*. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De las Celdas al Código: Estrategias escalonadas con Excel y Octave en la enseñanza de Álgebra Lineal

From Cells to Code: Scaffolded strategies using Excel and Octave in the teaching of Linear Algebra

Matias Alejandro Espindola Coronel
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Argentina.
matiiespindola@gmail.com

Juan Carlos Rodriguez Gijón
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Argentina.
juan.rodriguez020411@gmail.com

Roberto Emanuel Gallo
Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Argentina.
Roberto.e.gallo532@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta una experiencia didáctica orientada a mejorar la enseñanza de Álgebra Lineal en carreras de ingeniería de la FCEyT de la UNSE, mediante el uso combinado de los softwares Excel y Octave. En el marco del Proyecto de Investigación: “Análisis de las causas de deserción de los estudiantes de Álgebra Lineal. Una propuesta de mejora”, Código 23/C210-PIP-2024, se diseñaron actividades contextualizadas que permitieron vincular los contenidos teóricos con situaciones reales. Excel se utilizó como herramienta inicial por su accesibilidad y facilidad de uso, mientras que Octave permitió abordar problemas más complejos, promoviendo el pensamiento algorítmico. Los resultados mostraron un aumento en la participación del alumnado, una mejora en la comprensión conceptual y una reducción en la deserción. Se concluye que la incorporación progresiva de herramientas tecnológicas facilita el aprendizaje y constituye una buena práctica replicable en otras asignaturas del ciclo básico.

Palabras clave: Álgebra Lineal, Deserción, Octave, Excel, Resolución de Problemas.

Abstract

This paper presents a didactic experience aimed at improving the teaching of Linear Algebra in engineering programs at the FCEyT of the UNSE, through the combined use of Excel and Octave software. Within the framework of the research project titled “Análisis de las causas de deserción de los estudiantes de Álgebra Lineal. Una propuesta de mejora”, Código 23/C210-PIP-2024, contextualized activities were designed to connect theoretical content with real-world situations. Excel served as the initial tool due to its accessibility and ease of use, while Octave enabled the exploration of more complex problems, fostering algorithmic thinking. The results revealed an increase in student engagement, improved conceptual understanding, and a reduction in dropout rates. It is concluded that the gradual incorporation of technological tools facilitates learning and represents a best practice that can be replicated in other foundational courses.

Keywords: Linear Algebra, Dropout, Octave, Excel, Problem Solving.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En el marco del Proyecto de Investigación: “Análisis de las causas de deserción de los estudiantes de Álgebra Lineal. Una propuesta de mejora”, Código 23/C210-PIP-2024 de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), se propuso mostrar aplicaciones prácticas que demuestren el potencial del Álgebra Lineal. El objetivo principal fue vincular los conceptos teóricos con escenarios concretos de ingeniería, de modo que el aprendizaje deje de ser un proceso abstracto y se convierta en una experiencia significativa para quienes cursan dicha asignatura, correspondiente al ciclo básico de las distintas carreras de ingeniería que ofrece la facultad.

Goñi Zabala (2008) expone que “[...] *cada tipo de tarea es capaz de activar un tipo de aprendizaje*”, y que “*tampoco existen tareas universales capaces de contener en potencia la variedad entera de aprendizajes necesarios para el desarrollo armónico de la persona*”, lo que resalta la necesidad de implementar tareas que vayan más allá de la mera aplicación mecánica de algoritmos, promoviendo en su lugar una apropiación auténtica de los métodos y su utilidad.

Por ello, se consideró que los problemas contextualizados, en el desarrollo de la asignatura Álgebra Lineal para las distintas carreras de Ingenierías de la FCEyT de la UNSE, complen dos funciones: ofrecer un marco al estudio de vectores, matrices y sistemas de ecuaciones lineales, y despertar la motivación en los futuros ingenieros al mostrar el “por qué” aprender ciertos conceptos. Para lograr esto, se diseñó una propuesta didáctica gradual apoyada en tecnologías accesibles, logrando así que los estudiantes alcancen los objetivos propuestos desde la cátedra con una actitud más comprometida, y evitando la temprana deserción.

Así mismo, años anteriores, en la cátedra se recurría al uso del software Octave y/o Matlab para resolver ciertas tareas dónde los cálculos manuales resultan especialmente laboriosos. No obstante, esta estrategia presentaba ciertas dificultades, ya que representaba el primer contacto de los estudiantes no solo con los conceptos fundamentales del Álgebra Lineal, sino también con un lenguaje de programación.

En este contexto, surgió la necesidad del uso del Excel como una herramienta básica que permita abordar conceptos elementales de forma más accesible e intuitiva. De este modo, se buscó facilitar la comprensión inicial de los conceptos clave, para luego aplicarlos en la resolución de situaciones problemáticas, y finalmente introducir herramientas de programación para el tratamiento de contenidos más complejos. Esta metodología se detalla en el Desarrollo, donde se explica cómo Excel y Octave se combinan para ofrecer un recorrido de aprendizaje escalonado.

Desarrollo

El abordaje de contenidos del Álgebra Lineal en carreras de Ingeniería presenta un doble desafío: por un lado, la abstracción teórica propia de los conceptos matemáticos involucrados; y por otro, la necesidad de aplicarlos en contextos concretos que resulten significativos para los estudiantes. En este sentido, se decidió incorporar herramientas digitales que acompañen este proceso, en particular los softwares Excel y GNU Octave.

Excel fue seleccionado por su accesibilidad, interfaz intuitiva y disponibilidad en la mayoría de los entornos académicos, permitiendo una visualización inmediata de los procedimientos matriciales y de los resultados obtenidos, ya que cuenta con un entorno gráfico conocido por la mayoría de los estudiantes de ingeniería. Su sistema de celdas y fórmulas predefinidas permiten abordar operaciones matriciales básicas sin necesidad de escribir códigos, liberando a los alumnos de la sintaxis y enfocándolos en la lógica algebraica.

Por otro lado, Octave, con sintaxis similar a Matlab, de uso gratuito y accesible para todos, ofrece un entorno poderoso para la introducción al cálculo numérico y a la programación orientada a la resolución simbólica de situaciones problemáticas, que resultarían engorrosas de manera manual o en Excel. Además,

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

el uso de este software fomenta el pensamiento algorítmico y la reproducibilidad, habilidades esenciales en la formación de ingenieros.

La combinación progresiva de ambas herramientas permite diseñar tareas que van desde lo más visual e intuitivo, en Excel, hacia un tratamiento más abstracto y generalizado, en Octave, respetando los distintos ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Si bien, debido a que la asignatura Álgebra Lineal se encuentra en el segundo módulo de todas las carreras de ingeniería de la FCEyT de la UNSE, se considera que los alumnos ya cuentan con una base de contenidos algebraicos, que les permiten el abordaje de conceptos específicos de la materia, su experiencia con herramientas computacionales aún es limitada. En el año 2024, se implementó un modelo didáctico escalonado de incorporación de los softwares anteriormente mencionados, el cual refiere a la resolución de situaciones problemáticas de manera grupal en concepto de Trabajos Prácticos obligatorios dentro de la cursada, permitiendo a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos en contextos significativos, con apoyo de herramientas digitales. Las actividades se centraron en operaciones con matrices, resolución de sistemas de ecuaciones, análisis de redes de flujo y cálculo de autovalores, entre otros ejes fundamentales del curso. Esta estrategia grupal facilitó la aplicación de teoría al análisis de contextos reales, reforzó la comprensión de los conceptos y fortaleció las habilidades tecnológicas.

Esta implementación fue acompañada por una cartilla teórico-práctica sobre el uso de los softwares, sirviendo como guía paso a paso y contando con actividades introductorias específicas para cada programa. Además, desde la cátedra, se ofreció un taller extracurricular opcional, de apoyo para aquellos estudiantes que necesitaban de una explicación adicional a la cartilla publicada.

En los trabajos prácticos solicitados se presentaban situaciones problemáticas diseñadas para ser resueltas mediante alguno de los softwares trabajados. Por ejemplo:

Ejercicio 1

Una empresa quiere producir acero, para ello son necesarias algunas materias primas como: mineral hierro y carbón duro. La siguiente tabla nos muestra las demandas (en toneladas) de mineral hierro y carbón duro en un periodo de 3 semanas:

	Mineral Hierro	Carbón Duro
Semana 1	$9tn$	$8tn$
Semana 2	$5tn$	$7tn$
Semana 3	$6tn$	$4tn$

Existen tres proveedores diferentes P_1, P_2 y P_3 que ofrecen estas materias primas. En la siguiente tabla se muestran los costos por tonelada de materia prima para cada proveedor:

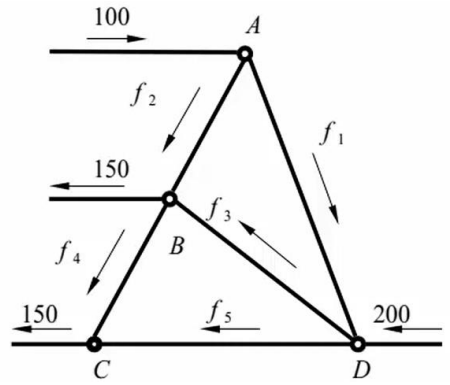
	P_1	P_2	P_3
Mineral Hierro	540	630	530
Carbón Duro	420	410	440

¿Cuál es el proveedor que genera menor costo?

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Ejercicio 2

Una red de acequias de irrigación se muestra en la figura, con los flujos medidos en millares de litros por día.



a. Establezca y resuelva el sistema de ecuaciones lineales para encontrar los flujos posibles f_1, f_2, …, f_5.

b. Suponga que DC se encuentra cerrado, ¿qué amplitud de flujo necesitará ser mantenida a través de DB?

c. Es claro que DB no puede cerrarse, ¿por qué no? ¿Cómo se muestra esta circunstancia en el primer apartado?

d. De acuerdo a lo obtenido en el primer apartado, determine los flujos máximo y mínimo a través de DB.

Resultados

En el Ejercicio 1, se propuso a los estudiantes utilizar el software Excel como herramienta para resolverlo mediante el producto matricial. La situación permite modelar, por un lado, la demanda semanal de cada materia prima como una matriz de 3×2, y por otro, los costos por tonelada de cada proveedor como una matriz de 2×3. El objetivo era que los estudiantes reconozcan que el producto de estas dos matrices da como resultado una matriz de 3×3 que representa el costo total por semana con cada proveedor. Para ello, debían utilizar la función =MMULT(matriz1; matriz2) para obtener la nueva matriz, y la función =SUMA(número1;número2;...) para identificar qué proveedor ofrecía el costo más bajo. Con todo esto se pudo automatizar el cálculo, interpretar los resultados y concluir qué proveedor ofrecía el menor costo acumulado.

Esta actividad permitió trabajar de manera concreta el concepto de producto de matrices, asociándolo a una situación económica real, reforzando la interpretación y el uso de software para cálculos matriciales correspondientes a la unidad 1 de la asignatura.

Por su parte, el Ejercicio 2 aborda una red de acequias de irrigación, donde se deben determinar los flujos de agua entre distintos puntos de la red, modelando la situación mediante un sistema de ecuaciones lineales compatible indeterminado. Cada flujo f_i representa una cantidad de agua en miles de litros por día, y se asume que la cantidad que llega a un nodo es igual a la que sale. Este problema introduce parámetros libres y obliga a interpretar soluciones infinitas, conceptos esenciales en el analisis de circuitos y redes de transporte.

En el primer apartado, se solicita al estudiante formular el sistema de ecuaciones correspondiente aplicando la ley de conservación en los nodos A, B, C y D. Al tratarse de una red con más flujos que ecuaciones, el sistema resulta ser compatible indeterminado, es decir, posee más de una solución. Esto

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

permite trabajar con la idea de que algunos flujos pueden considerarse como parámetros libres y que el resto depende linealmente de ellos. En contextos ingenieriles, esta interpretación es fundamental para el análisis de redes, circuitos y estructuras.

Además, los apartados siguientes proponen restricciones adicionales como el cierre de determinados canales o el bloqueo de una dirección de flujo, lo que lleva a interpretar las consecuencias de dichas restricciones sobre el sistema. Por ejemplo, al cerrar un canal, el sistema puede determinar unívocamente un flujo, mientras que otros cierres pueden imposibilitar el equilibrio, dejando al sistema sin solución o contradiciendo el principio de conservación.

Desde el punto de vista didáctico, este ejercicio no es recomendable para ser resuelto con planillas de cálculo como Excel, ya que el manejo de parámetros libres, análisis de rango y representación simbólica de soluciones excede sus funcionalidades prácticas. En cambio, Octave permite operar con matrices simbólicas, expresar soluciones generales y evaluar restricciones adicionales de forma dinámica, facilitando un abordaje más riguroso y eficaz.

De este modo, el problema no solo promovió la formulación y resolución de sistemas lineales, sino también la interpretación contextual de los resultados, el uso del Octave como herramienta tecnológica eficaz y el desarrollo de habilidades analíticas necesarias para el perfil de un futuro ingeniero, en el marco de conceptos trabajados en la unidad 2 de la asignatura.

Análogamente, se siguió trabajando con problemas referentes a las distintas unidades que se presentan en el programa de la materia, a fin de ir avanzando en temas más complejos y llegando a resoluciones más elaboradas haciendo uso de los softwares.

Conclusiones

La incorporación de Excel y Octave al trabajo práctico tuvo un impacto positivo en la dinámica de la cursada. En una primera etapa, el uso de Excel resultó accesible para la mayoría de los estudiantes, ya que muchos ya estaban familiarizados con su uso básico. Esto permitió trabajar operaciones matriciales y situaciones contextualizadas sin que el software representara una dificultad adicional.

La transición hacia Octave implicó un mayor desafío, especialmente para aquellos estudiantes que no tenían experiencia previa en programación. Sin embargo, mediante la cartilla teórico-práctica anteriormente mencionada y con el acompañamiento del equipo docente en el taller ofrecido, la mayoría logró familiarizarse con los comandos necesarios para resolver los problemas propuestos. A medida que avanzaba el cursado, se observó una mayor confianza por parte de los estudiantes en el uso del entorno de dicho software.

Por lo tanto, se deduce que aumentar la complejidad desde Excel hacia Octave refuerza tanto la autonomía como la confianza de los estudiantes, al respetar sus ritmos de aprendizaje y facilitar una transición gradual hacia entornos más abstractos y potentes. La incorporación progresiva de herramientas como Excel y Octave en el abordaje de problemas de Álgebra Lineal permitió articular de manera efectiva los conceptos teóricos con situaciones contextualizadas propias de las carreras de ingeniería. Mientras que Excel ofreció un entorno accesible para el tratamiento inicial de operaciones matriciales, Octave resultó fundamental para el trabajo con modelos más complejos y abiertos, promoviendo el pensamiento algorítmico y el uso de estrategias computacionales.

Esta propuesta no solo fortaleció el vínculo entre teoría y práctica, sino que también favoreció una mejora en la participación del alumnado, al brindarles herramientas concretas para resolver problemas reales desde una perspectiva computacional.

En la Figura 1 se muestra una comparativa entre los porcentajes de alumnos del 2023 y 2024 que terminaron su cursado en condición de Desertores, Insuficientes y Regulares.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

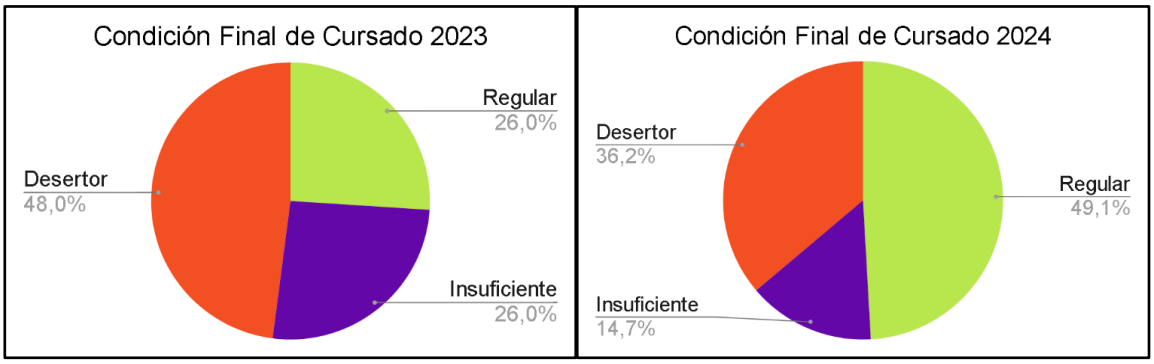


Figura 1. Condición Final del Cursado en los años 2023 y 2024

De aquí, es posible concluir que la combinación de estas herramientas no solo permite optimizar el tiempo de resolución y la precisión de los resultados, sino que también favorece la motivación y el sentido de logro, factores clave, entre otros, para reducir la deserción en Álgebra Lineal. Este modelo progresivo puede considerarse una buena práctica para otras asignaturas en carreras del ciclo básico en carreras de ingeniería.

Referencias

Goñi Zabala, J. M. (2008). "3^2-2 ideas clave: El desarrollo de la competencia matemática". Barcelona: Editorial GRAÓ, 125-166.

Basualdo Soria, C., Benac, M.J., Cordero Tamer Villalba, L., & Pacheco, V. (En prensa). "Análisis comparativo de los resultados de la cursada *de Álgebra Lineal: 2023 vs. 2024"*. 1ra Jornada Institucional de Experiencias Innovadoras de Enseñanza en la FCEyT - UNSE.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Las Series de Fourier y la Formación por Competencias en Ing. Mecánica en la UTN – Bahía Blanca

Fourier Series and Competency-Based Training in Mechanical Engineering at UTN – Bahía Blanca

Carlos Alberto Vera
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada (GIMAP), Argentina.
cvera@frbb.utn.edu.ar

Juan Nicolás Virla
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada (GIMAP), Argentina.
jnvirla@frbb.utn.edu.ar

Franco Ezequiel Dotti
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Grupo de Investigación en Multifísica Aplicada (GIMAP), Argentina.
fdotti@frbb.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se expone una experiencia sobre la formación por competencias implementada en la cátedra Cálculo Avanzado de 3° año de la carrera Ingeniería Mecánica en la UTN – Facultad Regional Bahía Blanca, enfocada desde el objeto de conocimiento Análisis de Fourier. Considerando el Resultado de Aprendizaje definido en la planificación de la asignatura, la propuesta metodológica busca potenciar las competencias genéricas y específicas del diseño curricular de la carrera mediante la resolución de problemas de vibraciones mecánicas de un grado de libertad cuya excitación es periódica no senoidal. Más allá de la solución analítica se pone énfasis en los espectros de amplitud de la excitación y de la respuesta permanente, para diferentes tipos de excitación. Esto permite analizar el comportamiento mecánico del sistema, facilitando a las y los estudiantes una profunda conceptualización de los principios del Análisis de Fourier y su aplicación práctica en la ingeniería.

Palabras clave: Competencias. Fourier. Vibraciones.

Abstract

This paper presents an experience with competency-based training implemented in the Cálculo Avanzado course, 3rd-level of Mechanical Engineering program at the UTN – Facultad Regional Bahía Blanca, focusing on the Fourier Analysis knowledge object. Considering the Learning Outcome defined in the course planning, the methodological proposal seeks to enhance the generic and specific competencies of the program's curriculum design by solving single-degree-of-freedom mechanical vibration problems with periodic non-sinusoidal excitation. Beyond the analytical solution, emphasis is placed on the amplitude spectra of the excitation and the permanent response for different types of excitation. This allows for the analysis of the mechanical behavior of the system, facilitating students' in-depth conceptualization of the principles of Fourier Analysis and their practical application in engineering.

Keywords: Competences. Fourier. Vibrations.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La cátedra Cálculo Avanzado de la carrera Ing. Mecánica de la UTN – FR Bahía Blanca, en acuerdo con su consejo departamental, aporta un esquema de tributación de competencias de la asignatura (CONFEDI) (genéricas y específicas) en la que se pone especial énfasis en el abordaje de las matemáticas contextualizadas a la carrera (Vera, 2024). Es decir, un abordaje de la matemática desde un punto de vista práctico, conceptual, y que derive en la utilización de la herramienta para el ejercicio profesional, a los efectos de fomentar los tres saberes: conocer, hacer y ser (Tobón, 2013). En particular, se desarrollan los conceptos teóricos, pero no se entra en mayores detalles respecto de justificaciones teóricas ni teoremas, y en cambio se abordan los temas a través de ejemplos ilustrativos de su práctica en la ingeniería (Zill, 2012). Esta metodología implica un camino a una clara percepción de cuál es el campo de acción de la matemática en la profesión: modelado, solución e interpretación de resultados. Las actividades prácticas propuestas se deben resolver mediante la utilización de software de cálculo simbólico, así como también se propone la participación de estudiantes en actividades en las que deben realizar mediciones con instrumental de laboratorio para realizar sus trabajos.

El presente trabajo muestra una opción para el abordaje del objeto de conocimiento Análisis de Fourier (series, integrales y transformadas) cuyo desarrollo teórico es altamente complejo y que sin embargo es una herramienta fundamental en la disciplina del ejercicio de la ingeniería Mecánica. Esta teoría presenta la capacidad de poder descomponer cualquier función compleja que modele una excitación del tipo periódica no senoidal, en la suma de funciones senos y cosenos de diferentes pulsaciones. Es una herramienta muy rica que facilita el estudio y comprensión de temas como de flujo de calor y vibraciones mecánicas, por ejemplo.

Sin embargo, su enseñanza requiere un alto nivel de abstracción y por ello el desafío siempre es elegir las estrategias didácticas que más y mejor favorezcan la comprensión del tema por parte de las y los estudiantes. Conceptos tales como series infinitas, convergencia y transformadas suelen ser un obstáculo en el período de aprendizaje. Apartarse del enfoque tradicional de enseñanza de esta teoría, es indispensable para que las y los estudiantes adquieran las competencias necesarias para que relacionen esta teoría con el ejercicio profesional, en particular como herramienta para estudiar, analizar y resolver problemas de vibraciones mecánicas, que es la base de la disciplina de mantenimiento de máquinas rotantes.

Desarrollo

La planificación de la asignatura propone la tributación de la Competencia Específica 2.2 (CE 2.2) para la carrera de Ingeniería Mecánica (CONFEDI):

CE 2.2: Realizar la gestión del mantenimiento con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.

En esa dirección, desde Cálculo Avanzado se propone el trabajo con problemas de vibraciones forzadas de un grado de libertad (1gdl), con la particularidad de que el forzamiento sea una expresión del tiempo periódica no senoidal. Este tema pone en relación con la formación práctica profesional con los conceptos teóricos del Análisis de Fourier. La teoría de vibraciones desarrolla las bases teórico-prácticas del diagnóstico por vibraciones mecánicas, describe los sistemas, contiene los conceptos físicos y los modelos matemáticos que constituyen en su conjunto una disciplina de amplio ejercicio profesional.

El problema matemático en términos generales responde en su formulación a la siguiente ecuación diferencial (ED)

$$my'' + cy' + ky = f(t) \qquad (1)$$

en la cual m es la masa del cuerpo oscilante, c y k son el coeficiente de amortiguamiento (que se lo supone proporcional a la velocidad de desplazamiento) de rigidez del sistema. En tanto $f(t)$ es la función de excitación del sistema, la fuerza que depende del tiempo. Es muy común en el ejercicio profesional que este tipo de fuerza de excitación sea del tipo periódica, pero por lo general no senoidal, y responda por ejemplo a fuerzas que responden a funciones del tipo onda cuadrada, diente de sierra, triangular, etc. En las Figuras 1 a), b) y c) se muestran ejemplos de estas excitaciones.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

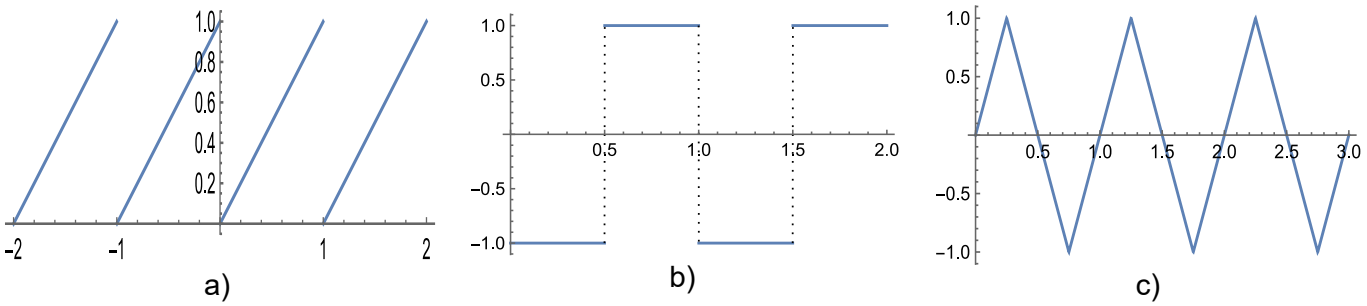


Figura 1. Formas de excitaciones periódicas no senoidales a) diente de sierra, b) cuadrada, c) triangular

Este tipo de excitaciones responde siempre a una expresión de la *f(t)* definidas por partes, del tipo

$$f(t)=\begin{cases} g(t) & \text{si } t_0 \le t \le t_1 \\ h(t) & \text{si } t_1 \le t \le t_2 \end{cases}; \quad T = período \quad [t_0, t_1] \quad (2)$$

por lo que, para resolver la ecuación diferencial (ED) es necesario primeramente el desarrollo en Serie de Fourier de *f(t),* de manera de expresarla como

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} C_n Cos[n\omega t + \theta_n] \quad (3)$$

quedando entonces finalmente

$$my'' + cy' + ky = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} C_n Cos[n\omega t + \theta_n] \quad (4)$$

En (3) y (4) a_0; C_n y θ_n son el coeficiente independiente, la n-ésima semi amplitud y la n-ésima fase de la Serie de Fourier de $f(t)$, que se calculan desde las definiciones de los coeficientes de Fourier según

$$a_0 = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(t)dt; \quad a_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(t)\cos(n\omega t)dt; \quad b_n = \frac{1}{L}\int_{-L}^{L} f(t)sen(n\omega t)dt; \quad \text{L}=\frac{T}{2}$$

$$C_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}; \quad \theta_n = arctg\left(\frac{-b_n}{a_n}\right) \quad (5)$$

Cabe aclarar que para conocer la respuesta de un sistema como el definido en (1) para una excitación periódica no senoidal, el estudio se basa en el principio de superposición, suponiendo que el sistema es lineal, permitiendo esto que introducir al concepto de espectro vibratorio, base para el análisis de vibraciones en maquinaria rotante principalmente (Mosquera, 2021). El espectro, que no es otra cosa que la gráfica de Amplitud vs Frecuencia muestra de manera separada cada frecuencia de cada excitación y su respectiva amplitud.
Sobre este tipo de problemas y su modelación, la cátedra propone la resolución de problemas de vibraciones de 1 gdl, en el que se evalúa la respuesta ante diferentes tipos de excitación, se varían los parámetros del sistema y se obtienen las curvas de respuesta correspondientes con la ayuda del software de cálculo simbólico Mathemática.

Resultados

A modo de ejemplo, se propone la resolución de un problema con las siguientes características del sistema: m=1kg; c=0.02 kg/s; k=25 N/m. En el caso a), se propone una excitación del tipo onda triangular, y en el caso b) la excitación es una onda cuadrada. Las y los estudiantes resuelven el sistema, obteniendo primeramente el espectro de excitación de la fuerza exterior

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Caso a)

El espectro de amplitud que se obtiene se muestra en la Figura 2. Se observa que la amplitud de excitación tiene un valor de 0.8 unidades de longitud, y la armónica preponderante es la 1°

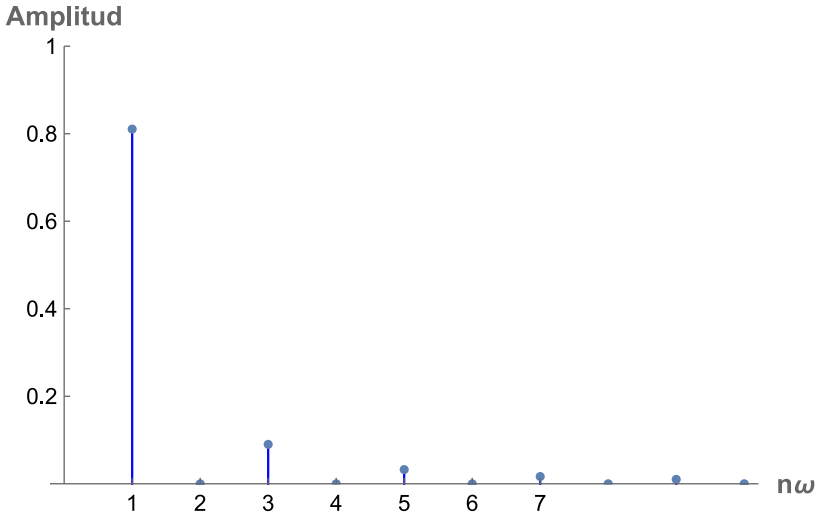


Figura 2. Espectro de amplitud de onda triangular

La ED resultante responde a

$$y''[t] + 0.02y'[t] + 25y[t] = 1 + \sum_{i=1}^{n} \frac{(8-8(-1)^n)\mathrm{Cos}[\frac{n\pi t}{2}]}{2n\pi^2} \quad (6)$$

cuya solución para el estado estacionario es

$$y(n,t) = \frac{1}{25} - \frac{0.0021(-1.+1.(-1.)^n)\mathrm{Cos}[\frac{n\pi t}{2}]}{102.66-20.264n^2+n^4} + \frac{0.164(10.13-10.13(-1.)^n-n^2+(-1.)^n n^2)\mathrm{Sin}[\frac{n\pi t}{2}]}{n(102.66-20.264n^2+n^4)} \quad (7)$$

en tanto que su espectro se muestra en la Figura 3

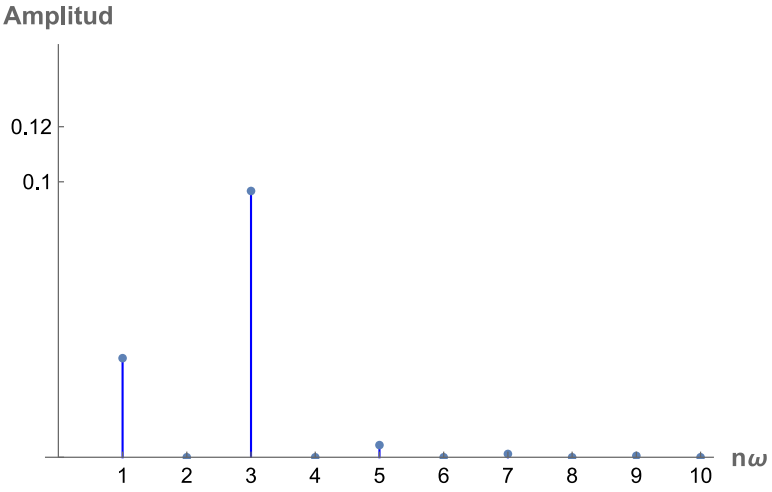


Figura 3. Espectro de la respuesta de estado permanente caso a)

Es claro observar, que el sistema excitado con una excitación del tipo triangular periódica responde con una amplitud del orden de 0.1 unidades de longitud, y cuya armónica preponderante es la 3°. Esta información

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

permite inferir que el sistema vibra 8 veces con menor amplitud, pero sin embargo lo hace con una velocidad 3 veces mayor a la de la armónica principal.

Caso b)

En este caso, el espectro de amplitud que se obtiene se muestra en la Figura 4. Se observa que la amplitud de excitación tiene un valor de 26 unidades de longitud, y la armónica preponderante es la 1°

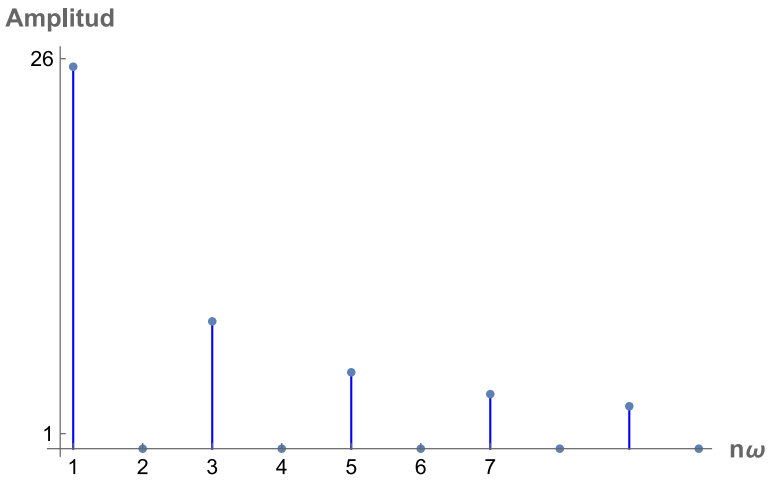


Figura 4. Espectro de amplitud de onda cuadrada

La ED resultante en este caso es

$$y''[t] + 0.2y'[t] + 25y[t] = -\frac{40(-1+(-1)^n)\mathrm{Sin}[nt]}{\pi} \quad (8)$$

la solución del estado estacionario es

$$y(n,t) = \frac{5(-2.55n+2.55(-1.)^n n)(-25+n^2)\mathrm{Cos}[nt]}{n(625-49.96n^2+n^4)} - \frac{(-2.55n+2.55(-1.)^n n)\mathrm{Sin}[nt]}{625-49.96n^2+n^4} \quad (9)$$

y su espectro se muestra en la Figura 5

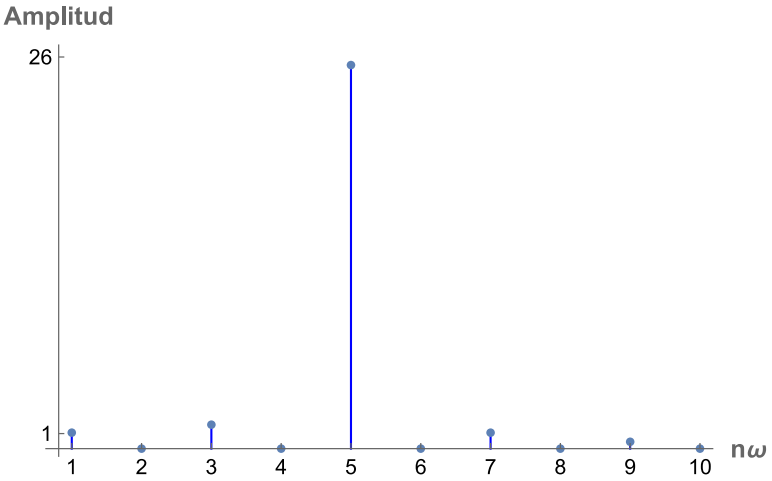


Figura 5. Espectro de la respuesta de estado permanente caso b)

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

A diferencia del caso anterior, la respuesta del sistema con excitación del tipo onda cuadrada periódica responde con una amplitud del mismo orden que ésta, sin embargo, como la armónica preponderante es la 5°, se infiere que el sistema vibra una velocidad 5 veces mayor a la de la armónica principal.

Conclusiones

Se ha presentado una metodología de trabajo para las actividades prácticas del objeto de conocimiento Análisis de Fourier, como herramienta para la resolución de problemas de vibraciones mecánicas de 1 gdl, relacionando íntimamente la teoría básica de Fourier con la disciplina del mantenimiento de máquinas rotantes.
En particular, desde esta teoría, se obtienen los espectros de las señales de excitación y de la respuesta del estado permanente, a los efectos de poder comparar de manera sencilla, los resultados físicos del problema mecánico. El trabajo con las Series de Fourier, permiten obtener precisamente los espectros de amplitud de la excitación y de la respuesta permanente, pero en el dominio de la frecuencia, y son de vital importancia para el estudio del comportamiento de máquinas rotantes, así como también de cada componente de una máquina. Si bien los espectros en estos casos aparecen “limpios”, en la realidad, son el producto de análisis de señales muy complejas, como ruidos, múltiples componentes, etc.) y que su eliminación es parte de otras asignaturas. Esta metodología permite también que las y los estudiantes se familiaricen de manera temprana con una de las ramas de la ingeniería Mecánica, que es el mantenimiento.
La propuesta apunta a que la enseñanza y el aprendizaje del Análisis de Fourier en carreras de ingeniería, debe trascender la teoría matemática, y extenderse por sobre todo a poner en valor a esta poderosa herramienta, pero enfocando siempre en sus aplicaciones prácticas. Esta orientación, que relacione permanentemente la herramienta teórica con problemas reales, tiene como principal objetivo el de facilitar la comprensión de los temas y por sobre todo el desarrollo de las competencias con las que debe contar el futuro profesional de la ingeniería.
El uso de software de cálculo simbólico con poderosas interfaces gráficas, facilitan también la asimilación de conceptos para tan complejo tema. Esto último también es una mejora la comprensión del tema y permite una conexión más intuitiva con los conceptos teóricos tan complejos.

Referencias

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI. (2018). *Propuesta de Estándares de 2°Generación para Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina.* Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones.

Mosquera, G. (2021). *Las Vibraciones Mecánicas y su Aplicación al Mantenimiento Predictivo.* Centro de Altos Estudios Gerenciales ISID. Caracas, Venezuela.

Ordoñez, J. (2024). "El análisis de Fourier en las matemáticas aplicadas: herramienta fundamental para la educación superior y sus desafíos en la enseñanza"*, Revista Social Fronteriza*, Ecuador.

Tobón, S. (2013.). *Formación integral y competencias.* Bogotá. Colombia: Eco Ediciones.

Vera, C., Dotti, F y Virla J. (2024). "Competencias Específicas en Ingeniería Mecánica: abordaje desde la cátedra Cálculo Avanzado en la Facultad Regional Bahía Blanca de la UTN", Anales del XXIV Encuentro Nacional y XVI Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería EMCI 2024, San Francisco, Provincia de Córdoba, Argentina, 15 al 17 de mayo, 323 - 329.

Zill, D., & Cullen, M. (2012)*. Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera.* México DF: CENGAGE Learning.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

De la Teoría a la Práctica: Una Unidad Didáctica de Ecuaciones Diferenciales Parciales para la Propagación de Ondas en la Troposfera

From theory to practice: A didactic unit for partial differential equations on wave propagation in the troposphere

Edwin Cristian Julian Trujillo
Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería, La Molina, 15024, Lima, Perú.
edwin.julian@usil.pe

Joan Gómez i Urgellés
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Departamento de Matemática Aplicada, Barcelona, España.
joan.vicenc.gomez@upc.edu

Resumen

Este trabajo presenta una unidad didáctica para el curso de Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) en Ingeniería Ambiental, fundamentada en la Modelización Flexible. En este marco, la experiencia se implementó con 22 estudiantes en modalidad híbrida (2024), quienes modelaron la propagación de ondas electromagnéticas en la troposfera de Lima, Perú. Para ello, utilizaron datos reales de SENAMHI y simulaciones en MATLAB/Octave. La metodología se centró en una ruta estructurada que incluyó la selección del modelo, la identificación de parámetros, la implementación computacional, la validación contextual y la iteración. Como resultado, una encuesta (n=22) reveló que el 86.4 % de los estudiantes percibió una relevancia profesional y el 81.8 % mostró facilidad con las herramientas computacionales. En conclusión, la propuesta didáctica conecta las matemáticas con problemas reales de ingeniería proporcionando una experiencia replicable en otros dominios o contextos de estudio, contribuyendo así a la investigación educativa en matemática aplicada.

Palabras clave: Modelización matemática, Ecuaciones diferenciales parciales, Ingeniería ambiental, MATLAB, Octave.

Abstract

This work presents a didactic unit for a Partial Differential Equations (PDE) course in Environmental Engineering, grounded in Flexible Modeling. Within this framework, a hybrid learning experience was implemented with 22 students in 2024. The students modeled the propagation of electromagnetic waves in the troposphere of Lima, Peru, using real-world data from SENAMHI and simulations in MATLAB/Octave.The methodology followed a structured path that included model selection, parameter identification, computational implementation, contextual validation, and iteration. A post-experience survey (n=22) revealed that 86.4% of students perceived a high degree of professional relevance in the project, while 81.8% reported confidence in using the computational tools.
In conclusion, this didactic proposal effectively connects mathematics with real-world engineering challenges, providing an experience that is replicable across various domains and study contexts. In doing so, it significantly contributes to educational research in applied mathematics.

Keywords: Mathematical modeling, Partial differential equations, Environmental engineering, MATLAB, Octave.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La enseñanza tradicional de las matemáticas en ingeniería, centrada en procedimientos formales y abstractos, dificulta la conexión con la práctica profesional. Los ingenieros, en su lugar, deben ser capaces de aplicar y adaptar modelos existentes a nuevos problemas en el ámbito ingenieril (Bissell y Dillon, 2000). Por ello, la modelización matemática se plantea como una estrategia didáctica eficaz que permite vincular los contenidos con contextos técnicos, favoreciendo aprendizajes significativos y motivadores para los estudiantes de ingeniería (Gómez, 2003).

Esta unidad didáctica, implementada en el curso de Ecuaciones Diferenciales para Ingeniería de una Universidad Privada de Lima, Perú (2024), involucró a 22 estudiantes, organizados en grupos de 4 a 5, en modalidad híbrida durante 12 horas. La experiencia modeló la propagación de ondas electromagnéticas en la troposfera de Lima, un problema relevante para el monitoreo ambiental y las telecomunicaciones en contextos urbanos (International Telecommunication Union, 2015). Los estudiantes utilizaron MATLAB Online por su entorno visual y la eficiencia en la implementación de modelos, mientras que GNU Octave, un software libre y con sintaxis similar, garantizó la replicabilidad de las simulaciones y la accesibilidad para todos los participantes, impulsando el desarrollo de competencias profesionales. Así, se articuló una propuesta de enseñanza que transforma la resolución de ecuaciones en un proceso de modelación con sentido, promoviendo una matemática situada en la ingeniería. A continuación, se presenta el diseño de la unidad didáctica, los resultados obtenidos y su potencial de replicabilidad, como una contribución al fortalecimiento de propuestas didácticas contextualizadas en la enseñanza de las matemáticas en la ingeniería.

Desarrollo: La Unidad Didáctica basada en Modelización Flexible

La unidad didáctica implementó la Modelización Flexible (MF) como estrategia pedagógica para conectar conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas, promoviendo un aprendizaje activo en estudiantes de ingeniería. Se centró en modelar la propagación de ondas electromagnéticas en la troposfera de Lima, entre dos estaciones meteorológicas reales en los distritos de Jesús María y La Molina, separadas por 17 km. Para ello, se utilizó la ecuación de onda unidimensional: $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$

Se emplearon datos meteorológicos reales de mayo de 2024, obtenidos del boletín climatológico de SENAMHI. El desarrollo se estructuró en cinco pasos (ver Figura 1) que guio el trabajo de los estudiantes a lo largo de las sesiones. Se analizó cómo estas condiciones afectan la velocidad de propagación y la forma de la onda en el tiempo, resolviendo el modelo mediante el método de diferencias finitas explícito implementado en MATLAB, con visualización de resultados en gráficas tridimensionales

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 1: Ruta de la modelización flexible aplicada.

Parámetros del modelo y cálculo de c

Durante la segunda etapa, los estudiantes calcularon la velocidad de propagación c de la onda en la troposfera, utilizando datos reales y fórmulas de la (International Telecommunication Union, 2015). El cálculo se realizó en tres pasos:

a) *Cálculo de la presión de vapor e mediante la fórmula de Tetens*: $e = 0.8 \times 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237,3}}$, donde T está en $°C$, la humedad relativa es 80%, y e se obtiene en hPa.

b) *Cálculo del índice de refracción n atmosférico*: $n = 1 + 77.6 \times 10^{-6}\left(\frac{P}{T} + \frac{4810e}{T^2}\right)$, donde P y e están en hPa, y T en Kelvin

c) *Cálculo de la velocidad de propagación c*: $c = \frac{c_0}{n}$, donde $c_0 = 3 \times 10^8$m/s (velocidad de la luz en el vacío)

Con valores promedio para Lima ($T = 19.5°C$; $P = 1013.25$ hPa, humedad relativa 80%), se obtuvo $e \approx 18.15$ hPa, $n \approx 1.00035$, y $c \approx 2.99896 \times 10^8$m/s.

Tabla 1: Parámetros utilizados en el modelo

Parámetro	Valor estimado	Fuente
Distancia L	17 km	Google Maps (2024)
Temperatura T	19,5°C	SENAMHI (2024)
Presión P	1013,25 hPa	NOAA (2024)
Presión de vapor e	18,15 hPa	Fórmula de Tetens (1930)
Índice de refracción n	1,00035	ITU (2015)
Velocidad c	$2,99896 \times 10^8$m/s	Derivada de $c = \frac{c_0}{n}$

El modelo final se definió como:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = (2,99896 \times 10^8)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad ; x \in [0; 17000]m \ , t \geq 0$$

$$\begin{cases} u(x;0) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) \ ; \ u_t(x;0) = 0 \\ u(0,t) = 0 \ ; \ u(L,t) = 0 \end{cases}$$

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Implementación computacional

La ecuación de onda se resolvió en MATLAB mediante diferencias finitas, modelando la propagación entre Jesús María ($x = 0$) y La Molina ($x = 17\,000$ m), con $L = 17\,000$ m, $Nx = 100$, $\Delta x = 170$ m, $t \in [0, 10^{-4}]$ s, $Nt = 1000$. La estabilidad se verificó con $c = 2.99896 \times 10^8$ m/s (SENAMHI, mayo 2024). Código disponible bajo solicitud.

Los resultados de la simulación se visualizaron a través de dos gráficas principales, que ayudaron a validar y contextualizar el comportamiento de la onda. En primer lugar, la Gráfica 3D (Figura 2) muestra el desplazamiento $u(x,t)$ en el dominio espacio-tiempo, desde Jesús María a La Molina, ilustrando de manera efectiva la dinámica de la onda. Este gráfico es ideal para el contexto del aula, ya que permite comprender el comportamiento de los sensores meteorológicos.

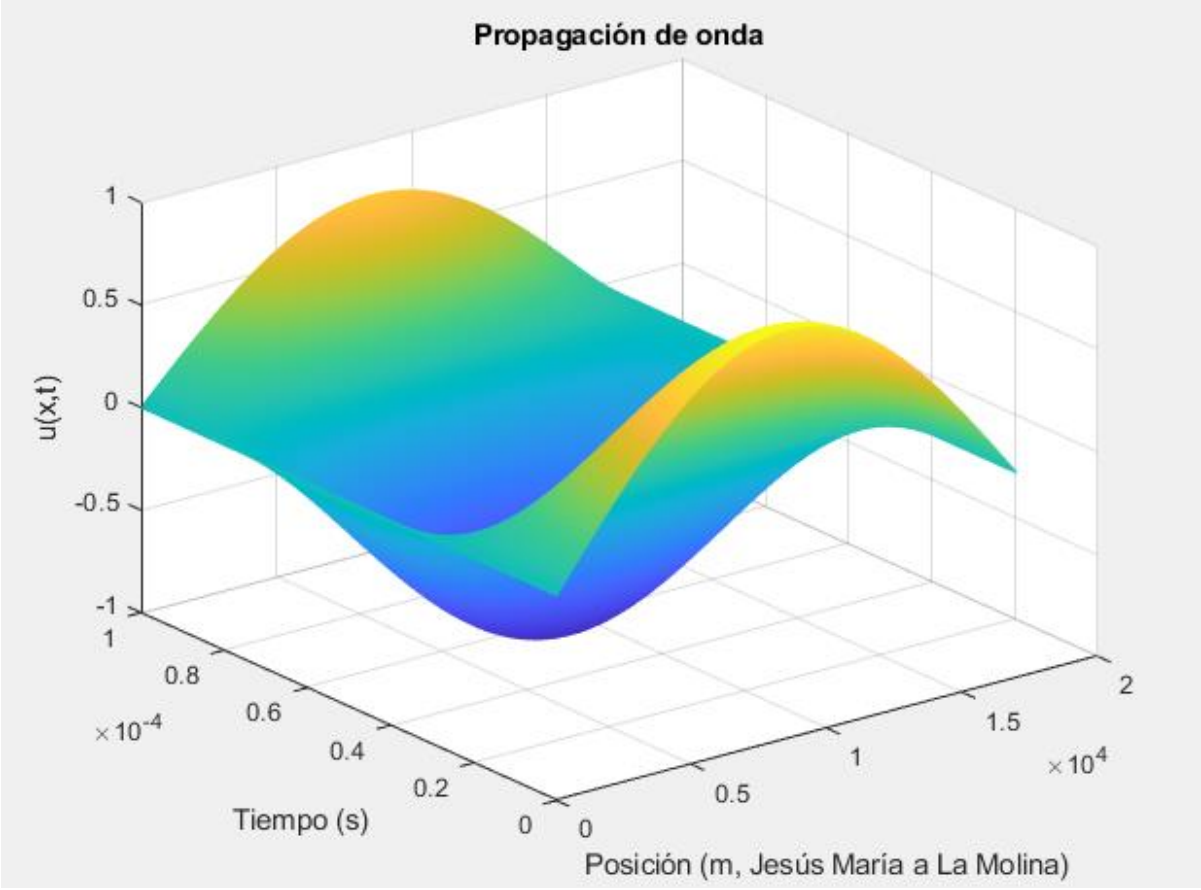


Figura 2: Grafico 3D propagación de Onda

Por otro lado, el Gráfico 2D (Figura 3) representa la evolución de la onda en momentos específicos ($t = 0.5 \times 10^{-5}, 10^{-4}$s). Este gráfico utiliza los datos numéricos de la solución de MATLAB, partiendo de la condición inicial $u(x;0) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ .Al mostrar cómo la onda se desplaza entre los distritos, el Gráfico 2D es particularmente útil para la validación de la solución analítica y para entender el impacto en la precisión del GPS.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

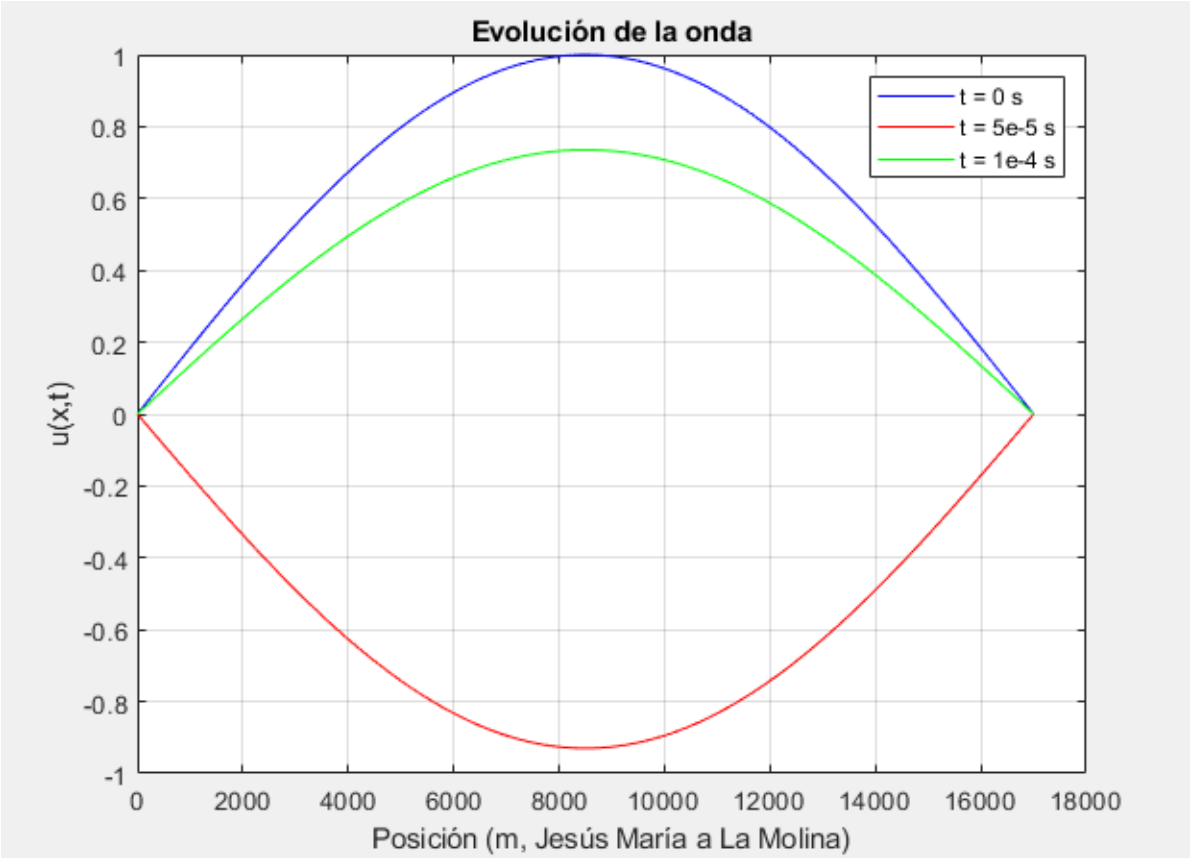


Figura 3: Grafico 2D evolución de la Onda

Después de la implementación computacional del modelo en MATLAB, se procedió a la validación analítica para confirmar la precisión del enfoque numérico. Esta validación se realizó resolviendo la ecuación de onda por separación de variables, obteniendo la solución analítica $u(x,t) = \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)\cos\left(\frac{\pi ct}{L}\right)$. Al comparar esta solución con los resultados numéricos para puntos específicos ($x = 8500\text{m}; t = 0.5 \times 10^{-5}, 10^{-4}\text{s}$), se encontró un error relativo inferior al 1%, lo que confirmó la precisión del modelo en el rango de trabajo entre Jesús María y La Molina. Además, se evaluó la sensibilidad del índice de refracción a variaciones de temperatura con datos de SENAMHI, lo que llevó a los estudiantes a la fase de iteración. A partir de esta experiencia, los estudiantes propusieron mejoras críticas, como incorporar gradientes de humedad (HR = 80–85%) para ajustar de forma más precisa el índice de refracción y la velocidad de la onda, y aumentar la resolución espacial y temporal ($Nx;\ Nt$) para capturar variaciones locales en la troposfera. Estas propuestas, guiadas por el apoyo docente, fortalecieron el enfoque de la modelización flexible y orientaron el modelo hacia aplicaciones más robustas en el monitoreo ambiental y la precisión del GPS en Lima.

El proceso educativo se desarrolló en 12 horas distribuidas en dos semanas, combinando teoría y práctica. Las sesiones incluyeron la introducción de conceptos sobre EDP, el desarrollo de un modelo con datos reales de Lima en MATLAB/Octave, y la aplicación de la ruta de MF (ver Figura 4).

El proceso culminó con exposiciones grupales, donde los estudiantes explicaron sus decisiones de modelado, validaron resultados y propusieron mejoras, fortaleciendo así su comprensión, pensamiento crítico y comunicación científica.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

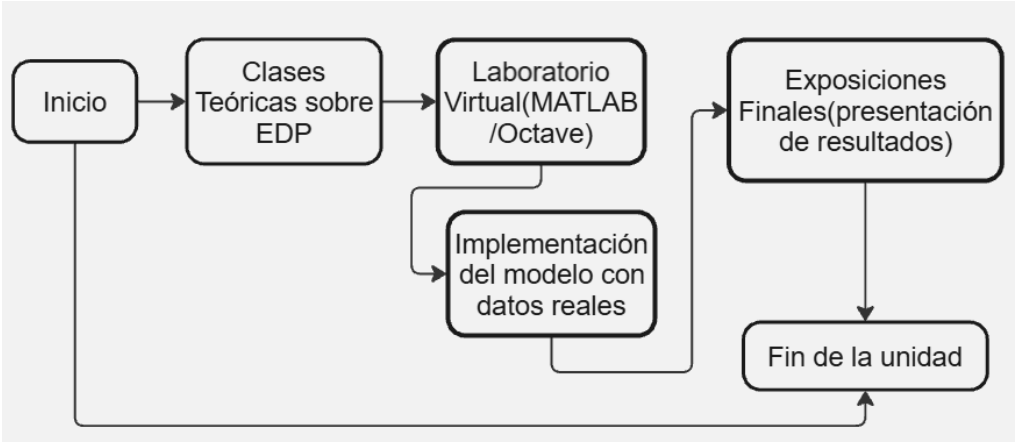


***Figura 4**:* Proceso Educativo de la Unidad

Resultados

Un total de 22 estudiantes, organizados en grupos de 4 a 5, modelaron la propagación de ondas electromagnéticas entre Jesús María y La Molina, obteniendo un error inferior al 1% respecto a la solución analítica esperada (u $(8500\ \text{m},\ 10^{-5}\text{s}) \approx 0.8503$). Este resultado evidenció una apropiación efectiva del modelo matemático propuesto. La evaluación cuantitativa se complementó con una encuesta de percepción (confiabilidad: alfa de Cronbach $\alpha = 0.87$). Se evidenció una evaluación favorable en dimensiones pedagógicas clave.

En cuanto a la relevancia profesional del trabajo, el 86.4% de los estudiantes se ubicó en los niveles más altos de la escala, con una media de 4.4 y una desviación estándar (SD) de 0.65. Respecto a la facilidad en el uso de MATLAB, el 81.8% reportó puntuaciones altas (media de 4,3 y SD de 0.70). Finalmente, el aprendizaje significativo fue valorado positivamente por el 77.3%, con una media de 4.2 y SD de 0.75.

Durante las exposiciones finales, los estudiantes evidenciaron habilidades comunicativas y pensamiento crítico al explicar su proceso de modelización. Un estudiante, por ejemplo, señaló: *"La variación del índice de refracción afecta la precisión del GPS, crucial para el monitoreo ambiental"*.

Para evaluar estas presentaciones, se aplicó una rúbrica formativa centrada en tres dimensiones: claridad conceptual, relevancia contextual y propuestas de mejora. Esta herramienta permitió valorar el grado de apropiación del lenguaje técnico y la capacidad de justificar decisiones de modelado en contextos reales (ver tabla 2)

Tabla 2: Resultados de la encuesta (n=22) y rúbrica de evaluación

ítem de encuesta	**Media**	**SD**	**% (4-5)**
Relevancia profesional	4,4	0,65	86,4%
Facilidad con Matlab	4,3	0,70	81,8%
Aprendizaje significativo	4,2	0,75	77,3%
Criterio de Rúbrica	**Insuficiente (1-2)**	**Aceptable (3-4)**	**Excelente (5)**
Claridad	Explicación confusa	Explicación clara	Explicación precisa
Relevancia	Sin contexto	Contexto parcial	Contexto aplicado
Propuestas	Sin propuestas de mejoras	Mejoras básicas	Mejoras innovadoras

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

La unidad didáctica desarrollada permitió integrar la MF como enfoque pedagógico para vincular los contenidos matemáticos con fenómenos reales de la ingeniería. En este caso, se modeló la propagación de ondas electromagnéticas entre dos distritos de Lima ($L = 17000$ m), con un margen de error menor al 1 % frente a la solución analítica. Los estudiantes (n=22) trabajaron con datos reales, propusieron ajustes contextuales como la inclusión de gradientes de humedad y defendieron sus resultados en presentaciones grupales.

Desde una perspectiva pedagógica, la experiencia promovió el desarrollo de competencias clave: interpretación matemática de contextos, uso de herramientas computacionales (MATLAB/Octave), pensamiento crítico y comunicación científica. La evaluación mediante encuesta mostró una percepción favorable sobre la relevancia profesional (86.4 %), facilidad tecnológica (81.8 %) y aprendizaje significativo (77.3 %).

Este tipo de intervención evidencia el potencial de la MF para transformar la enseñanza tradicional de las Ecuaciones Diferenciales Parciales, promoviendo un aprendizaje situado, activo y transferible a otros campos de la ingeniería. En ese sentido, se recomienda a docentes que deseen replicar esta experiencia considerar la fórmula de Huang (2018) para el cálculo de presión de vapor, dado su bajo error medio relativo (MRE = 0.001 % en el rango 0–100 °C), en lugar de fórmulas más clásicas como la de Tetens, especialmente cuando se requiere mayor precisión en contextos atmosféricos.

Referencias

Bissell, C., & Dillon, C. (2000). Telling tales: Models, stories and meanings. *For the Learning of Mathematics*, 20(3), 3–11.

Gómez i Urgellés, J. (2003). La modelización matemática: Una herramienta válida en la enseñanza de las matemáticas universitarias. *Revista de la Enseñanza de las Matemáticas*, 42, 37–45.

Google. (2024). [Mapa de la distancia entre Jesús María y La Molina, Lima, Perú]. Google Maps. Recuperado de https://www.google.com/maps

Huang, J. (2018). Una fórmula sencilla y precisa para calcular la presión de vapor de saturación del agua y del hielo. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 57(6), 1265–1272. https://doi.org/10.1175/JAMC-D-17-0334.1

International Telecommunication Union. (2015). Recommendation ITU-R P.453-11: The radio refractive index: Its formula and refractivity data. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.453-11-201507-S!!PDF-S.pdf

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2024). Air pressure. NOAA. Recuperado de https://www.noaa.gov/jetstream/atmosphere/air-pressure

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2024). Pronóstico meteorológico. Recuperado de https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-meteorologico

Tetens, O. (1930). Über einige meteorologische Begriffe (Sobre algunos términos meteorológicos). *Zeitschrift für Geophysik, 6*, 297–309.

Eje 4:

Compromiso social universitario relacionado con matemática en carreras de Ingeniería

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Matemática en contexto: una propuesta de extensión con escuelas rurales

Mathematics in context: an outreach program with rural schools

Mariana Schmithalter
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina.
mschmithalter@fca.unl.edu.ar

Marcela Hecklein
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina.
mhecklei@fca.unl.edu.ar

Silvia Vrancken
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina.
svrancke@fca.unl.edu.ar

Lucía Gariglio
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Argentina.
lucigariglio@gmail.com

Resumen

Del reconocimiento y la expectativa de superar las dificultades de aprendizaje en el contexto de escuelas rurales, donde los estudiantes enfrentan además barreras sociales y económicas que inciden negativamente en su formación matemática, surge, como parte del programa de extensión de la Universidad Nacional del Litoral, el proyecto “La matemática en el contexto del alumno de escuelas rurales. Oportunidades para un aprendizaje de calidad”. A partir del trabajo en conjunto con docentes de dos escuelas, se diseñaron y llevaron a cabo tareas centradas en el estudio de funciones, integrando contenidos previamente abordados en el aula, con situaciones vinculadas a su entorno. Los resultados muestran que el trabajo en contextos reales, con estrategias colaborativas y recursos accesibles, motiva a los estudiantes, enriquece su comprensión y resignifica el aprendizaje de la matemática. La propuesta se consolida así, como una experiencia de extensión con impacto positivo, tanto para estudiantes como para docentes.

Palabras clave: Matemática. Funciones. Extensión universitaria

Abstract

From the recognition and expectation of overcoming learning difficulties in the context of rural schools, where students also face social and economic barriers that negatively impact their mathematical education the project “Mathematics in rural school contexts: Opportunities for quality learning” emerged as part of the Universidad Nacional del Litoral's extension program. In collaboration with teachers from two schools, tasks were designed and carried out that focused on the study of functions, integrating content previously addressed in the classroom with situations related to the students' environment. The results demonstrate that working in real contexts with collaborative strategies and accessible resources motivates students, enriches their understanding, and makes the study of mathematics more meaningful. The project is thus established as a positive extension experience for both students and teachers.

Keywords: Mathematics. Functions. University extension

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La escuela y la universidad, en su interacción con la sociedad, son responsables de formar personas con competencias para identificar, interpretar, modelar y resolver las situaciones que se les presentan. Esto implica preparar a los alumnos para abordar problemas y tratar la información que reciben del medio, de manera que sean capaces de reconocer las estrategias más adecuadas para su resolución y favorecer un mejor entendimiento e interpretación de la realidad.

A través de la matemática, las ciencias interpretan numerosos fenómenos físicos y sociales, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos que favorecen la resolución de problemas y la toma de decisiones. Los conocimientos matemáticos aparecen constantemente en situaciones, no solamente relacionadas con las ciencias, sino también surgidas de la vida diaria. Todo esto, sumado a su aspecto formativo, en relación a las formas de pensamiento que se activan al hacer matemática, impulsa que la educación matemática se torne fundamental para toda la sociedad.

Sin embargo, la experiencia como docentes de matemática en diferentes niveles de escolaridad, muestra, además de las dificultades propias por la asignatura, una percepción negativa hacia su estudio. Coincidimos en que, tanto unas como la otra, están determinadas en gran medida por las experiencias escolares que, muchas veces, muestran una enorme distancia entre lo que se aprende en la escuela y lo que demanda el entorno cotidiano del estudiante (Cantoral et al., 2014). Estos factores podrían ser causantes de la deserción escolar, principalmente a partir de la educación media, cuando un porcentaje significativo de la población estudiantil comienza a tener actividad laboral.

Esta es la realidad de las escuelas rurales, con alumnos que pertenecen a sectores de población más desprotegidos, que numerosas veces ingresan sin estar plenamente alfabetizados, en ocasiones con dificultades socioeconómicas o con una realidad que los obliga a colaborar en las tareas de campo de sus padres. Si, además, el contenido educativo no refleja la relevancia de lo aprendido ni proporciona a los estudiantes las herramientas y fundamentos necesarios para abordar los problemas propios de su entorno, las dificultades se intensifican, afectando significativamente los procesos de aprendizaje.

Esta problemática, y el hecho de que año a año un grupo de ingresantes a la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Litoral proviene de estas escuelas, planteó la necesidad de colaborar con ellas en su tarea de posibilitar a los alumnos una educación de calidad.

En una carrera en la que los estudiantes van a ser usuarios de la matemática y no matemáticos de profesión, es fundamental proporcionarles herramientas que les permitan analizar fenómenos y modelos que reflejen la realidad de su entorno, de manera de poder afrontar más adelante la solución de problemas de áreas específicas de su profesión. En este sentido, se trabaja de manera sostenida en la generación de ambientes de aprendizaje que favorezcan el otorgamiento de significado a los conocimientos que los estudiantes ya poseen, la construcción de nuevo conocimiento y el desarrollo de su pensamiento matemático.

Así, con la finalidad de compartir y enriquecer ese trabajo con docentes y alumnos de escuelas rurales, se presentó el proyecto de Extensión de Interés Social “La matemática en el contexto del alumno de escuelas rurales. Oportunidades para un aprendizaje de calidad”. El mismo, aprobado en el marco del Sistema Integrado de Programas, Proyectos y Prácticas de Extensión de la universidad, busca favorecer el desarrollo de las competencias necesarias para una formación matemática acorde a sus necesidades. El objetivo principal fue proponer experiencias y actividades que favorezcan una visión más positiva de la matemática con la presentación de aplicaciones de la disciplina inherentes al contexto de docentes y alumnos de escuelas rurales.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo

La preocupación por mejorar el aprendizaje conduce a la reflexión sobre las metodologías empleadas para su enseñanza. Enseñar matemática requiere no solo un conocimiento profundo, sino también flexible por parte del docente, así como la implementación de prácticas productivas, entendidas como acciones educativas útiles para promover aprendizajes con sentido en todos los niveles escolares (Alsina, 2020). Esto implica que el docente comprenda y confíe en los estudiantes, tanto como personas como aprendices, eligiendo cuidadosamente las estrategias pedagógicas.

Siendo conscientes de la importancia de estos requerimientos, las primeras acciones del proyecto se centraron en el análisis conjunto con las docentes de matemática de las escuelas, de marcos teóricos y metodológicos acordes a los objetivos planteados, así como en la detección de necesidades específicas de cada institución. A través de los encuentros se construyó una caracterización compartida de los principales desafíos: dificultades en la motivación hacia la matemática, escasa vinculación con situaciones reales, baja disponibilidad de recursos tecnológicos y necesidad de generar propuestas acordes al ritmo e intereses de los estudiantes.

El considerar la matemática como una actividad humana a la que todas las personas pueden acceder, es fundamental un abordaje crítico de la misma, a través de situaciones y problemas que se presentan en la vida cotidiana, con contextos reales o realistas (Alsina, 2020). La posibilidad de construcción de conocimiento en diversos escenarios lleva implícito el reconocimiento de que toda forma de saber, inclusive el popular, es legítima. La problematización a partir de contextos reales “transforman la dinámica de interacción didáctica y ponen al estudiante en verdadera actividad matemática: ponen al estudiante a usar la matemática” (Cantoral et al., 2014: 23-24).

Con esta intención, el próximo paso fue pensar en el diseño de una secuencia de tareas a desarrollar en los encuentros con los alumnos con los cuales íbamos a trabajar. En relación al tema, resultaba relevante elegir un área de conocimientos que sea importante por sí misma, pero a su vez, herramienta para otras áreas del saber, con aplicaciones en diferentes contextos. En acuerdo con los docentes de las escuelas y considerando el año de cursado de los estudiantes, resultó selecto el estudio de funciones.

El concepto de función, por su “naturaleza unificante y modelizadora” (Font, 2011:146), es reconocido como uno de los más importantes de la matemática. Las funciones describen situaciones diversas y se constituyen en un recurso importante para el estudio de numerosos problemas donde aparece la idea de cambio de una variable con respecto a la otra. Las magnitudes que caracterizan un fenómeno están relacionadas de manera que algunas de ellas quedan determinadas por los valores de las demás. De este modo la noción de variación constituye el origen y la base del concepto de función. Si este aspecto no es desarrollado, sus diferentes representaciones resultan aisladas una de otra, sin sentido ni significado.

Así, se coincide en que las funciones constituyen una herramienta potente para describir y analizar fenómenos de cambio cualitativa y cuantitativamente, destacando la importancia de priorizar el estudio de situaciones de dependencia y variabilidad, que permitan recontextualizar los aspectos modelizantes de las funciones y atrapar el carácter dinámico de las mismas (Lamela y Ricci, 2019).

En este sentido, es importante señalar que:

> …en el entorno cotidiano del estudiante, fuera de la escuela, las situaciones variacionales no se presentan en forma de expresiones matemáticas, sino de gráficos, datos, problemas contextualizados, entre otros; por lo que resulta fundamental la identificación de variables, el entendimiento de cómo se cuantifican y cómo se dan las relaciones entre ellas, de cómo cambian y se relacionan también sus cambios, así como de sus variaciones y significados de éstas en la situación. (Cantoral et al., 2014:22)

A partir de estas premisas, se planteó una propuesta que incluyó tres encuentros presenciales con los estudiantes, con la resolución de situaciones que permitan el estudio de las funciones a través de la

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

interpretación de fenómenos de variación y cambio en contextos cercanos a sus realidades. En la escuela, ya habían desarrollado los contenidos relacionados a función, sus diferentes representaciones y características, así como las funciones de primer y segundo grado. Por esto, se decidió diseñar una secuencia de actividades que permitan recuperar los contenidos promoviendo a su vez el desarrollo de diferentes aspectos de la modelización y el trabajo colaborativo, como prácticas que posibilitan la construcción de conocimiento matemático de una manera activa.

El proyecto se llevó a cabo con dos núcleos rurales de educación secundaria orientada ubicadas en la cercanía de la ciudad de Esperanza (provincia de Santa Fe), con alumnos provenientes de la zona, en gran parte de familias dedicadas a la agricultura y en especial, al trabajo de tambo, por lo que muchos se caracterizan por estar vinculados al saber hacer propio de las tareas agropecuarias. En una de las escuelas se trabajó con 13 alumnos de cuarto y quinto año en modalidad plurigrado, mientras que en la otra se desarrollaron las experiencias con la participación de los siete alumnos de quinto año.

En todas las instancias presenciales se propiciaron estrategias de aprendizaje colaborativo, con trabajo en grupos, discusiones colectivas y construcción conjunta de soluciones a las situaciones propuestas. La planificación consideró el uso de recursos disponibles en cada institución, contemplando la posibilidad de entregar materiales impresos o trabajar con dispositivos móviles según las condiciones del entorno.

Primer encuentro. Para un primer contacto con los alumnos, pareció adecuado comenzar con situaciones cotidianas, familiares y cercanas a sus realidades. Luego de las presentaciones y de explicar el propósito de la experiencia, se generó un debate en conjunto, indagando directamente sobre dónde ven matemática en su vida, para plantear luego dos actividades relacionadas.

Actividad. Se levantan esta mañana y lo primero que hacen es calentar el agua para preparar unos ricos mates ¿hay matemática ahí?

En esta actividad introductoria, a partir del enunciado coloquial, se les propuso que intercambien entre ellos sus opiniones y posteriormente la visualización, a través de un recurso web, del comportamiento de la curva de calentamiento del agua. A partir de esto, debían responder a una serie de consignas que hacen al análisis cualitativo de la variación: ¿qué observan? ¿qué está cambiando? ¿qué representa cada tramo?, además de comenzar a relacionar sus conocimientos previos con la pregunta, ¿qué contenidos matemáticos estudiaron que pueden intervenir en esta situación?

Actividad. La bici en movimiento

La mayoría de los adolescentes con los que se trabajó se trasladan a la escuela, con varios kilómetros de recorrido, en bicicleta. Por eso se supuso que una tarea relacionada a esta temática podía resultar una práctica interesante. Para la modelación del movimiento, se eligió introducirla a través de una simulación, con una construcción en GeoGebra que posibilita observar el recorrido de una bicicleta que avanza y retrocede con velocidad uniformemente variable sobre un terreno horizontal. Se elaboró una hoja de trabajo con actividades que buscan promover tareas y estrategias variacionales, indagando qué es lo que cambia en la situación y cuánto cambia, requiriendo la interpretación cualitativa y cuantitativa del movimiento. Con la resolución de los distintos incisos, se pretende además que modelen la situación a través del registro gráfico y recuperen sus conocimientos previos sobre la función de segundo grado.

Segundo Encuentro. Reconociendo la importancia que tienen las tareas interdisciplinarias para generar sentido y significado a los conocimientos escolares, se diseñó una actividad en que los estudiantes pudieran ponerse en acción a través de una experiencia con un plano inclinado.

Actividad. Movimiento en plano inclinado

Con una tabla marcada en diferentes posiciones y colocada en posición inclinada, se les pidió que hagan rodar una bolita y, con los cronómetros de los celulares disponibles, tomaran los tiempos que demoraba en pasar por cada marca. Este procedimiento se repitió varias veces para luego completar una tabla de valores. En la hoja de trabajo se plantearon interrogantes con objetivos similares a la actividad anterior. En lo que

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

respecta a la interpretación se intentó ir un poco más allá del trabajo concreto, consultando sobre cómo creen que afecta en la relación entre el tiempo y la distancia recorrida, el ángulo de inclinación del plano, una variable en principio no considerada.

Tercer Encuentro. Con la finalidad de mostrarles un poco más de cerca el trabajo de un matemático o de un investigador que necesita la matemática como herramienta para su análisis, se decidió realizar una experiencia sencilla de ajuste de funciones que permita modelar el crecimiento de una planta. Dado que las escuelas cuentan con espacios abiertos y realizan actividades de huerta, se propuso complementar ese trabajo con una experiencia específica: se les proporcionaron semillas de soja que debieron sembrar en macetas y, una vez por semana, observar y registrar su evolución con fotos y realizando mediciones. Se decidió considerar las medidas correspondientes a las alturas de las plantas y la cantidad de hojas, variables importantes para su estudio fenológico.

Actividad. La Matemática en la fenología de la soja

El objetivo de la actividad fue determinar un modelo que se ajuste adecuadamente a los datos obtenidos experimentalmente. Para el ajuste se decidió utilizar Excel, facilitando una hoja de trabajo con pasos que los guiaran en el uso del software, la elaboración de las tablas de valores y los gráficos de dispersión. En un debate grupal y en conjunto con los docentes, se los orientó para que traten de asociar las nubes de puntos obtenidas con la gráfica de alguna función conocida, mostrando y explicando la técnica que utiliza el programa para ajustar los datos a un modelo.

Resultados

De la observación del trabajo realizado, se destaca en primer lugar cómo la resolución de las diferentes actividades motivó a los estudiantes y los llevó a involucrarse de una manera activa. En las Figura 1 y Figura 2 se reflejan diferentes momentos e instancias de trabajo.



Figura 1. Actividad de los estudiantes en diferentes encuentros

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 2. Experiencia de plano inclinado

Las diferentes actividades lograron promover la utilización de estrategias y la realización de tareas importantes para el desarrollo del pensamiento variacional. La revisión de las producciones de las dos actividades relacionadas al movimiento, el de la bici y en el plano inclinado, muestra que, además de realizar tareas de identificación y cuantificación de los cambios, algunos grupos fueron capaces de explicar o describir la variación presente en cada caso y acorde a lo que se preguntaba. Su trabajo dio pie al debate e intercambio grupal para la etapa de conclusiones, en la que se buscó incluir las nociones de variable y función desde una perspectiva variacional. En la Figura 3 se muestran un par de respuestas.

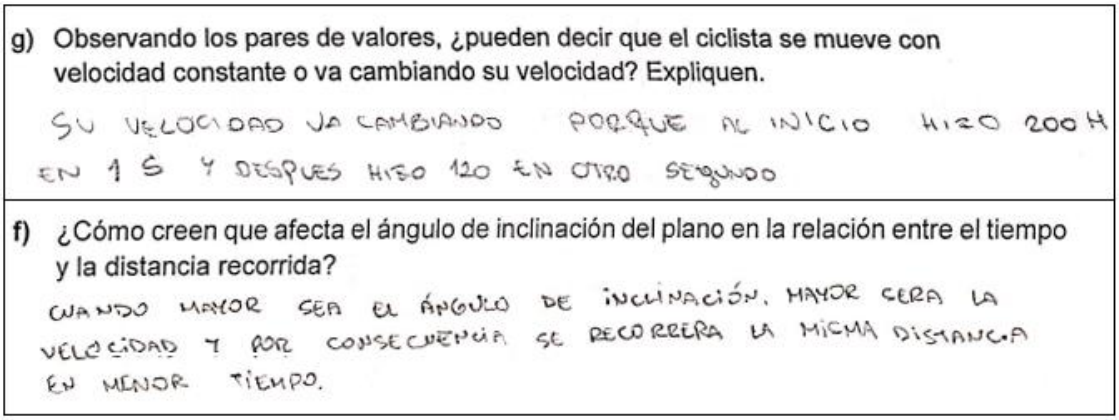


Figura 3. Respuestas de los alumnos a dos de las preguntas de las tareas de movimiento

La resolución de la actividad de ajuste se realizó en el ámbito de la facultad, en particular en el gabinete de informática. Para la ocasión, los alumnos contaban con las medidas de sus plantas, tomadas a lo largo de siete semanas. Con la guía de los docentes, pudieron armar las tablas de valores, los gráficos de dispersión y seleccionar una función que ajuste los datos (Figura 4).

En el análisis de las respuestas presentadas, surgen argumentos interesantes relacionados a la importancia del estudio de las funciones y de la modelización como, por ejemplo, al elegir una función para modelar los datos, otro factor que se debe considerar es que “la función tenga sentido con relación a qué estamos midiendo o contando” o “El uso de un modelo matemático…nos permite predecir cómo podrá crecer la planta en un futuro con los datos que tenemos actualmente”.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025



Figura 4. Resolución actividad de ajuste

Conclusiones

En el marco de un proyecto que intentó vincular a la universidad con la escuela secundaria, en un ámbito particularmente desfavorecido educacionalmente, como es el de las escuelas rurales, se intentó resignificar el concepto de función, uno de los más importantes y a su vez complejo, de la matemática. A partir de la detección de necesidades y fortalezas de los grupos participantes, se diseñaron propuestas que, considerando la importancia de trabajar en contextos reales y cercanos a su entorno, promuevan la construcción activa del conocimiento, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades matemáticas significativas para los estudiantes.

Los resultados de las distintas tareas realizadas con docentes y con alumnos, nos animan a concluir que es posible desarrollar una matemática, en los diferentes niveles escolares, que trascienda los contenidos estancos, así como las formas mecánicas y descontextualizadas de enseñar y aprender. En ese sentido, valoramos la importancia de propuestas que consideran reconocer la utilidad de la matemática en la vida cotidiana y las ciencias, favoreciendo una comprensión funcional de la disciplina.

Uno de los principales logros del proyecto fue la conformación de un equipo colaborativo entre docentes y estudiantes, que resignificó su rol social al acercar saberes matemáticos al entorno. La propuesta permitió fortalecer el vínculo entre universidad y comunidad, reafirmando el compromiso de la universidad pública con la equidad educativa y su función como agente de transformación social. Esperamos que esta propuesta trascienda los tiempos de ejecución formal y siente las bases para futuras acciones conjuntas, con la profundización de líneas de trabajo orientadas a la igualdad educativa y la mejora de la enseñanza en contextos diversos.

Referencias

Alsina, A. (2020). El Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas: ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo aplicarlo en el aula? *Tangram. Revista de Educação Matemática, 3*(2), 127-159.

Cantoral, R.; Montiel, G. y Reyes, D. (2014). Hacia una educación que promueva el desarrollo del pensamiento matemático. *Revista Pedagógica Escri/viendo, 11(24)*, 17-26.

Font, V. (2011). Funciones. En J.M. Goñi (Ed.), *MATEMÁTICAS: Complementos de formación disciplinar* (pp. 145-186). Barcelona, España: Graó.

Lamela, C. y Ricci, V. (2019). Introducción a la noción de función a partir del trabajo con gráficos cartesianos: dependencia y variabilidad. En B. Duarte (Coord.), *Las funciones, el álgebra escolar y la geometría en entornos tecnológicos. Asuntos didácticos para pensar la enseñanza* (pp. 51-96). Buenos Aires, Argentina: Unipe.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El rol de los auxiliares alumnos en la cursada, relato desde una experiencia

The role of teaching assistants in the courses, a first-hand experience

Ignacio Gabriel Martínez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Argentina.
martinezignaciogabriel6@gmail.com

Resumen

El presente trabajo aborda el impacto del auxiliar alumno en la cursada de “Análisis Matemático I” desde una perspectiva tanto personal como analítica, mediante una investigación cualitativa basada en encuestas abiertas a 85 estudiantes. Los resultados muestran que el rol del auxiliar trasciende el acompañamiento académico tradicional, que consiste en brindar explicaciones claras y accesibles, así como por su constante disposición a resolver dudas dentro y fuera del aula. Un aspecto central señalado por los estudiantes es la confianza generada en el vínculo con el auxiliar, facilitada por un trato cercano, empático y horizontal, que permitió expresar inquietudes sin temor al juicio. Esta relación no solo favoreció el aprendizaje, sino que también contribuyó al bienestar emocional, a la permanencia en la materia y, en algunos casos, despertó el interés por asumir el mismo rol en el futuro. Se concluye que el auxiliar cumple una función pedagógica y humana de relevancia en los primeros años de formación universitaria.

Palabras clave: Auxiliar alumno, aprendizaje entre pares, confianza pedagógica, acompañamiento universitario, análisis matemático

Abstract

This paper analyzes the impact of student teaching assistants in the “Análisis Matemático I” course, combining personal experience with a qualitative study based on open-ended surveys completed by 85 students. The findings show that the assistant’s role goes beyond academic support, standing out for providing clear, accessible explanations and being consistently available to address questions both in and outside the classroom. A key element highlighted by students is the trust established in the relationship with the assistant, fostered by an empathetic, approachable, and non-judgmental attitude that encouraged students to express doubts freely. This bond not only enhanced learning but also contributed to students' emotional well-being, improved their engagement with the course, and in some cases, inspired them to consider becoming assistants themselves. The study concludes that the student assistant fulfills a pedagogical and human important role, especially in the early stages of university education.

Keywords: Student teaching assistant, peer learning, pedagogical trust, academic support, mathematical analysis

Introducción

El presente trabajo surge a partir de la experiencia del autor luego de desempeñarse como auxiliar alumno en la materia Análisis Matemático I en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay (UTN-FRCU) durante aproximadamente 2 años. Lejos de iniciar en el primer día de trabajo en el rol, esta historia comienza en la propia cursada de la materia, unos 3 años atrás aproximadamente. Dicha etapa fue atravesada por muchos sentimientos, comenzando en la primera cursada, la que fue desaprobada y considerada uno de los primeros tropiezos académicos en el ámbito universitario y una gran primera frustración, continuando con un poco de motivación al realizar la cursada por segunda vez, se logra la regularidad y creyendo que iba a ser sencillo aprobar el final de la materia (cosa que no ocurrió), inmediatamente terminada la cursada se intentó aprobar en la primera mesa de final, pero fue un golpe de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

realidad que, al desaprobar, generó un sentimiento de frustración que se prolongó durante casi 2 años, en los que hubo momentos de muchas dudas sobre si volver a intentar rendir, de intentar comenzar a preparar el final y no entender los temas ya que había una mezcla de frustración y conocimientos que se olvidaron con el paso del tiempo. También pasar por la etapa de cuestionamientos más profundos, como llegar a preguntarse si realmente esta era la carrera indicada o si podría llevarla adelante. Finalmente llegó el día de volver a presentarse en la mesa de examen, en la que el resultado fue exactamente el mismo que la primera vez, lo que generó muchísimas dudas acompañadas de sentimientos de enojo consigo mismo por no poder lograrlo, muchos más cuestionamientos y un alto nivel de frustración. Pasado un poco más de tiempo, toda esta situación se fue revirtiendo en gran parte gracias a la ayuda y contención que fue brindada por el titular de la cátedra, con quien hoy trabajo desempeñando el rol como auxiliar alumno. Luego de 3 meses de diversas charlas, reuniones, miles de dudas y más cuestionamientos, llegó el momento de presentarse nuevamente en la mesa para esta vez sí lograba aprobar, finalmente luego de 2 años de lucha tanto con la materia como con propios pensamientos, llegó el momento de aprobar la materia con una nota de 8, ese momento tan esperado, con ese sentimiento de satisfacción luego de lograr una de las tantas metas académicas propuestas.

Pero la historia no termina ahí, ya que lejos de querer desligarse de la materia por completo, como haría la mayoría de alumnos luego de una situación como esta, nace el deseo de querer ser alguien que acompañe a los alumnos que estén pasando esta situación y necesiten el apoyo de alguien que les dé un apoyo distinto al que tal vez le podría brindar un profesor o un familiar, este apoyo es brindado por alguien con quien tal vez no tiene una gran afinidad, pero sabe que pasó por una situación similar. Poco tiempo después surge la posibilidad de cumplir ese deseo, mediante la oportunidad de comenzar a ejercer el rol de auxiliar alumno, la cual fue aceptada de manera casi inmediata para empezar el camino en la enseñanza.

Al comienzo de este proceso, muchas emociones aparecieron, algunas ya conocidas y otras nuevas, miedo a estar en una clase de la materia que tantas dificultades generó en el pasado, miedo a haber olvidado los conocimientos luego de aprobar el final, inseguridad al momento de explicar un ejercicio frente a más de 70 personas, a que no se entiendan dichas explicaciones o no saber responder las dudas que le surjan a los estudiantes y muchas otras más. Con el correr de las clases y cuatrimestres, se fue consolidando la identidad dentro del rol, no solo hablando de la parte matemática, sino también en la parte humana, como en situaciones en las que se brindó contención a alumnos que atravesaban dificultades con la materia o la carrera en general. Acompañarlos también en procesos personales que escapan de una materia en particular o de lo académico en general, construyendo así, un vínculo de cercanía y confianza con muchos de los alumnos de la materia en distintas cursadas.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo los estudiantes viven la cursada de una materia tan exigente y temida como lo es “Análisis Matemático I” y además el lugar que ocupa, desde su perspectiva, la figura del auxiliar alumno. El interés de la investigación también pasa por comprender qué desafíos enfrentan dichos alumnos, cómo los suelen atravesar, y sobre todo, en qué medida puede el auxiliar, ser un apoyo representativo para ellos.

Para llevar a cabo este análisis, se optó por una metodología de enfoque cualitativo, utilizando encuestas con preguntas abiertas. Esta modalidad fué elegida por considerarse la más adecuada para que los estudiantes se puedan expresar con libertad, compartiendo con sus palabras, la percepción que tenían del auxiliar.

Marco Teórico

El rol del auxiliar alumno constituye una figura particular dentro del ámbito universitario, ubicándolo en un punto medio entre alumnado y equipo docente. Se trata de estudiantes avanzados que, habiendo previamente aprobado la materia en la que van a ejercer su rol, colaboran en la enseñanza mediante un apoyo tanto pedagógico como académico, resolviendo dudas y guiando estudiantes durante la cursada. Este rol, aunque a veces puede verse de manera informal en las instituciones, puede tener un alto impacto en las trayectorias académicas de los estudiantes “*Las interacciones entre estudiantes, que comportan aprendizaje peer learning o aprendizaje entre iguales, tienen una gran riqueza y variedad, incluso en el ámbito específicamente universitario (Topping, 1996). Para sintetizarlas podemos recurrir a la clásica propuesta de Damon y Phelps (1989) que las sitúan en un continuo según el grado de simetría y mutualidad. En un extremo tenemos la tutoría entre iguales (donde un alumno más experto desempeña el rol de tutor de su pareja) y en el otro extremo, el aprendizaje colaborativo (nivel similar de conocimiento entre los miembros*

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

del equipo)". Durante la experiencia como auxiliar alumno, se pudo aprender que el rol va mucho más allá de simplemente resolver algunos ejercicios o responder dudas, el hecho de ser el punto medio entre alumnado y equipo docente lo convierte en un mediador ideal, el cuál comprende la dificultad de los temas y conceptos desde el lado del profesor, pero sabe cómo comunicarles dichas cuestiones a los alumnos en una forma más fácil de entender para ellos, además conoce las situaciones de miedo, frustración y dificultad que ellos atraviesan, lo que facilita el intento por ayudarlos a encontrar una potencial solución a ellas

En muchas asignaturas, sobre todo aquellas que los alumnos presentan mayores dificultades, enfrentan no solo desafíos académicos, sino también emocionales. El miedo a desaprobar, a no entender los temas, o incluso, sentirse "fuera de sintonía con la carrera", entre otras cuestiones, pueden influir considerablemente en su desempeño tanto en la materia como fuera de ella.

Esta forma de acompañar, se puede vincular con lo que se denomina "aprendizaje entre pares". Se trata de un enfoque en el que los estudiantes aprenden mejor cuando alguien cercano ayuda en este proceso, a veces esta persona puede ser vista como un compañero que entiende con una facilidad mayor los temas, en el caso del auxiliar alumno, es quien cumple ese rol de "compañero que entiende mejor la materia y me dar una mano". Esto fue justamente una de las cosas que ayudaron al autor a vencer sus miedos al comenzar su carrera como auxiliar alumno, el hecho de entender que pasó por dificultades muy similares a las de los estudiantes y podía generar un espacio de confianza donde los estudiantes puedan plantearle todas sus dudas o inquietudes sin miedo a equivocarse o sentirse juzgados (muchos estudiantes hablan de esta situación comentando "a él no le tengo miedo como al profesor o profesora entonces puedo preguntarle mis dudas sin sentirme juzgado").

Por otro lado, autores como Carl Rogers hablan de la importancia de generar un clima de confianza y aceptación para que pueda haber un aprendizaje real, citando frases como "*cuando alguien comprende cómo me siento yo, sin intentar analizarme o juzgarme, me ofrece un clima en el que puedo desarrollarme y madurar*". Desde el punto de vista del autor, esto se logra más allá de los conocimientos que pueda llegar a tener sobre la materia, sino desde cómo es la interacción con la otra persona, brindando consejos y/o contención. A veces, situaciones tan simples como una charla en el recreo o después de la clase comentando "yo cuando la cursé me sentí de esta manera" o "algo que me ayudó con este tema es estudiar de esta manera" puede llegar a ser más significativo que darle la respuesta de 20 ejercicios.

A lo largo de estos cuatrimestres, se pudo observar que ser auxiliar no consiste solamente en desempeñar tareas en lo académico sino también en lo que concierne a la contención de los estudiantes. Y esta parte del rol, la que tiene que ver con estar presente, escuchar, acompañar, aconsejar y contener, es la más difícil de comprender ya que no se aprende en ningún libro, sino viviendo el momento.

Metodología

Para llevar adelante este trabajo, se optó por una metodología de carácter cualitativo, ya que el objetivo principal era conocer en profundidad las percepciones, experiencias y opiniones que tienen los estudiantes acerca de cómo fue su experiencia conmigo como auxiliar alumno.

Mediante una encuesta con preguntas abiertas se obtuvieron las opiniones que sirvieron de apoyo para realizar el trabajo. Se optó por esta modalidad ya que el objetivo era obtener respuestas reflexivas, personales y sinceras de parte del alumnado. No se implementó la recolección de datos mediante opciones cerradas o valoraciones numéricas ya que se considera que no iban a reflejar sinceramente la opinión de las personas encuestadas, por lo que la prioridad fue darles el espacio para que puedan expresarse libremente y dar su punto de vista personal con su experiencia, sin condicionamientos o limitaciones de ningún tipo.

La encuesta fue difundida de manera virtual mediante los grupos de whatsapp con los alumnos cuya finalidad era facilitar nuestra comunicación durante la sobre la materia. La encuesta fue respondida por un total de 85 personas que cursaron la materia con el autor como auxiliar alumno. La encuesta era compartida la última semana de cursada ya que de esta manera se podía dejar que vivan la experiencia en su totalidad, atraviesen todos los procesos mencionados anteriormente y puedan tener una intervención de parte del auxiliar, siempre y cuando así lo permitan, y luego tengan una opinión para dar en forma de devolución.

La recolección de datos fue llevada a cabo al finalizar el segundo cuatrimestre de 2024 y primer cuatrimestre del 2025 (noviembre/diciembre y junio/julio respectivamente).

Una vez recopiladas las respuestas, se realizó un proceso de lectura atenta y detallada, agrupamiento temático y análisis interpretativo. El foco no estuvo en ver cuantas personas brindaban la

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

misma respuesta (o similar) para hacer un conteo y sacar conclusiones en base a eso, sino que se buscó identificar los aspectos cualitativos más significativos obtenidos a partir del relato de los estudiantes. El objetivo más que contar, fue comprender.

Esta metodología permitió un acercamiento de una manera más profunda a las opiniones de los estudiantes y así sacar conclusiones a partir del análisis de las mismas.

Resultados

Luego de realizar el análisis de todas las respuestas de las encuestas (85 estudiantes que respondieron 10 preguntas) fue posible identificar una serie de ejes temáticos los cuales reflejan cómo los alumnos perciben y valoran el rol del auxiliar alumno en la cursada de “Análisis Matemático I”. A continuación, se presentan los resultados agrupados no por pregunta, sino por aspectos claves que se identificaron en el conjunto de respuestas, incluyendo fragmentos representativos y observaciones clave.

1. Acompañamiento personalizado
   El eje más frecuente está relacionado con la ayuda directa en el aprendizaje: los estudiantes resaltaron en reiteradas ocasiones que el auxiliar estuvo presente para resolver dudas, volver a explicar algún tema o concepto que no quedó del todo claro y brindar apoyo fuera de clase, ya sea por mensaje de whatsapp o al cruzarlo en los pasillos de la facultad en horarios que no eran de la cursada de la materia. Esta disposición se interpreta como una señal de compromiso auténtico y cercanía.
   “El apoyo del auxiliar alumno ha sido más útil en la resolución de dudas específicas, en la explicación de conceptos complejos y en la orientación durante ejercicios prácticos. Su ayuda me ha permitido entender mejor los temas y avanzar más rápido en la cursada.”
   Este acompañamiento se percibió no como un gesto aislado, sino como una actitud constante, que generó mayor tranquilidad y seguridad en los estudiantes durante su cursada.
2. Claridad y explicación accesible
   Muchos estudiantes resaltaron que la manera en que explicaba el auxiliar era más clara, concreta y accesible que la forma de los docentes. El hecho de usar ejemplos más simples, volver a preguntarles si entendieron para asegurarse que realmente así fue y adaptar el lenguaje académico a algo más informal y/o cotidiano, fueron los aspectos clave.
   “es muy buena e importante para la cátedra la presencia de un alumno auxiliar el cual se puede expresar de una manera más cercana hacia un alumno, que un profesor, también es de gran ayuda para el docente en forma de resolución de tareas simples áulicas y extra áulicas, como por ejemplo proyectar imágenes, responder preguntas fuera de la institución por medio de grupos de consulta, o así mismo dentro de la clase sin esta tener que ser interrumpida”
   En este sentido, el auxiliar no fue visto como un “repetidor de lo que decía el profe”, sino como un facilitador en el aprendizaje que ayudó a transformar conceptos abstractos en ideas comprensibles
3. Cercanía y confianza
   Otro eje relevante fue el vínculo interpersonal: los estudiantes se sintieron más cómodos planteando las dudas que tenían al auxiliar en lugar de a los profesores. Se valoró mucho el hecho de haber recibido un trato horizontal, informal y exento de juicios.
   “cuando se participa con un alumno auxiliar se maneja otro tipo de confianza diferente a la del docente, donde el auxiliar cumple un rol de comunicación en parte entre los alumnos y el profesor”
   Esa sensación de cercanía también favoreció la participación y redujo la ansiedad en muchos casos.
4. Modelo a seguir e inspiración
   Algunos estudiantes mencionaron que el auxiliar los motivó a seguir esforzándose o incluso, despertaron en sí el deseo de ser auxiliares en un futuro. En estos casos, al auxiliar se le suma el hecho de ser un modelo de conducta y superación, además de ser un referente académico.
   “Empecé a cursar la materia con mucha positividad y entusiasmo a pesar de no ser la mejor en matemáticas, y nunca sentí miedo o ansiedad al respecto. Sin embargo, el auxiliar alumno jugó un papel importante al motivarme aún más y fomentar mi interés en la materia. Su apoyo y entusiasmo fueron contagiosos y me ayudaron a mantener mi motivación, incluso cuando enfrentaba desafíos. Me sentí alentada a seguir adelante y a profundizar mi conocimiento en la carrera que estoy haciendo. Incluso planeo seguir sus pasos como auxiliar en un futuro.”

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Esto muestra que el impacto del auxiliar puede tener efectos a largo plazo, generando vocación y compromiso institucional

5. Influencia positiva en la cursada
   En menor proporción, pero no por ello menos significativa, algunos estudiantes reconocieron que la presencia del auxiliar fue clave para no abandonar la materia o para mejorar su rendimiento. Se lo mencionó como un "factor de suma importancia" que hizo que la cursada sea más llevadera y también hayan logrado finalizar más allá de cuál haya sido la condición final en la misma
   "Me gustan muchas cosas de las clases con los auxiliares alumnos. Por un lado, su buena predisposición y actitud positiva crean un ambiente de aprendizaje muy agradable. También su forma de explicar es muy clara y didáctica, lo que facilita la comprensión de los conceptos. Además, el ambiente es muy bonito y llevadero, lo que hace que sea divertido asistir a clase. También aprecio la flexibilidad y la capacidad para adaptarse a las necesidades de los estudiantes, lo que demuestra su compromiso con nuestra educación. Cabe destacar que no solo se interesan porque nosotros comprendamos la materia, sino que también nuestro tiempo durante la clase sea llevadero."
   Aquí también observamos como el auxiliar alumnos es crucial en un momento que muchos suelen atravesar en algún momento, que es el hecho de querer abandonar la materia cuando el rendimiento no es el esperado
6. Empatía y apoyo emocional
   Si bien no fue un aspecto que se resaltó tanto como los anteriores, también hay algunas respuestas en donde se menciona que el auxiliar también fue valorado por su capacidad de escuchar, contener o calmar la frustración, especialmente en situaciones de un parcial desaprobado o de frustración personal.
   "podría mencionar miles de situaciones en las cuales los auxiliares me ayudaron con diversos conceptos de la materia, o para prepararse para los parciales, pero personalmente me gusta resaltar el área dónde más noto que marcan la diferencia: lo emocional ellos también son alumnos, saben lo que es estar en nuestro lugar, y al menos en mi caso nunca faltó una charla motivacional con ellos, alentandome a seguir, contándome sus experiencias y hasta tranquilizar los ataques de ansiedad en parciales (lo cual no les corresponde hacerse cargo, pero aún así se esfuerzan en que estés bien para lograr el óptimo desarrollo de la cursada)"
   Podemos ver como también es importante tener en cuenta el rol de contención ante situaciones adversas para poder seguir adelante en su camino sin que estas interfieran en su desarrollo

Observación general:

Si bien los temas se solapan entre sí, la figura del auxiliar aparece con fuerza como un actor pedagógico, emocional y humano dentro de la cursada. La mayoría de las valoraciones no se limitan a si el auxiliar explicó el ejercicio 9 de la guía 12, sino en la forma en la que el estudiante se sintió mediante la interacción con el auxiliar: acompañado, escuchado, comprendido y motivado.

Desde el punto de vista de los estudiantes explican el aprendizaje del tutorizado tienen que ver tanto con la cantidad de la ayuda pedagógica ("Es como si tienes un maestro sólo para ti"), como con la calidad de esta en ofrecerse dentro de un contexto de simetría ("En la tutoría, mi compañero y yo, en un plano de igualdad, creamos el clima necesario para poder favorecer el proceso educativo, el hecho de ser iguales nos facilita la comunicación, el acercamiento, el preguntar, el volver a preguntar, el disentir...", "Es más fácil preguntarle al alumno que al maestro, no sé, te da más confianza" o "A veces le pregunto al maestro y me explica y explica y yo no entiendo, cuando practico con mi compañero le entiendo mejor y no me da tanta pena estarle preguntando una y otra vez").

Discusión y análisis de los resultados

El análisis de las respuestas de los estudiantes permitió visibilizar una serie de dimensiones que hacen al rol del auxiliar alumno mucho más complejo y valioso de lo que, a primera vista, podría pensarse. Los datos no solo reafirman algunas intuiciones que uno puede tener desarrollando el rol de auxiliar alumno, sino que además se puede tener una nueva perspectiva de cómo impacta la figura del auxiliar en la experiencia del alumno que transita una materia tan desafiante y temida como lo es Análisis Matemático I.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Uno de los aspectos más destacados por los estudiantes fue la claridad con la que el auxiliar explica los temas, en comparación con otros docentes o auxiliares. Esta diferencia no parece estar relacionada únicamente con el nivel de conocimiento, sino que está ligada a la capacidad de empatía con los alumnos, de recordar cómo fue su proceso de aprendizaje, como logró entender ciertos temas, cuáles fueron las dificultades que se le presentaron o cómo salió adelante de las mismas. La empatía es una de las grandes claves que facilitó el desarrollo de la materia y la capacidad de los alumnos para llevarla adelante con menor dificultad, *"Respecto al primer objetivo, que los estudiantes tomaran conciencia de la relevancia educativa de la ayuda entre iguales y de su potencialidad como recurso instructivo, cabe decir que la experiencia permitió que visualizaran la ayuda pedagógica que ofrecían a otros alumnos como un mecanismo de aprendizaje dentro de sus experiencias personales."*

Otro aspecto en el que se hizo mucho foco en los resultados de las encuestas fue la cercanía y la horizontalidad del vínculo. Los estudiantes demuestran tener mucha confianza con el auxiliar, pierden el miedo a ser juzgados por no entender o a hacer una "pregunta tonta" y que existe una disposición real y honesta para acompañarlos en su proceso. Este vínculo no se construye solamente dentro del aula, sino también en gestos más sutiles pero con mucho significado para ellos como lo son: responder dudas fuera de horarios de clase, dar una palabra de aliento antes una situación adversa, notar esa angustia o frustración sin que el alumno lo ponga en palabras y poder darle una mano con esa situación. Desde la experiencia personal del autor, puede mencionarse que este tipo de gestos no son algo que se planee para realizarse, sino que surge espontáneamente cuando ocurren dichas situaciones, en ese momento sale dejar de lado el rol de auxiliar un rato y ser un estudiante que ayuda a otro en una situación en la que ya conoce muy bien. Estas situaciones hicieron que el auxiliar sea percibido como una figura que motivó a continuar, que ayudó a evitar el abandono de la materia y hasta en algunos casos, motivar a ser auxiliar en un futuro. Esta parte es quizá, la más importante del trabajo, ya que se puede notar claramente que el rol del auxiliar va más allá de resolver algunos ejercicios en la pizarra o dejar tarea, sino se trata de generar un espacio de confianza y superación personal. Ahí es donde surge el mayor impacto del auxiliar, cuando se logra que el alumno no sólo apruebe la materia, sino que se sienta capaz, apoyado, comprendido y reconocido en sus logros.

Conclusión

El presente trabajo tuvo como propósito analizar el impacto que tiene la figura del auxiliar alumno en una materia de primer año a través de una mirada directa de los propios estudiantes, mostrando tanto partes buenas como malas de la cursada personalmente hablando. A partir de una encuesta abierta y cualitativa, se recogieron respuestas ricas en matices que permitieron identificar tendencias, percepciones y valoraciones profundas respecto al rol del auxiliar.

Los resultados revelaron que los estudiantes no solo valoran la ayuda académica que el auxiliar brinda, sino también la forma en que esa ayuda es ofrecida: con una significante cercanía, una fuerte empatía y claridad en sus explicaciones. Se destaca principalmente el hecho de que el auxiliar se convierte en un facilitador para el alumno al explicar los contenidos, ofreciendo explicaciones accesibles, contención en momentos de frustración, y acompañamiento personalizado. Muchos estudiantes expresaron que, gracias a este vínculo, pudieron transitar la materia de forma más segura, tranquila y motivada.

Como cierre, se puede afirmar que el auxiliar alumno ocupa un rol pedagógico y humano de mucha relevancia, que lejos de reemplazar al docente, sirve para complementarlo perfectamente buscando que el estudiante además de ampliar sus horizontes de conocimiento en el área matemática, también amplía su capacidad de hacerle frente a situaciones adversas y además hacer una cursada un poco más entretenida. Esto quiere decir que su presencia marca una diferencia no solo en el rendimiento académico, sino también en la autoestima, la confianza y la permanencia de los alumnos en la carrera. Estos hallazgos pueden evidenciar que la incorporación de auxiliares alumnos en la cursada de las materias de los primeros años de cursada, puede ser una estrategia significativa para mejorar la calidad del acompañamiento educativo en los primeros años universitarios, que suelen ser los más difíciles de sobrellevar con todos los desafíos y situaciones desconocidas para el alumno.

Reflexión personal y propuestas para el futuro

Ser auxiliar alumnos en Análisis Matemático I para mi ha sido una experiencia transformadora y muy enriquecedora a nivel académico pero sobre todo a nivel personal. El comienzo de este camino estuvo

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

plagado de dudas, miedo, incertidumbre y demás sentimientos similares. No sabía si iba a estar a la altura para acompañar a otros estudiantes de una manera eficaz, si podía explicar un ejercicio en la pizarra sin trabarme y de manera que todos entiendan mi explicación o hasta si me iba a sentir parte y poder adaptarme al equipo docente. Con el tiempo y luego de muchísima interacción con el alumnado, otros auxiliares alumnos que me guiaron mucho y el equipo docente, pude comprender de mejor manera el rol del auxiliar alumno, que no se trata de saber contenidos solamente, sino también de estar presente para los alumnos, generar un ambiente de confianza y comodidad en el que ellos se desarrollen sin temor a equivocarse, preguntar y crecer.

Esta experiencia también me dejó como lección que muchas veces una pequeña ayuda, una explicación clara o simplemente una actitud amable pueden llegar a marcar una gran diferencia en la cursada de las personas. Me tocó ver alumnos frustrados que, con un poco de acompañamiento, obtenían o recuperaban la confianza en sí mismos y podían seguir adelante. En otras situaciones también me encontré con situaciones en las que un alumno a partir de este vínculo generado empezaban a seguir la materia de otra manera, a rendir un exámen cuando estaban dudando si presentarse o no, hasta incluso, sin saberlo, inspirarlos a adentrarse en el mundo de ser auxiliar alumno algún día. Todo esto me hizo valorar profundamente este rol y reafirmó mi interés por esta pequeña rama de la docencia en la que puedo aportar al aprendizaje.

Esta etapa no solo me dejó aprendizajes concretos para continuar mi formación profesional, sino también una convicción profunda: La educación se construye en el vínculo y ese vínculo se fortalece cuando hay presencia, escucha y compromiso genuino. El hecho de tener a una persona que acompañe en estos contextos es igual o incluso más importante que tener una buena enseñanza de contenidos, ya que además de reforzar los ejercicios y conceptos, se le da apoyo ante situaciones adversas, experiencias similares en las que tal o cual consejo fue de mucha ayuda y hasta se puede llegar a dejar vínculos que sean de apoyo para continuar su recorrido en la formación profesional.

Referencias

Barbosa-Herrera, J. C., & Barbosa-Chacón, J. W. (2019). La tutoría entre pares: Una mirada al contexto universitario en Latinoamérica. *Revista Espacios, 40*(15). Recuperado de http://www.revistaespacios.com/

Benoit Rios, C. G. (2021). La tutoría entre pares: Una estrategia para el fortalecimiento de la vocación pedagógica. *Transformación, 17*(1), 1–17.

Carl, R. (1961). *El proceso de convertirse en persona: Mi técnica terapeuta* (17ª ed., pp. 195-245). Buenos Aires: Editorial Paidós.

Durán Gisbert, D., & Huerta Córdova, V. (2008). Una experiencia de tutoría entre iguales en la Universidad mexicana de Oaxaca. *Revista Iberoamericana de Educación, 48*(1), 1–12. https://doi.org/10.35362/rie4812262

Guadalupe-Román, E., Pérez, D., & Ramírez, N. K. (2018). Competencias de la tutoría entre pares: La experiencia de formarse en la práctica. *Integración Académica en Psicología, 6*(16), 46–54.

Eje 5:

Investigación educativa en Matemática aplicada a la Ingeniería

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Vibraciones en barras utilizando funciones de bessel aproximadas con series de potencias

Vibrations in bars using approximated bessel functions with power series

Héctor Daniel Martín
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Grupo de diseño Mecánico, Argentina.
hmartin@comunidad.frrq.utn.edu.ar.

Mario Alberto Ros
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Reconquista, Grupo de diseño Mecánico, Argentina.
marioros317@gmail.com.

Resumen

Este artículo aborda el estudio de las vibraciones longitudinales en barras de sección variable a partir de un enfoque analítico, orientado tanto a la modelización teórica como a su aplicación en contextos de enseñanza en ingeniería. Se presenta una solución exacta del problema formulando la ecuación de ondas para medios elásticos no uniformes, luego se introduce una función para el área de la sección transversal de la barra. Esto conduce a una ecuación diferencial del tipo Bessel, cuya solución admite una representación conocida en física, matemática e ingeniería. Se discuten con precisión las condiciones de frontera típicas de problemas estructurales, como extremos fijos o libres, y se determinan analíticamente los modos normales de vibración y las frecuencias naturales asociadas a distintas geometrías, incluyendo barras cónicas y prismáticas con sección variable. La metodología desarrollada resulta ser una herramienta formativa en cursos de mecánica estructural y métodos matemáticos aplicados a la ingeniería.

Palabras clave: Vibraciones Longitudinales – Funciones de Bessel – Frecuencias Naturales – Formas Modales – Barras con sección variable

Abstract

This article addresses the study of longitudinal vibrations in bars with variable cross-sections from an analytical perspective, aimed at both theoretical modeling and its application in engineering education contexts. An exact solution to the problem is presented by formulating the wave equation for non-uniform elastic media, followed by the introduction of a function for the cross-sectional area of the bar. This leads to a Bessel-type differential equation, whose solution has well-known representations in physics, mathematics, and engineering. Typical boundary conditions for structural problems—such as fixed or free ends—are discussed in detail, and the normal modes of vibration and natural frequencies associated with various geometries, including conical and prismatic bars with variable sections, are analytically determined. The developed methodology proves to be an effective educational tool in courses on structural mechanics and mathematical methods applied to engineering.

Keywords: Longitudinal Vibrations – Bessel Functions – Natural Frequencies – Mode Shapes – Bars with Variable Cross-Section

Introducción

El estudio de las vibraciones longitudinales en barras constituye un tema central en la formación de los ingenieros, tanto por su importancia práctica en el diseño y análisis de estructuras mecánicas, como por el valor formativo que tiene en el desarrollo de habilidades para el modelado físico y matemático de sistemas continuos. En particular, cuando se consideran barras de sección variable, el problema adquiere una complejidad adicional que lo convierte en un escenario propicio para la aplicación de métodos analíticos avanzados y el uso de funciones especiales, como las funciones de Bessel.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La ecuación de ondas para medios elásticos no uniformes da lugar, en muchos casos de interés ingenieril, a ecuaciones diferenciales con coeficientes variables cuya resolución exacta no es trivial. Una estrategia eficaz y conceptualmente rica consiste en buscar formas funcionales para la sección transversal que permitan transformar el problema original en una ecuación conocida de la física matemática, como la ecuación de Bessel. Esta reducción no sólo proporciona un camino hacia soluciones analíticas elegantes, sino que también constituye una oportunidad didáctica privilegiada para introducir a los estudiantes en el estudio profundo de las funciones de Bessel, su origen como soluciones de ecuaciones diferenciales y su representación mediante series de potencias.
Desde una perspectiva pedagógica, este tipo de problemas permite integrar múltiples saberes: desde la mecánica del medio continuo y la teoría de vibraciones, hasta la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante técnicas de series y el análisis de condiciones de frontera en sistemas físicos. Al trabajar con soluciones exactas, los alumnos no sólo adquieren herramientas matemáticas de alto nivel, sino que también desarrollan una intuición física más fina sobre el comportamiento dinámico de estructuras reales.
El presente artículo propone un tratamiento detallado y formal del problema de las vibraciones longitudinales en barras con sección transversal variable, enfocándose particularmente en barras cónicas y prismáticas. Se construyen soluciones analíticas exactas en términos de funciones de Bessel de orden no entero, las cuales se derivan explícitamente mediante el método de series de potencias. Asimismo, se exploran las condiciones de frontera asociadas a distintos tipos de apoyos, y se obtienen los modos normales y las frecuencias naturales del sistema, contribuyendo con un enfoque riguroso y formativo al estudio de este tipo de fenómenos.

Desarrollo

Consideramos una barra elástica de longitud L, densidad ρ, módulo de Young E, y área de sección transversal variable A(x), donde la variable x ∈ [0, L].

La ecuación de movimiento para las vibraciones longitudinales es:

$$\frac{\partial}{\partial \mathrm{x}}\left(E\,A(x)\frac{\partial u(x,t)}{\partial x}\right)=\rho A(\mathrm{x})\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} \qquad (1)$$

Donde u(x,t) es el desplazamiento longitudinal. Se busca una solución separando las variables de la siguiente forma: u(x,t)=U(x)T(t). En el caso de utilizar $T(t) = e^{iwt}$ se obtiene la ecuación diferencial ordinaria en amplitud compleja U(x) que resulta ser, su parte real, la forma modal para cada una de las frecuencias naturales de vibración.

$$\frac{d^2U(x)}{dx^2}+\frac{1}{A(x)}\frac{dA(x)}{dx}\frac{dU(x)}{dx}+\rho\,\frac{\omega^2}{E}U(\mathrm{x})=0 \qquad (2)$$

Esta ecuación tiene coeficientes variables. Por lo tanto, no se pueden obtener soluciones exactas de la misma para una variación genérica del área A(x). Sin embargo, para ciertas variaciones particulares del área como en las barras uniformes, catenoidales y exponenciales, las soluciones exactas son fácilmente disponibles en la literatura vinculada con el tema. En la siguiente sección, y mediante adecuadas transformaciones previas, se abordará la solución de la ecuación (2) para una variación polinómica del área.

Con el fin de obtener una solución exacta se vuelve a escribir la ecuación (2), pero ahora tomando a A(x) como variable independiente. Esto se realiza pensando que U es función de A(x) y que A es función de x, utilizando la regla de la cadena, se llega a la siguiente expresión:

$$\left(\frac{dA(x)}{dx}\right)^2\frac{d^2U(x)}{dA(x)^2}+\frac{dU(x)}{dA(x)}.\left(\frac{dA^2(x)}{dx^2}+\frac{1}{A(x)}\left(\frac{dA(x)}{dx}\right)^2\right)+\rho\,\frac{\omega^2}{E}U(\mathrm{x})=0 \qquad (3)$$

A esta ecuación la resolvemos para una barra con una variación de área de sección transversal que obedece a la expresión

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

$$A(x) = (ax + b)^n \tag{4}$$

La ecuación (3) puede reescribirse, luego de un largo y paciente trabajo algebraico, como:

$$\frac{d^2U}{dA^2} + \frac{(2n-1)}{n}\frac{1}{A}\frac{dU}{dA} + \frac{\rho\omega^2}{Ea^2n^2}\frac{U}{A^{2-2/n}} = 0 \tag{5}$$

La transformación de la ecuación (5) del espacio (U, A) al espacio (w, z), conduce a la siguiente ecuación diferencial ordinaria:

$$\frac{d^2w}{dz^2} + \frac{1}{z}\frac{dw}{dz} + \left(1 - \frac{v^2}{z^2}\right)w = 0 \tag{6}$$

En donde

$$U = w\,A^{\alpha}\;; \qquad v = \frac{(1-n)}{2}; \tag{7a, b}$$

$$z = \lambda\,A^{\sigma}\;; \qquad \alpha = 2\left(\frac{1}{n} - 1\right); \tag{7c, d}$$

$$\lambda = \frac{\omega}{a}\sqrt{\frac{\rho}{E}}; \qquad \sigma = \frac{1}{n}; \tag{7e, f}$$

$$\beta = \omega\sqrt{\frac{\rho}{E}} \tag{7g}$$

Cuando $A(x) = (ax + b)^2$ la solución es

$$U = \frac{1}{A^{1/4}}\left\{c_1 J_{1/2}\left[(\beta/a)A^{1/2}\right] + c_2 J_{-1/2}\left[(\beta/a)A^{1/2}\right]\right\} \tag{8}$$

En la cual, $J_n(z)$ es la función de Bessel de primera especie y orden n, si se utiliza la relación:

$$J_{1/2}(z) = \sqrt{\frac{2}{z}}\,senz \tag{9}$$

puede demostrarse fácilmente, que para el caso n = 2, la solución (8) puede ser escrita en la forma obtenida previamente por Abrate (ver en referencias):

$$U = \frac{1}{A^{1/2}}\left\{c_1\,sen\left[(\beta/a)A^{1/2}\right] + c_2\,cos\left[(\beta/a)A^{1/2}\right]\right\} \tag{10}$$

Resultados

Se analiza a continuación la obtención de las frecuencias naturales de una barra no uniforme, cuya área de sección transversal varía de acuerdo con la ecuación (11).

$$A(x) = (ax + b)^4 \tag{11}$$

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Para una barra doblemente empotrada las condiciones de borde son u(0,t)=0 y u(L,t) = 0. Esto conduce al siguiente conjunto de dos ecuaciones algebraicas y homogéneas:

$$\frac{1}{{A_0}^{3/8}}\{c_1 J_{-3/8}[(\beta/a){A_0}^{1/4}] + c_2 J_{3/8}[(\beta/a){A_0}^{1/4}]\} = 0 \quad (12)$$

$$\frac{1}{{A_1}^{3/8}}\{c_1 J_{-3/8}[(\beta/a){A_1}^{1/4}] + c_2 J_{3/8}[(\beta/a){A_1}^{1/4}]\} = 0 \quad (13)$$

En las cuales A_0=A(0) y A_1=A(L)

Para obtener soluciones distintas de la trivial, el determinante de los coeficientes de las incógnitas debe ser nulo. Su posterior desarrollo conduce a la siguiente relación para los autovalores adimensionales β.

$$J_{-3/8}[(\beta/a){A_0}^{1/4}]\,J_{3/8}[(\beta/a){A_1}^{1/4}] - J_{3/8}[(\beta/a){A_0}^{1/4}]\,J_{-3/8}[(\beta/a){A_1}^{1/4}] = 0 \quad (14)$$

Al buscar las raíces de la expresión anterior, se hallan los valores de β, que según la expresión (7g) contiene en su interior a la frecuencia natural de vibración ω. Se muestra en la Tabla 1 los valores para los primeros seis modos, con distintos valores de la constante "a". Observar que si a=0 se trata de una barra de sección constante.

Modo	a = 0	a = 1	a = 2	a = 3	a = 4
1	3.14165	3.13347	3.12212	3.11199	3.1032
2	6.28319	6.27892	6.2722	6.26561	6.25926
3	9.42473	9.42192	9.41728	9.4124	9.40764
4	12.56639	12.5642	12.56066	12.55687	12.55309
5	15.70793	15.70623	15.70342	15.70024	15.69719
6	18.84960	18.84813	18.84569	18.84313	18.84044

Tabla 1: Autovalores adimensionales β para los seis primeros modos de una barra de sección variable (11) doblemente empotrada, para diversos valores de la constante "a".

En la Figura 1 se pueden observar los puntos en donde la expresión (14) se hace cero, que corresponden a las frecuencias naturales de vibración, para el caso particular en que la constante a=1. Se ha utilizado el método de bisección para obtener las diferentes raíces de la expresión (11) a los fines de completar, para los distintos valores de la constante "a", la Tabla 1. Se puede observar en dicha tabla, que es muy poca la influencia del valor de la constante "a" en las frecuencias naturales de vibración longitudinal de la barra doblemente empotrada.

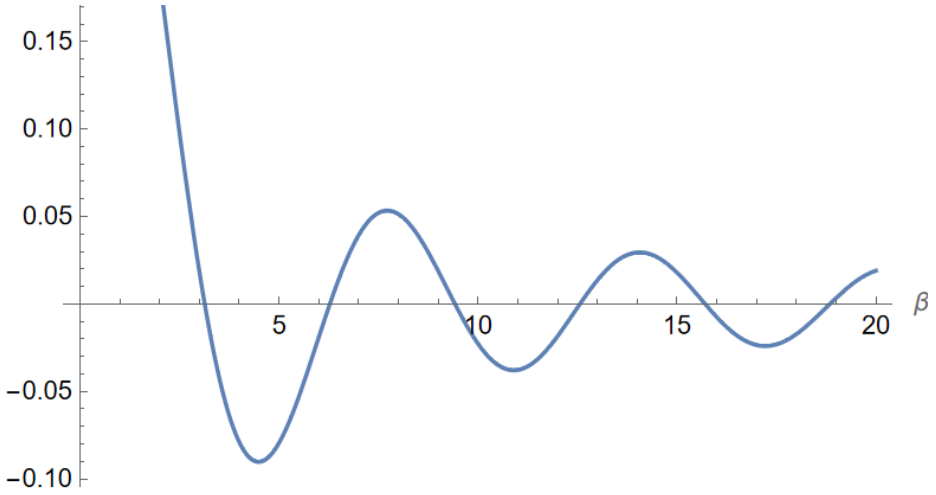


Figura 1: Gráfica de la expresión (14) para a=1 en la expresión (9) doblemente empotrada.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Como ejemplo de aplicación se ha obtenido en la expresión (15), la forma modal correspondiente U(x) para una barra doblemente empotrada, utilizando a=1. Es claro que el valor de la constante c_1 es la que le otorga amplitud a la forma modal.

$$U = c_1\, A(x)^{\frac{-3}{8}} \left\{ J_{\frac{-3}{8}}\left(\beta \frac{A_0^{1/4}}{a}\right) - \left[\frac{J_{\frac{-3}{8}}\left(\beta \frac{A_0^{1/4}}{a}\right)}{J_{\frac{3}{8}}\left(\beta \frac{A_0^{1/4}}{a}\right)} \right] J_{\frac{3}{8}}\left(\beta \frac{A(x)^{\frac{1}{4}}}{a}\right) \right\} \qquad (15)$$

En la Figura 2 se muestran las formas modales para la cuarta y sexta frecuencia natural de vibración en una barra doblemente empotrada de sección variable de la forma (15), para el caso particular del valor de a=1.

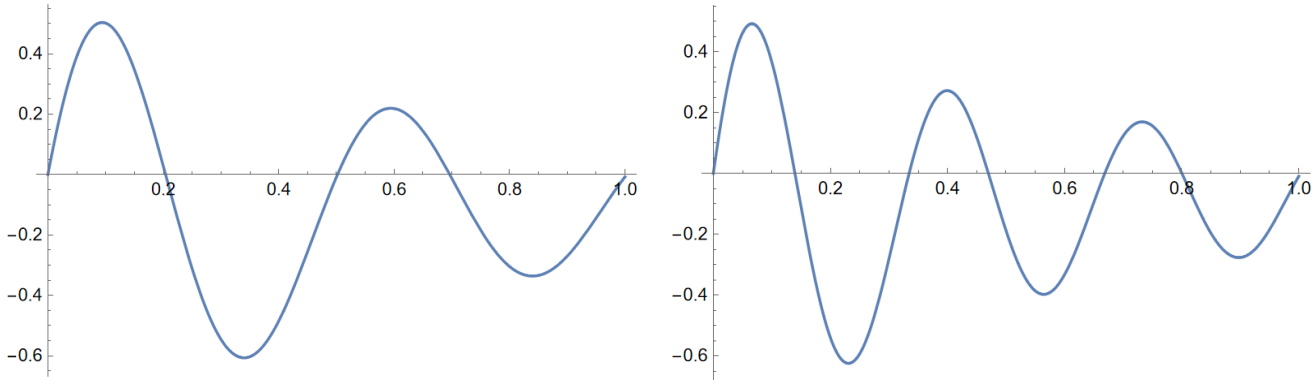


Figura 2: Gráficas de la cuarta y sexta formas modales para a=1 en la variación polinómica del área propuesta en la fórmula (15).

Conclusiones

El estudio de barras con sección variable mediante funciones de Bessel proporciona una solución elegante y exacta para un problema físico de relevancia. Esta metodología puede extenderse a otras geometrías y condiciones dinámicas, y representa un puente entre el modelado teórico y la práctica experimental, especialmente cuando se acompaña de simulaciones computacionales o modelos físicos impresos en 3D. El comportamiento de las formas modales está reflejado en las propiedades de las funciones de Bessel, de allí que las amplitudes de los antinodos no son constantes y decrecen de un extremo a otro de la barra. El problema analizado es matemáticamente similar al problema de la propagación del sonido a través de conductos de sección transversal variable. Para los mismos, la ecuación unidimensional de ondas con dependencia armónicamente simple del tiempo, es similar a la estudiada en el presente artículo. Por lo tanto, las soluciones que se desarrollan para un tipo de problema pueden ser usadas para el otro. En el caso aquí presentado, por razones de extensión del artículo, solamente se muestran los resultados de una barra con variación polinómica del área, los que aparecen expresados en términos de funciones especiales, como las funciones de Bessel. Dichas expresiones pueden evaluarse fácilmente y pueden ser usadas como puntos de referencia para confrontar los resultados obtenidos a partir de métodos numéricos o aproximados.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Referencias

Eisenberg, M. (1991). Exact longitudinal vibration frequencies of a variable cross-section rod. *Applied Acoustics, 34*, 123–130.

Abrate, S. (1993). *Wave propagation during high velocity impacts on composite materials* (Final Report for Summer Faculty Research Program). Air Force Office of Scientific Research, 15.1–15.19.

Bapat, C. N. (1995). Vibration of rods with uniformly tapered sections. *Journal of Sound and Vibration, 185*, 185–189.

Abrate, S. (1995). Vibration of non-uniform rods and beams. *Journal of Sound and Vibration, 185*, 703–716.

Perrin, R., & Gottlieb, H. P. W. (1994). Evanescence and Bessel functions in the vibration circular membrane. *European Journal of Physics, 15*, 293–299.

Watson, G. N. (1944). *Theory of Bessel functions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lachlan, N. W. Mc. (1955). *Bessel functions for engineers* (2nd ed.). London: Oxford University Press.

Ristić, V. M. (1983). *Principles of acoustic devices*. New York: John Wiley.

Maurizi, M. J. (1995). *Review on the transverse vibration of tapered beams – Part I* (Pub. No. 4/95). Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria, Università degli Studi della Basilicata.

Martín, H. D. (2000). *Técnicas analíticas y experimentales en el análisis dinámico de arcos y elementos estructurales no prismáticos* (Tesis de magíster). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Wolfram Mathematica © 1988-2024, Wolfram Research inc. Version n° 12.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Incidencia de una actividad de repaso en las prácticas matemáticas de estudiantes de Álgebra para Ingeniería.

Impact of a review activity on the mathematical practices of Engineering Algebra students

Carolina Pandolfi
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.
cpandolf@mdp.edu.ar

Lucía Viviana Palauro
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.
luciapalauro@fi.mdp.edu.ar

María Andrea Aznar
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.
maznar@fi.mdp.edu.ar

Resumen

Este trabajo analiza la incidencia de una actividad de repaso en estudiantes de Álgebra, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La actividad consistió en examinar la resolución de un problema sobre sistemas de ecuaciones lineales, para detectar errores y proporcionar orientaciones correctas. El marco teórico es el Enfoque Ontosemiótico, que concibe la comprensión como competencia y el significado de un objeto matemático ligado a las prácticas matemáticas. Se compararon prácticas matemáticas puestas en juego por cada estudiante en la resolución de un ejercicio del parcial, entre una comisión que realizó la actividad de repaso y otra que no. Los resultados sugieren una incidencia positiva, particularmente en prácticas más interpretativas. Se observa un mejor desempeño en la comisión que realizó la actividad, favoreciendo el desarrollo de competencias y la construcción del significado del objeto matemático, en consonancia con el modelo de aprendizaje promovido por el CONFEDI.

Palabras clave: actividad de repaso, Álgebra, Enfoque Ontosemiótico, práctica matemática, sistemas de ecuaciones lineales

Abstract

This paper analyzes the impact of a review activity on Algebra students at the Faculty of Engineering of the National University of Mar del Plata. The activity consisted of examining the solution of a problem involving systems of linear equations, in order to detect errors and provide correct guidance. The theoretical framework is the Ontosemiotic Approach, which conceives comprehension as a competence, and the meaning of a mathematical object is linked to mathematical practices. Mathematical practices employed by each student in solving a midterm exercise were compared between a committee that conducted the review activity and one that did not. The results suggest a positive impact, particularly in more interpretive practices. Better performance was observed in the committee that conducted the activity, favoring the development of competencies and the construction of the meaning of the mathematical object, in line with the learning model promoted by CONFEDI.

Keywords: review activity, Algebra, Ontosemiotic Approach, Mathematical practice, systems of linear equations

Introducción

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Las competencias definidas por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018) para la formación del ingeniero marcan la necesidad de un cambio de paradigma en la forma de enseñar, promoviendo un modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE). Esto implica que el estudiante tenga un rol activo y participativo en su proceso de aprendizaje, impulsando un aprendizaje autónomo, en el que gestione sus tiempos, tome decisiones, analice argumentos, trabaje tanto en forma individual como grupal y desarrolle un pensamiento crítico. En ese contexto, el docente se ve desafiado al diseño de propuestas que promuevan tales actividades.

Este trabajo pretende analizar una propuesta de una particular actividad de repaso llevada a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, en un primer curso de Álgebra.

La actividad de repaso propuso a los estudiantes examinar la resolución de una situación problema, relativa a sistemas de ecuaciones lineales, realizada por un alumno de un curso anterior, que se identificará como estudiante resolutor (ER). Al resolver la actividad, los estudiantes debían detectar los errores cometidos por el alumno resolutor y proporcionar orientaciones hacia una resolución correcta.

La intencionalidad pedagógica del análisis de la propuesta es conocer el grado de incidencia de la misma en la comprensión de los estudiantes en relación al contenido abordado.

El marco teórico que da sustento a este trabajo es el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS), basado en una variedad de teorías didácticas y perspectivas filosóficas para estudiar y comprender la naturaleza de la actividad matemática, el conocimiento matemático y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Godino, 2024). El EOS considera a la comprensión básicamente como una competencia y no como proceso mental, “se considera que un sujeto comprende un determinado objeto matemático cuando lo usa de manera competente en diferentes prácticas” (Godino et al., 2009, p.10).

Uno de los conceptos centrales del EOS es el de práctica matemática. Tal como lo explicita Godino (2009), una *práctica matemática* puede definirse como toda actuación o expresión (verbal, gráfica, etc.) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución obtenida, validarla o generalizarla a otros contextos y problemas. A partir de esta noción, el *significado* de un objeto matemático se puede asignar al correspondiente sistema de prácticas matemáticas vinculadas a dicho objeto.

A continuación, se presentan las características de la experiencia realizada y se analiza su incidencia sobre el aprendizaje de los estudiantes, comparando su resolución de la actividad de repaso y la de un ejercicio del examen parcial, en términos de las prácticas matemáticas implicadas.

Desarrollo

La actividad de repaso se desarrolló en una clase previa al examen parcial, en una de las comisiones de la asignatura Álgebra. El tema abordado fue clasificación de Sistemas de Ecuaciones Lineales. Como ya se anticipó, la actividad consistió en detectar errores sobre una resolución dada y colocar comentarios orientadores, como se observa en el enunciado presentado en la Figura 1. Los estudiantes resolvieron la actividad de manera individual y posteriormente se realizó una puesta en común con la docente a cargo.

Para estudiar la incidencia de la actividad realizada en la comprensión del tema, se comparan las prácticas matemáticas presentes en la actividad de repaso con las implicadas en la resolución del ejercicio que evalúa el tema en el examen parcial, cuyo enunciado se exhibe en la Figura 2.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

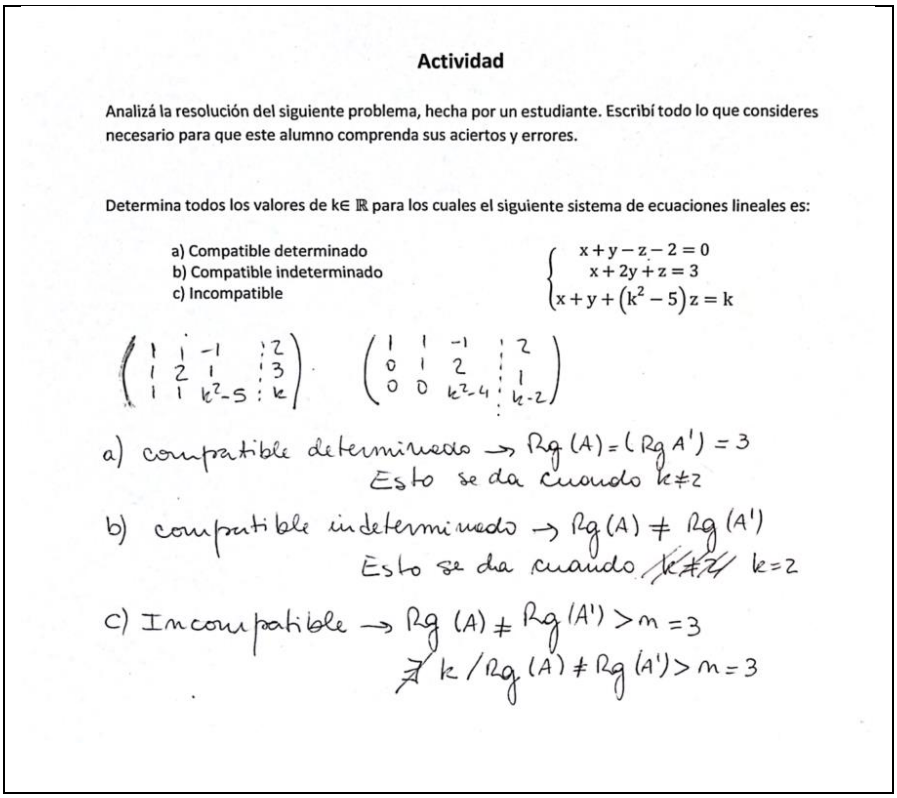


Figura 1. Actividad de repaso

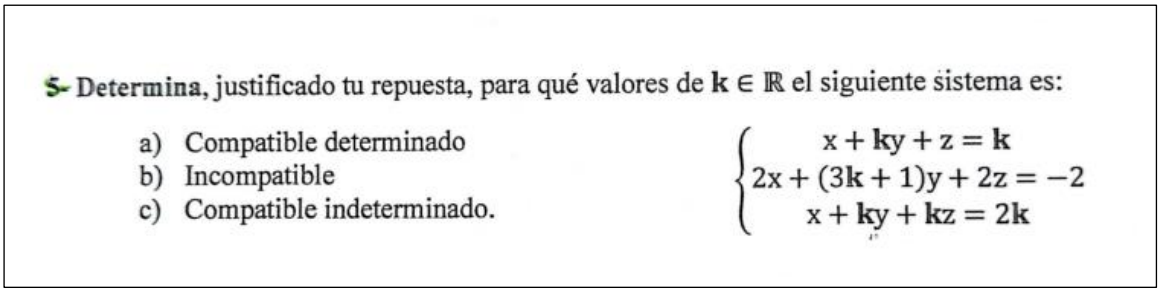


Figura 2. Enunciado del ejercicio del parcial

Se identificaron prácticas matemáticas requeridas para realizar la actividad de repaso (Tabla 1) y prácticas matemáticas necesarias para resolver el ejercicio propuesto del mismo tema del parcial (Tabla 2).

Prácticas Matemáticas (Actividad de repaso)	
R.1	Identificar que falta consignar las operaciones elementales
R.2	Registrar las condiciones para que el sistema sea Compatible Determinado, Compatible Indeterminado e Incompatible
R.3	Registrar los errores cometidos en el establecimiento de las ecuaciones necesarias, de acuerdo a las condiciones planteadas en R.2
R.4	Registrar la ausencia de verificación

Tabla 1. Prácticas matemáticas requeridas para realizar la actividad de repaso

Prácticas Matemáticas (Parcial)	
P.1	Escalonar la matriz y consignar operaciones elementales
P.2	Plantear las condiciones para que el sistema sea Compatible Determinado, Compatible Indeterminado e Incompatible
P.3	Plantear todas las ecuaciones necesarias, de acuerdo a las condiciones establecidas en P.2
P.4	Verificar valores obtenidos

Tabla 2. Prácticas matemáticas requeridas para realizar el ejercicio del parcial

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En la Figura 1, se observa la matriz escalonada, pero falta consignar las operaciones elementales, omisión que el estudiante debía detectar. Tal detección fue identificada como práctica matemática R.1. Paralelamente, para comenzar a resolver el ejercicio del parcial (Figura 2), se requiere escalonar la matriz y consignar las operaciones elementales implicadas, práctica matemática identificada como P.1.

Posteriormente, en la actividad de repaso se debía analizar la adecuación de las condiciones planteadas para clasificar el sistema de ecuaciones, poniendo en juego la práctica matemática R.2. Para esto, el estudiante debía analizar si lo planteado por el ER es pertinente o no, si existen omisiones o datos incoherentes. Se requiere tener claridad en lo que establece el Teorema de Rouché-Fröbenius, calculando el rango de la matriz de coeficientes, rg (A) y el rango de la matriz ampliada rg(A`), y comparando con el número de incógnitas n. Tales requerimientos también son necesarios para llevar a cabo la práctica matemática P.2.

Las condiciones dadas para los rangos, según cada tipo de clasificación, dan lugar al establecimiento de ecuaciones que representan los elementos de la matriz escalonada que deben, o no, anularse. Al considerar la práctica matemática R.3 del ejercicio de repaso, se espera que los estudiantes puedan registrar los errores cometidos en el planteo de las ecuaciones necesarias que verifiquen las condiciones dadas en R.2. La manifestación de la práctica R.3 reflejaría la comprensión del Teorema de Rouché-Fröbenius, ya que, sólo el planteo de las condiciones, sin vincularlo con lo que sucede en las matrices A y A', no aseguraría el entendimiento del tema abordado. El planteo de las ecuaciones asociadas a las condiciones de rango, es la práctica matemática identificada como P.3.

En cuanto a la práctica matemática R.4 del ejercicio de repaso, se considera relevante que sean capaces de registrar si el ER explicitó la verificación de los valores obtenidos, de acuerdo a las condiciones planteadas. En el ejercicio del parcial, la práctica matemática P.4 es necesaria, dado que los valores que inciden en el rango de la matriz de coeficientes y en el rango de la matriz ampliada, surgen de establecer condiciones sobre la segunda y la tercera fila. En la actividad de repaso, las ecuaciones se plantean sobre la tercera fila, cuya dificultad radica en contemplar una ecuación cuadrática, es decir, trabajar sobre dos posibles valores solución.

Resultados

Para el análisis de las prácticas matemáticas puestas en juego se consideraron las producciones de 23 estudiantes (E1, …, E23) pertenecientes a una comisión de la asignatura Álgebra –de aquí en más CR–, quienes realizaron la actividad de repaso (Tabla 3). También se registraron las prácticas matemáticas identificadas en la resolución del ejercicio del parcial, de los mismos estudiantes de la comisión CR (Tabla 4).

Además, se registraron las prácticas matemáticas identificadas en la resolución del parcial por estudiantes de una comisión que no realizó la actividad de repaso (identificada como SR) (Tabla 5). De esta última se seleccionaron los parciales de otros 23 estudiantes (E24, …, E46) en forma aleatoria, pero considerando que coincida la cantidad de estudiantes aprobados, desaprobados y habilitados que la comisión CR.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Prácticas matemáticas identificadas (Repaso) Comisión CR				
Estudiante	**R.1**	**R.2**	**R.3**	**R.4**
E1	x		x	
E2	x			
E3	x	x	x	
E4		x	x	
E5		x		
E6	x	x	x	
E7	x	x		
E8	x	x	x	x
E9	x	x	x	
E10	x	x		
E11	x	x	x	x
E12		x		
E13	x	x		
E14	x	x	x	x
E15	x	x	x	
E16	x	x		
E17		x		
E18	x		x	
E19	x	x		
E20	x	x	x	
E21	x			
E22	x		x	
E23	x	x		
Total	19	18	12	3
Porcentaje	83%	78%	52%	13%

Tabla 3
Prácticas matemáticas identificadas (Repaso) Comisión CR

Prácticas matemáticas identificadas (Parcial) Comisión CR				
Estudiante	**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**
E1	x			
E2	x			
E3	x	x		
E4	x	x		x
E5	x			
E6	x	x		
E7	x	x		
E8	x	x		x
E9	x	x	x	
E10	x	x		
E11	x	x	x	x
E12	x	x	x	x
E13	x	x	x	
E14	x	x		x
E15	x	x	x	
E16	x	x	x	x
E17	x	x	x	
E18	x	x	x	x
E19	x	x	x	x
E20	x	x	x	
E21	x	x		
E22	x	x	x	
E23	x	x		
Total	23	20	11	8
Porcentaje	100%	87%	48%	35%

Tabla 4
Prácticas matemáticas identificadas (Parcial) Comisión CR

Prácticas matemáticas identificadas (Repaso) Comisión SR				
Estudiante	**P.1**	**P.2**	**P.3**	**P.4**
E24	x	x		
E25	x	x		x
E26	x	x		x
E27	x	x	x	x
E28	x		x	x
E29	x	x	x	
E30	x			
E31	x			
E32	x			
E33				
E34	x			
E35	x	x		
E36	x	x		
E37	x	x		
E38	x			
E39	x	x		
E40	x			
E41	x	x		x
E42	x			
E43				
E44	x	x		
E45	x			
E46	x	x		x
Total	21	12	3	6
Porcentaje	91%	52%	13%	26%

Tabla 5
Prácticas matemáticas identificadas (Repaso) Comisión SR

Se iniciará el análisis comparando el desarrollo de las prácticas matemáticas, por parte de los estudiantes de la comisión CR, tanto en la actividad de repaso como en el ejercicio del parcial. Posteriormente, se compararán la frecuencia de aparición de las prácticas P.1, …, P.4 en ambas comisiones.

Se puede observar que la práctica matemática P.1 fue realizada por el 100% de los estudiantes de la comisión CR. Si bien esta práctica matemática no parece revestir mayor complejidad para estos estudiantes, se observa una evolución en la comisión CR dado que aproximadamente el 83% de los estudiantes realizó R.1, es decir, que estudiantes que no habían identificado la ausencia de registro de operaciones elementales en la actividad de repaso, luego las explicitaron al escalonar la matriz en el ejercicio del parcial.

En cuanto a registrar las condiciones para clasificar el sistema, correspondiente a la práctica matemática R.2, el 78% de los estudiantes pudo hacerlo en la actividad de repaso (Tabla 3), mientras que el 87% de estos estudiantes logró plantear bien las condiciones en el parcial (Tabla 4), correspondiente a P.2. Cabe

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

destacar que sólo dos estudiantes de esta comisión escribieron en detalle el Teorema de Rouché-Fröbenius en el desarrollo de la resolución del ejercicio del parcial.

En el caso de la práctica matemática R.3, asociada a registrar los errores cometidos en el establecimiento de las ecuaciones necesarias, de acuerdo a las condiciones planteadas en R.2, se observa una diferencia mínima entre la actividad de repaso (Tabla 3) y el parcial (Tabla 4), un 52% correspondiente a R.3 y un 48% a P.3. Profundizando en el análisis, se puede notar que hay una *variable didáctica* que toma diferentes valores en el ejercicio de repaso respecto del ejercicio del parcial. Brousseau (2007) define la noción de variable didáctica como un elemento o característica de un tipo de problema o tarea matemática que puede ser modificado y cuya variación tiene un impacto significativo en las estrategias de resolución, la dificultad de la tarea, los conocimientos que se ponen en juego y, por lo tanto, en el aprendizaje de los estudiantes. En este caso, la variable didáctica es el número de filas que contienen el parámetro una vez escalonada la matriz ampliada. En la actividad de repaso, una vez escalonada la matriz, sólo aparece el parámetro en la tercera fila, mientras que, en el ejercicio del parcial, quedan determinadas condiciones sobre el parámetro en la segunda y en la tercera fila, teniendo que ser consideradas para el planteo de las ecuaciones necesarias. Esta situación podría haber incidido en los resultados expuestos considerando que de ese 48% relativo a P.3, el 90% pudo resolver correctamente el ejercicio. Esto refiere a los estudiantes que pudieron plantear todas las ecuaciones necesarias, de acuerdo a las condiciones establecidas en P.2.

En cuanto a la práctica matemática R.4 que tiene que ver con registrar la ausencia de verificación, se observa que sólo el 13% la realizó en la actividad de repaso (Tabla 3); sin embargo, un 35% de los estudiantes que en el parcial realizaron la práctica matemática P.4 referida a la validación de los valores obtenidos (Tabla 4), es decir que hubo una evolución positiva en este aspecto.

Focalizando sobre las prácticas matemáticas correspondientes al ejercicio del parcial, a continuación, se comparan, en la Tabla 6, los porcentajes de estudiantes de las comisiones CR y SR que manifestaron las prácticas P.1, …, P.4, con la intencionalidad de analizar la posible incidencia de la actividad de repaso.

Práctica matemática	Comisión CR	Comisión SR
P.1	100%	91%
P.2	87%	52%
P.3	48%	13%
P.4	35%	26%

Tabla 6. Comparación de las prácticas matemáticas en la resolución del ejercicio del parcial

Puede observarse, en principio, que en todas las prácticas analizadas hay un mayor porcentaje de manifestación por parte de los estudiantes de la comisión CR. En particular, no se observa una diferencia notable en los porcentajes en la práctica P.1, referida al escalonamiento de la matriz, y P.4, asociada a la verificación de valores obtenidos. Estas prácticas pueden considerarse de una naturaleza más algorítmica que las prácticas P.2 y P.3, que involucran más interpretación de los posibles rangos y condiciones. Esto hace destacable el hecho de que precisamente en P.2 y P.3 es donde se observan las diferencias más notorias entre ambos grupos, y conduce a pensar en una incidencia positiva de la actividad de repaso realizada.

Puntualizando en las prácticas matemáticas identificadas, con el propósito de comprender los factores que condicionan el proceso de enseñanza y de aprendizaje, se puede observar que escalonar una matriz y consignar las operaciones elementales lo ha podido realizar un alto porcentaje de estudiantes de ambas comisiones.

Si bien la práctica matemática P.2 y su correlativa práctica en la actividad de repaso R.2, arrojaron valores con escasa diferencia, 87% y 78% respectivamente, en la comisión CR, sólo el 52% de estudiantes de la comisión SR pudo plantear las condiciones sobre compatibilidad.

Con respecto a la práctica matemática P.3, el 13% de estudiantes de la comisión SR consideró necesario el planteo de las ecuaciones, en tanto que el 46% de estudiantes de la comisión CR realizó esa práctica

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

matemática. Esto lleva a preguntarse con qué criterio los estudiantes de la comisión SR obtuvieron los valores pertinentes que verifiquen las condiciones propuestas en la práctica matemática P.2.

Del mismo modo, el 26% de los estudiantes de la comisión SR verificó los valores obtenidos en el parcial, es decir, es mayor el porcentaje de estudiantes de esta comisión que realizó la práctica matemática P.4 que la práctica matemática P.3, lo que podría suponer que aplican la metodología de “ensayo y error”. No ocurre lo mismo en la comisión CR, dado que aumentó el porcentaje de estudiantes que realizaron la práctica P.4 con respecto a P.3.

Conclusiones

En función del análisis realizado, se puede inferir que la comisión de estudiantes que realizó la actividad tuvo un mejor desempeño en el parcial, considerando el ejercicio vinculado a la actividad de repaso, puesto de manifiesto al comparar las prácticas matemáticas identificadas.

Los resultados obtenidos permiten conjeturar que la actividad realizada tuvo una incidencia positiva en los estudiantes. Esta cuestión reafirma la necesidad de implementar este tipo de actividades, que favorecen el desarrollo de competencias. En este sentido, se puede destacar que la actividad de repaso requería que los estudiantes analicen argumentos, en base a eso, tomen decisiones y lo comuniquen en forma escrita, basándose en marcos teóricos pertinentes, considerando aciertos y errores, favoreciendo el trabajo autónomo, vinculado con el enfoque del CONFEDI, dado que promueven un modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Se puede identificar que los estudiantes que realizaron la actividad propuesta dieron cuenta de una evolución en la construcción del significado del objeto matemático, al favorecer sus prácticas matemáticas, en consonancia con el concepto de comprensión propuesto por el EOS.

Finalmente, es necesario destacar la potencialidad del análisis de prácticas matemáticas como herramienta metodológica, ya que permite reflexionar acerca de la actividad matemática, tanto desde la perspectiva personal (cognitiva) como institucional (cultural), para comprender la complejidad de los objetos y procesos implicados en la resolución de problemas.

Referencias

Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas/Introduction to study the theory of didactic situations: Didactico/Didactic to Algebra Study* (Vol. 7). Libros del zorzal.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina “Libro rojo de CONFEDI” (1a ed.) Universidad Fasta Ediciones.

Godino, J. D. (2024). *Enfoque ontosemiótico en educación matemática: Fundamentos, herramientas y aplicaciones*. Editorial Aula Magna/McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Godino, J.; Batanero, C.; Font, V. (2009). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Entornos personales de aprendizaje. Estudio de percepciones y preferencias de estudiantes de Matemática I de Ingeniería Agronómica

Personal learning environments. Study of perceptions and preferences of students of Mathematics I of Agronomic Engineering

Silvia Vrancken
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias.
svrancke@fca.unl.edu.ar

Mariana Schmithalter
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias.
mschmithalter@fca.unl.edu.ar

Ana Leyendecker
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias.
leyendeckerana84@gmail.com

Regina Meyer
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias.
rmeyer@fca.unl.edu.ar

Resumen

En el marco de dos proyectos de investigación centrados en la configuración de entornos personales de aprendizaje, como procesos claves para la gestión de conocimiento en el ámbito educativo, se aplicó una encuesta con el objetivo de indagar qué herramientas y estrategias emplearon los estudiantes de Matemática I de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Litoral, así como su percepción sobre sus propios aprendizajes. Los resultados revelan que, aunque la mayoría reconoce sus objetivos de aprendizaje, muchos carecen de una planificación clara para alcanzarlos. Se identificaron fortalezas en la autonomía y la selección de recursos, pero también se evidenciaron dificultades en la gestión de la información, la elaboración de materiales y la participación en grupos. Los datos obtenidos permiten orientar estrategias docentes que acompañen el desarrollo de entornos personales y favorezcan la autorregulación desde los inicios de la vida universitaria.

Palabras clave: Matemática. Gestión del aprendizaje. Entornos personales

Abstract

Within the framework of two research projects focused on the configuration of personal learning environments as key processes for knowledge management in education, a survey was conducted to explore the tools and strategies employed by Mathematics I students in the Agronomy Engineering program at the Universidad Nacional del Litoral, as well as their perceptions of their own learning. The results indicate that although most students are aware of their learning objectives, many lack clear planning to achieve them. Strengths were observed in terms of autonomy and resource selection; however, challenges were identified in information management, material creation, and group participation. The findings provide insights to inform teaching strategies that support the development of personal learning environments and promote self-regulation from the beginning of university education.

Keywords: Mathematics. Learning management. Personal Environments

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

En la sociedad actual, la habilidad fundamental de un profesional es la de aprender a aprender, de manera continua y durante toda la vida. El desarrollo de capacidades relacionadas con la gestión de información, la toma de decisiones, la adaptación, la autorregulación, el aprendizaje autónomo, resulta imprescindible en la educación superior. Al mismo tiempo, los entornos en los que aprendemos y las fuentes de las que obtenemos información, han sufrido cambios considerables en los últimos años. El avance de las redes y el desarrollo de nuevas aplicaciones han trasladado el foco desde la relación de los individuos con los datos y con otros participantes, hacia procesos más complejos como la creación, colaboración, combinación, difusión e intercambio de contenidos.

En este contexto, el éxito del aprendizaje depende en gran medida de la capacidad del estudiante para gestionar su propio proceso, definiendo objetivos y estrategias para alcanzarlos. Esto exige una mayor responsabilidad por parte del alumno, por lo que toma relevancia el aprendizaje centrado en el estudiante y la personalización, en el sentido de tener en cuenta la capacidad del alumno para la planificación y desarrollo de las actividades de aprendizaje (Cukierman, 2018). Desde esta perspectiva, las necesidades no son detectadas solo desde el exterior, sino que el aprendiz colabora en su identificación y satisfacción, conforme a sus intereses y posibilidades (Engel y Coll, 2022).

En el marco del proyecto de investigación “El rediseño de los espacios de aprendizaje. Del aula virtual al desarrollo de entornos personales”, ya finalizado, y del actual “Personalización de los aprendizajes. Ambientes virtuales y el desarrollo de itinerarios flexibles en educación superior”, ambos aprobados en el programa del Curso de Acción para la Investigación y el Desarrollo (C.A.I. + D. 2020 y 2024) de la Universidad Nacional del Litoral, las docentes de Matemática de Ingeniería Agronómica, investigamos e implementamos diferentes acciones que permiten trabajar en el proceso de personalización de los aprendizajes, brindando experiencias que valoren el rol de cada individuo, ya sea en las clases presenciales, o mediante el empleo de entornos de aprendizaje alternativos, posibilitando ambientes que consideren sus necesidades y preferencias y, a su vez, el desarrollo de su propio entorno de aprendizaje.

Marco teórico

Usamos la expresión entorno personal de aprendizaje (EPA) para referirnos al entramado sociomaterial que cada persona utiliza de forma asidua para aprender (Castañeda y Adell, 2013). Este entorno se conforma por todos “los procesos, experiencias y estrategias que el aprendiz puede –y debe– poner en marcha para aprender y, en las actuales condiciones sociales y culturales, está determinado por las posibilidades que las tecnologías abren y potencian” (Castañeda y Adell, 2013:15).

Su configuración se relaciona con tres procesos cognitivos básicos: leer (en el sentido más amplio de la palabra, es decir, acceder a contenidos a través de múltiples formatos), reflexionar (y todo lo concerniente a transformar ese conocimiento) y compartir. Abarca desde las fuentes documentales y experienciales de datos, incluyendo los mecanismos y actividades que permiten acceder a la misma hasta todas las herramientas y entornos en los que se interpreta el contenido y se reconstruye el saber, ya sea en espacios de reflexión individual o grupales.

Uno de sus aspectos más interesantes es la posibilidad que ofrecen al aprendiz de conectar e integrar las experiencias de aprendizaje formales e informales, independientemente del momento y lugar en que han ocurrido, facilitando así aprendizajes significativos y continuos. Cuando un aprendiz configura su propio EPA, debe tomar una serie de decisiones que implican identificar y organizar sus propios recursos, herramientas y aplicaciones para aprender, en función de sus objetivos, intereses y necesidades personales.

Los EPA se convierten en un recurso importante para que los estudiantes reflexionen sobre las experiencias de aprendizaje, sus propias características como aprendices, los aprendizajes en diferentes contextos y condiciones, su capacidad para crear las condiciones propicias para aprender, las estrategias

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

que utilizan para afrontar las dificultades, ayudando a construir trayectorias personales de aprendizaje cada vez más potentes (Engel y Coll, 2022). De esta manera contribuyen a invertir la tendencia de alumnos adaptándose al sistema, para avanzar hacia un sistema cada vez más adaptado al alumno (Salinas, 2013).

Desarrollo

La posibilidad de que el alumno tome conciencia de su entorno personal surge así, como una herramienta clave para la autogestión del aprendizaje. Con esta finalidad, diseñamos e implementamos una encuesta dirigida a los estudiantes de Matemática I, centrada en las estrategias y herramientas que utilizaron para gestionar su proceso de aprendizaje durante el cursado de la asignatura, así como en su valoración respecto a la utilidad de éstas en la consecución de los objetivos propuestos.

Como instrumento de recolección de datos utilizamos un cuestionario[1] que contó con diez preguntas de tipo cerrado y tres de tipo abierto, con las que se pretendió ampliar la información. La primera parte de la encuesta incluye una serie de consignas que pretenden sondear sobre la percepción de los estudiantes de sus propios entornos de aprendizaje.

Para su elaboración, tomamos como base el test de diagnóstico de habilidades para el Entorno Personal de Aprendizaje, elaborado en el marco del proyecto Ikanos (https://ikanos.eus/). Este cuestionario, dirigido a estudiantes, profesores y comunidad en general, surge de la necesidad que plantea la creciente digitalización de todos los procesos de una preparación adecuada en las competencias requeridas para un aprendizaje autónomo y permanente, favoreciendo la creación del EPA. Adaptando las preguntas a nuestro contexto, se elaboraron consignas que indagan sobre la manera en que nuestros estudiantes gestionan sus ambientes, si son conscientes de los objetivos de aprendizaje y si son capaces de planificar todo lo que necesitan para alcanzarlos. Esto va desde las formas de obtener la información, pasando por las herramientas que los ayudan en el proceso y las maneras de enfrentar el aprendizaje, valorando además su capacidad de autonomía como de trabajo colaborativo.

Una segunda parte de las consignas, de elaboración propia, estuvo dirigida a explorar sobre las adaptaciones realizadas en los ambientes de aprendizaje. Consultamos sobre qué herramientas, materiales y actividades, de los proporcionados en el cursado, prefirieron para estudiar, así como a qué recursos externos, tanto materiales como humanos, recurrieron para colaborar en su proceso. Esto se hizo a través de preguntas cerradas, en las que debían elegir entre opciones predeterminadas y otras de respuesta abierta, con las que se les pidió que argumenten, amplíen o justifiquen su elección.

Para el diseño se utilizó un formulario de Google, el cual se integró al aula virtual de Matemática I. Al finalizar el cursado, se invitó a los estudiantes a completarlo y se obtuvieron 59 respuestas voluntarias, que corresponden al 25,6 % del total de cursantes. Esta muestra constituye una base para identificar tendencias y obtener información sobre los EPA de los estudiantes. Posteriormente, los datos se procesaron en una hoja de cálculo, obteniendo frecuencias, gráficos y estadísticos que permiten caracterizar la muestra y explorar la relación entre las respuestas y el desempeño en la asignatura.

Resultados

Al analizar las respuestas relacionadas con la percepción y valoración de los objetivos de aprendizaje, se observa que casi el 90 % de los estudiantes afirma que siempre o casi siempre son capaces de identificar sus propias metas y necesidades. En cuanto a la capacidad para planificar, organizar y diseñar sus propias estrategias, así como para reflexionar y analizar su proceso de aprendizaje, el porcentaje que responde de forma similar desciende a algo menos del 80 %. Por otro lado, un poco más del 70 % manifiesta ser capaz de adaptarse a nuevos entornos y situaciones de aprendizaje.

[1] https://forms.gle/CewmFjaZXeBKscBJA

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Al profundizar un poco más sobre estos aspectos, solo un 35 % de alumnos declara que entiende cuáles son sus objetivos y tiene un plan para alcanzarlos. Por su parte, un 53 % expresa que, aunque saben de manera precisa lo que necesitan, todavía no han planificado cómo lograrlo. Según sus opiniones, todos han realizado algún proceso de introspección, reflexionando sobre sus propósitos y estrategias. Solo un 12 % presenta más debilidades para la planificación de su estudio. En la Figura 1 se muestran las consignas analizadas, con las opciones y las cantidades de alumnos que seleccionaron cada una.

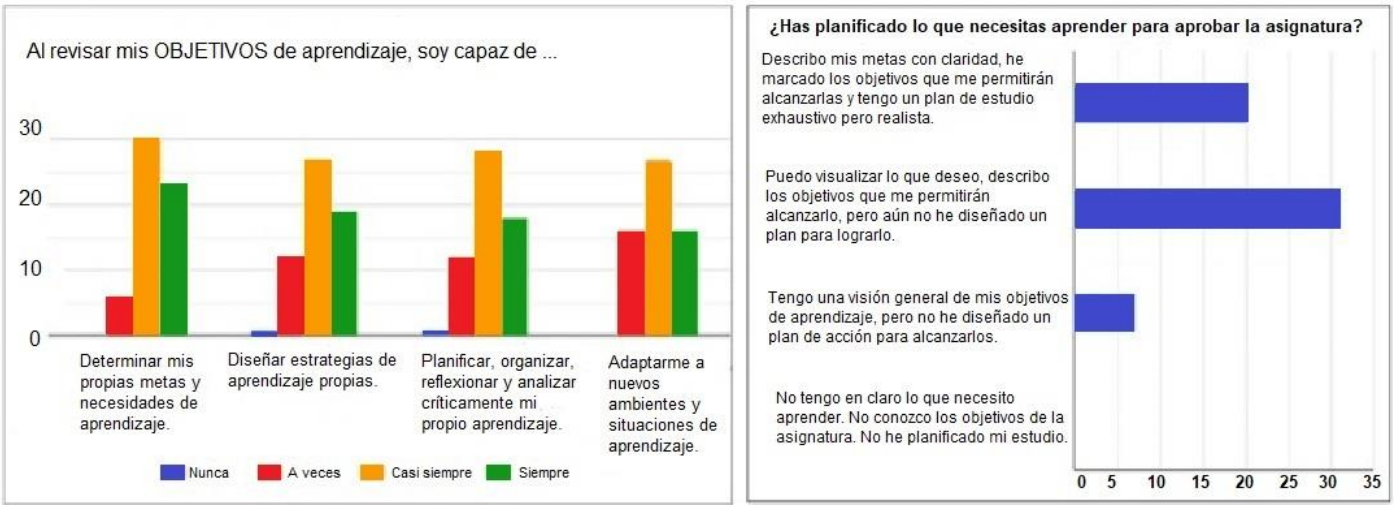


Figura 1. Distribución de respuestas sobre objetivos y planificación del aprendizaje

Estos resultados de alguna manera se reafirman al consultar sobre su grado de autonomía en el aprendizaje. En la Figura 2 se observa que son significativas las cantidades de alumnos que manifiestan conocer, en alguna medida, lo que quieren o necesitan. Casi un 35 % de alumnos alega tener en claro sus objetivos y saber cómo van a alcanzarlos, mientras que casi un 45 % reconoce que se ha trazado algunos objetivos y ha seleccionado algunos materiales para estudiar por su cuenta.

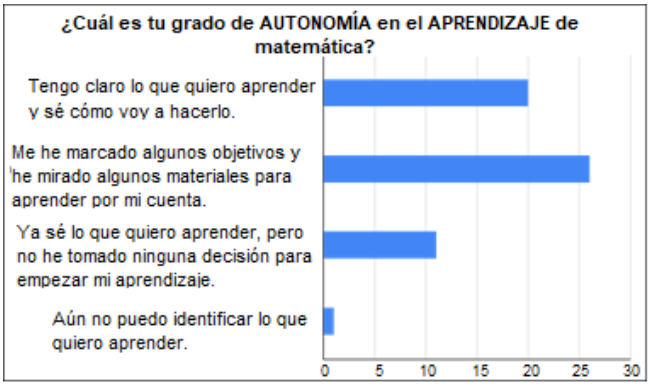


Figura 2. Percepción de los estudiantes en cuanto al grado de autonomía en el aprendizaje de Matemática

Sin embargo, al indagar de manera más específica sobre aspectos que hacen a la organización de los ambientes de aprendizaje, los porcentajes disminuyen con respecto a las respuestas anteriores. Alrededor del 70 % responde siempre o casi siempre a la premisa de si son capaces de seleccionar y utilizar sus propias herramientas para administrar sus conocimientos. Se observan aún más dificultades al indagar sobre la gestión de la información y los contenidos que los estudiantes necesitan para aprender, con porcentajes alrededor del 50 %. Estas cifras disminuyen a un 40 % cuando se les pregunta sobre su capacidad para crear y compartir sus propios materiales. Los resultados se presentan en la Figura 3.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

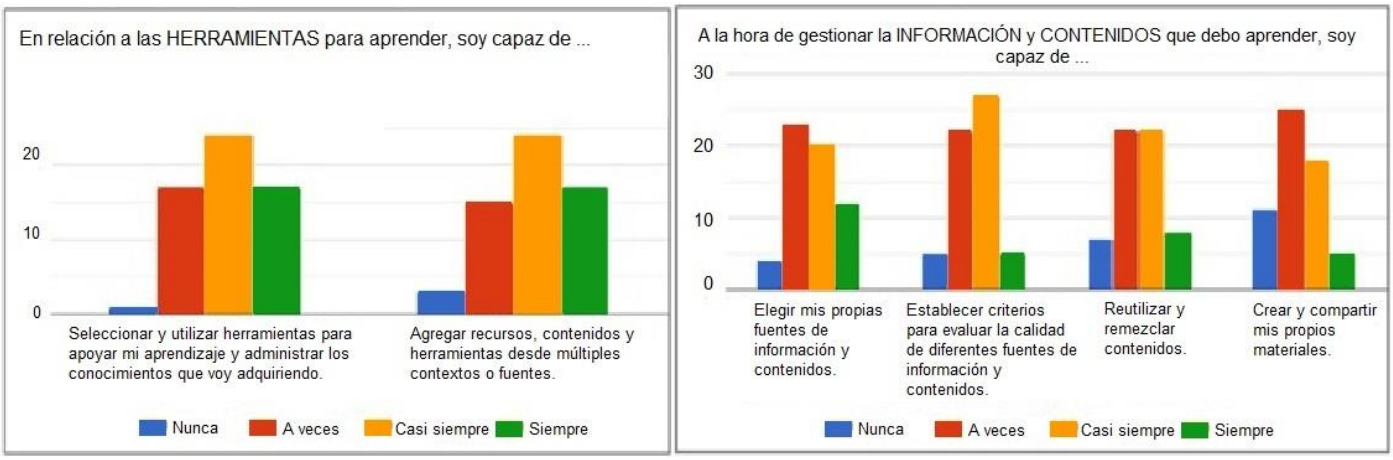


Figura 3. Gestión de herramientas, información y contenidos para aprender

Un elemento relevante en la configuración de los EPA, es la posibilidad de participar en grupos o comunidades de aprendizaje. Las interacciones con otras personas constituyen fuentes de información y experiencias que enriquecen en gran medida el conocimiento (Castañeda y Adell, 2013). Sin embargo, nuestra experiencia en las clases presenciales de los últimos años evidencia una marcada preferencia por el trabajo individual. Incluso cuando se solicita la conformación de parejas o pequeños grupos, algunos estudiantes muestran resistencia. Con el fin de profundizar en esta conducta, se incorporó en la encuesta una consigna específica sobre su participación en grupos de aprendizaje, tanto presenciales como virtuales.

Como se observa en la Figura 4, si bien los porcentajes de alumnos que seleccionan siempre y casi siempre son significativos, la proporción de alumnos que responden nunca o a veces, también lo es. Entre el 50 y el 60 % del total no considera ser capaz de utilizar las redes sociales o crear sus propios grupos de aprendizaje, mientras que casi un 40 % no siente poder comunicarse e interactuar en diferentes grupos.

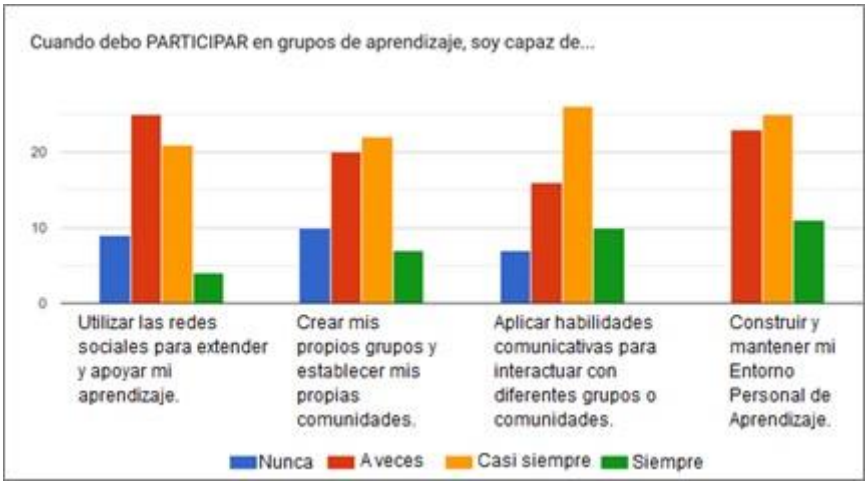


Figura 4. Percepciones sobre la participación en grupos de aprendizaje

El último ítem de esa consigna hace referencia a la configuración de sus entornos personales de aprendizaje. Esta pregunta engloba de alguna manera los aspectos consultados en todas las anteriores. Algo más del 62 % respondió que siempre o casi siempre es capaz de configurar las fuentes de información, herramientas, conexiones y actividades que necesita y utiliza para aprender.

A partir de los datos obtenidos en la encuesta, se aplicaron modelos de regresión logística binaria con el objetivo de analizar la relación entre distintos aspectos de la gestión del aprendizaje y la condición del estudiante, esto es, si se encuentra en situación de regular o libre.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Para facilitar la interpretación de los resultados y aumentar la efectividad del análisis, se recodificaron las respuestas a las variables categóricas. En particular, se agruparon las opciones “a veces” y “nunca” bajo la categoría “ocasionalmente”, y “casi siempre” y “siempre” bajo la categoría “frecuentemente”.

Utilizando el método paso a paso (stepwise), que selecciona automáticamente solo aquellas variables que contribuyen de manera relevante a la predicción de la variable dependiente, se identificaron dos aspectos con efecto estadísticamente significativo (valor $p < 0,05$): “Al revisar mis objetivos de aprendizaje - Planificar, organizar, reflexionar y analizar críticamente” y “Cuando debo participar en grupo - Me involucro con responsabilidad”. Ambas variables mostraron una diferencia notable en la categoría “ocasionalmente”, en comparación con la categoría de referencia (“frecuentemente”).

Para la primera variable, el coeficiente en la ecuación de regresión fue negativo (-3,15), lo cual indica que los estudiantes que solo ocasionalmente revisan sus objetivos de aprendizaje tienen una menor probabilidad de ser regulares en comparación con quienes lo hacen frecuentemente. El odds ratio (OR) de 0,043 mostró que estos estudiantes tienen un 95,7 % menos de probabilidades de ser regulares, lo que sugiere que el reconocimiento metacognitivo (revisar, reflexionar y planificar sobre los propios objetivos) es una conducta que incide positivamente en la condición de regularidad. El OR es una medida que cuantifica la asociación entre una variable predictora y un resultado binario; en este caso, indica cuánto varían las oportunidades de ser regular cuando el estudiante revisa sus objetivos solo ocasionalmente en comparación con hacerlo frecuentemente.

En el segundo caso, la variable “Cuando debo participar en grupo - Me involucro con responsabilidad” arrojó un coeficiente positivo (+3,22). Esto implica que los estudiantes que solo ocasionalmente se involucran con responsabilidad en el trabajo grupal tienen una mayor probabilidad de ser regulares que aquellos que lo hacen frecuentemente. El OR de 24,96 indica que estos estudiantes tienen aproximadamente unas 25 veces más probabilidades de ser regulares, lo cual puede parecer contraintuitivo. Una posible explicación es que una participación grupal más ocasional podría estar relacionada con una preferencia por formas de trabajo con menor exposición a la opinión de docentes y compañeros. Se ha notado que muchos estudiantes tienden a intervenir con menor frecuencia en clase, priorizando la observación y el análisis antes de expresar sus opiniones. Esta actitud podría estar influyendo en los resultados del modelo, ofreciendo una posible interpretación del comportamiento registrado en la variable analizada.

El análisis en su conjunto presentó un mejor desempeño explicativo que el de cada variable por separado. En particular, se obtuvo un valor de R^2 de desviación del 41,32 %, lo que indica que el modelo explica una proporción significativa del comportamiento de la variable dependiente “condición regular/ libre”. Además, se observa que presenta un buen ajuste a los datos, lo que refuerza su validez para interpretar las relaciones entre las variables analizadas.

En relación a las preguntas que buscan indagar sobre los ambientes de aprendizaje propuestos, consultados sobre los recursos y tareas que más los ayudan a comprender, es interesante ver que el 84,5 % de los alumnos señaló que, con la lectura y visionado de los materiales propuestos por la cátedra, pudo comprender en general los contenidos desarrollados en Matemática I, pero a su vez casi el 71 % indicó que estudió los temas con otros recursos o buscó ayuda de otras personas. Esto no necesariamente es una contradicción, sino que también puede indicar que intentaron adquirir seguridad en sus procedimientos o el cumplimiento de las actividades. En cuanto a los materiales, destacan la recurrencia a videos, señalando que necesitan volver a escuchar la explicación del tema o que se lo presenten de una manera diferente para poder comprenderlo. En relación al tipo de apoyo humano al que acuden, aparece con mayor frecuencia el trabajo y estudio con un compañero, la orientación de un profesor particular y, en menor medida, de algún familiar o amigo capacitado. Así, si bien una proporción importante de estudiantes manifiesta dificultades o cierta resistencia a participar en grupos, los resultados también evidencian que muchos recurren a otras formas de interacción. Esto refleja una búsqueda por consolidar o diversificar sus estrategias de aprendizaje, integrando a otros actores educativos en la configuración de sus propios entornos personales de aprendizaje.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

Los resultados de la encuesta revelan factores importantes relacionados con la capacidad de gestión de los estudiantes de su propio proceso de aprendizaje. Incluyen aspectos que permiten valorar su percepción sobre la autorregulación de sus objetivos, las estrategias y herramientas de aprendizaje, y posibilitan determinar cuáles son sus principales carencias o debilidades.

En su primer año universitario, seguramente la mayor parte de nuestros alumnos no esté preparada, cognitiva y actitudinalmente, para la autogestión de sus aprendizajes. Es nuestra obligación acompañarlos en este proceso, con estrategias que colaboren en el desarrollo de su autonomía. La aplicación del cuestionario y sus resultados fueron una herramienta para propiciar la toma de conciencia por parte de los estudiantes de sus propios entornos de aprendizaje. Consideramos que potenciar estas capacidades puede influir de manera positiva en el logro de sus objetivos y favorecer así un mejor rendimiento en la asignatura.

Para los docentes, son indicadores a tener en cuenta para el diseño y retroalimentación de la enseñanza. Proponemos a partir de aquí profundizar el proceso de personalización de los aprendizajes dirigido a nuestros estudiantes de Ingeniería Agronómica, con el estudio e implementación de acciones que permitan avanzar hacia la configuración de itinerarios personales de aprendizaje, a través de la adaptación de las propuestas pedagógicas y de los entornos en los que se desarrollan.

Entendemos que la formación de estudiantes responsables de su propio proceso de aprendizaje, con el desarrollo de competencias que favorezcan la autorregulación, tomando conciencia que son procesos que necesitará a lo largo de la vida, no es una misión sencilla. Sin embargo, son los requerimientos que impone el contexto actual y no podemos desconocerlos. Los recursos tecnológicos y el sustento de muchas de las tareas a través de las aulas virtuales, si bien implican mucho tiempo de preparación, abren un abanico de posibilidades para el desarrollo de estrategias de personalización de los ambientes.

Referencias

Castañeda, L. y Adell, J. (2013). La anatomía de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 11-27). Alcoy, España: Marfil.

Cukierman, U. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. En: R. Giordano Lerena y C. Lozano Moncada (eds.), *Aseguramiento de la Calidad y Mejora de la Educación en Ingeniería: Experiencias en América Latina* (pp. 27-29). Bogotá, Colombia: ACOFI.

Engel, A., y Coll, C. (2022). Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 25*(1), 225–242. doi:10.5944/ried.25.1.31489

Salinas, J. (2013). Enseñanza flexible y aprendizaje abierto, fundamentos clave de los PLEs. En L. Castañeda y J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en red* (pp. 53-70). Alcoy, España: Marfil.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

El Cálculo en Ingeniería Química: una Propuesta Didáctica desde el Significado de Referencia a partir del análisis de trabajos finales de carrera

Calculus in Chemical Engineering: A Didactic Proposal from the Meaning of Reference based on the analysis of final degree projects

Mariano Ferreyro.
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Argentina.
ferreyro@fio.unicen.edu.ar

María Beatriz Bouciguez.
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Argentina.
boucigue@fio.unicen.edu.ar

Resumen

Este trabajo se enmarca en una investigación doctoral centrada en los significados institucionales atribuidos al cálculo diferencial e integral en la formación de ingenieros químicos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires donde se realiza un análisis de trabajos finales de carrera como fuente para construir un significado institucional de referencia. A partir de este análisis, se identifica una problemática ingenieril relacionada con la selección y análisis de sistemas de bombeo. Esta situación se traduce en un problema abierto para ser abordado desde la matemática, el cual fue puesto en práctica durante una estancia académica en el Instituto Mauá de Tecnología (San Pablo, Brasil). Aquí se comparten además del diseño de dicho problema, la puesta en aula y también reflexiones de los docentes involucrados sobre el potencial didáctico de este enfoque.

Palabras clave: Cálculo, Ingeniería Química, Significado de referencia, Problemas abiertos

Abstract

This work is part of a doctoral research project focused on the institutional meanings attributed to differential and integral calculus in the training of chemical engineers at the Faculty of Engineering of the National University of the Center of the Province of Buenos Aires. This research analyzes final theses as a source for constructing a reference institutional meaning. Based on this analysis, an engineering problem related to the selection and analysis of pumping systems is identified. This situation translates into an open problem to be addressed from a mathematical perspective, which was put into practice during an academic stay at the Mauá Institute of Technology (São Paulo, Brazil). In addition to the design of this problem, the classroom implementation, and reflections by the teachers involved on the didactic potential of this approach are shared here.

Keywords: Calculus, Chemical Engineering, Reference Meaning, Open Problems

Introducción

La enseñanza del cálculo diferencial e integral en carreras de ingeniería ha sido objeto de numerosos debates en torno a su pertinencia, profundidad y articulación con las demandas profesionales (Artigue, 2009; Kendal & Stacey, 2001; García, 2006). En particular, en la formación del ingeniero químico, estos contenidos se presentan como herramientas fundamentales para modelar, interpretar y resolver problemas propios del campo disciplinar. Sin embargo, las formas en que estos saberes se enseñan y evalúan en las asignaturas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

de matemática no siempre dialogan con las prácticas reales del ejercicio profesional (Lesh & Doerr, 2003; Maguire et al., 2002).

Este trabajo se basa en la tesis doctoral de uno de los autores, cuyo objetivo principal fue identificar los significados institucionales atribuidos al cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de Olavarría (FIO), perteneciente a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), tomando como punto de partida la práctica profesional.

Para indagar dichos significados se realizó un estado del arte sobre qué matemática enseñar en carreras de ingeniería, a partir del análisis de investigaciones científicas y documentos oficiales. Además, se analizaron trabajos finales de carrera y se llevaron a cabo entrevistas a ingenieros en ejercicio. En este artículo, se retoman específicamente algunos trabajos finales que abordan problemáticas ingenieriles y que, por su contenido, fueron considerados como base para diseñar propuestas didácticas en clases de matemática.

A partir del análisis de estos trabajos, se identificó una problemática concreta relacionada con el análisis de sistemas de bombeo, lo que permitió diseñar un problema matemático vinculado con la labor profesional, orientado a su abordaje en el aula. Esta propuesta fue implementada durante una estancia académica en el Instituto Mauá de Tecnología (Brasil), lo que brindó la oportunidad de contrastar su potencial didáctico en un entorno real.

En este artículo se presentan las instancias de elaboración, diseño e implementación del problema mencionado, así como las reflexiones de los docentes involucrados sobre la experiencia y su relevancia en la formación matemática de futuros ingenieros.

Marco de referencia

El libro rojo del CONFEDI, Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, define la ingeniería como “la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales” (CONFEDI, 2018: 18). Esta definición posiciona a la matemática como un saber central en la formación de los futuros ingenieros.

El núcleo del debate se centra, entonces, en qué matemática enseñar, especialmente en el contexto de un currículo que debe integrar de manera equilibrada competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos, de gestión y humanísticos. En tanto campo disciplinar presente en todos los planes de estudio, la matemática debe contribuir desde una lógica situada en el perfil profesional de cada carrera. En ese sentido, el CONFEDI establece un marco de referencia a partir de las competencias requeridas para el ingreso (Anónimo, 2014: 35-56) y las competencias genéricas y específicas de egreso (Anónimo, 2014: 15-33).

Pensar la formación de ingenieros desde el desarrollo de competencias —y desde la idea del ingeniero como “resolvedor de problemas sociales” (Kowalski, 2019) — tiene implicancias directas en los procesos de enseñanza, el uso de recursos didácticos y la evaluación en las asignaturas de matemática.

En el plano regional, la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), de la que participan instituciones de Argentina y Brasil, sostiene que el ingeniero iberoamericano debe ser un profesional global con compromiso y pertinencia local, sólidas bases científicas y técnicas, y una fuerte conciencia de sus responsabilidades sociales y ambientales. Este perfil requiere que los futuros ingenieros sean capaces de identificar problemas y oportunidades de su entorno y actuar con competencia en contextos nacionales e internacionales (Anónimo, 2014: 11-12, Giordano Lerena, 2016).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desde esta perspectiva, y considerando que en ambos países se comparte una visión similar sobre el perfil del ingeniero, se propone el diseño e implementación de un problema matemático contextualizado que pueda ser abordado en ambos sistemas educativos. Esta propuesta busca responder a los lineamientos regionales sobre la formación de ingenieros, integrando conocimientos disciplinares con situaciones reales del ejercicio profesional desde etapas tempranas de la carrera.

En el caso de la Ingeniería Química, la dinámica de fluidos constituye un eje formativo clave. En ella se analizan variables fundamentales como la presión (energía de flujo), la velocidad (energía cinética) y la elevación (energía potencial), las cuales determinan el comportamiento de un sistema de flujo. El principio de Bernoulli, en tanto herramienta conceptual central, permite interpretar y diseñar sistemas de flujo de fluidos, y se vincula directamente con la toma de decisiones en torno a la selección y evaluación de bombas.

La presente ponencia se enmarca en una tesis doctoral cuyo objetivo fue analizar los significados institucionales atribuidos al cálculo diferencial e integral en la carrera de Ingeniería Química de la FIO, utilizando como marco teórico-metodológico el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS) (Godino, Batanero & Font, 2007). Este enfoque permite estudiar el conocimiento matemático como una práctica institucional, caracterizada por configuraciones epistémicas que articulan problemas, prácticas, objetos y significados.

En este marco, se construyó un significado institucional de referencia a partir del análisis de documentos oficiales, investigaciones académicas, entrevistas a ingenieros químicos en ejercicio y trabajos finales de carrera. Este significado funcionó como guía para evaluar en qué medida las prácticas matemáticas abordadas en las asignaturas de cálculo en la FIO se alinean con las demandas del campo profesional.

Particularmente, el análisis de trabajos finales de carrera resultó revelador. Se identificaron prácticas como la modelización, el ajuste de curvas, el uso de proporcionalidad, la optimización y el análisis gráfico, muchas veces asociadas a decisiones ingenieriles significativas. En varios de estos trabajos, surgieron problemáticas vinculadas al funcionamiento de sistemas de bombeo, tanto en el diseño de procesos industriales como en la optimización energética o en el análisis del rendimiento de equipos.

Estas situaciones evidenciaron una potencialidad didáctica poco explorada: a partir de problemáticas concretas del ámbito profesional, es posible diseñar tareas matemáticas contextualizadas, significativas y alineadas con el perfil del ingeniero químico.

Desarrollo

En el ámbito de la ingeniería, y particularmente en el estudio de la dinámica de fluidos, las bombas constituyen dispositivos fundamentales para el transporte de líquidos. Su aplicación es amplia y diversa, encontrándose, por ejemplo, en múltiples procesos de la industria. La elección de una bomba adecuada no depende únicamente de su capacidad para movilizar el fluido, sino también de su eficiencia energética y su adaptabilidad a las condiciones del sistema.

Tomando como punto de partida el análisis mencionado anteriormente, se diseñó un problema abierto orientado al estudio y optimización de un sistema de bombeo. La propuesta integra prácticas como el ajuste de modelos a partir de datos experimentales, el análisis de la intersección entre curvas de rendimiento y del sistema, y la minimización del consumo energético, con el propósito de vincular saberes matemáticos con situaciones reales del campo profesional.

El problema se basó en el proyecto final de carrera titulado Optimización del recurso hídrico de una industria láctea, desarrollado por Bárbara Becker y Luz Villarreal. Dicho trabajo consistió en un diagnóstico de la situación hídrica de la empresa Luz Azul S.A., ubicada en la ciudad de Azul (Buenos Aires, Argentina), y en el diseño de alternativas tecnológicas tendientes a racionalizar el uso del agua en los procesos industriales.

Dado que la propuesta fue implementada con estudiantes del ciclo básico de ingeniería, cuya formación previa incluía cálculo diferencial en una y varias variables pero no conocimientos específicos sobre dinámica

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

de fluidos, se elaboró un material teórico introductorio. El mismo abordaba nociones básicas sobre mecánica de fluidos, equipos de impulsión, sistemas de tuberías con bombas, interpretación de curvas de bombas centrífugas, curva del sistema y punto de operación, así como catálogos de bombas reales.

El problema planteado consistía en seleccionar la bomba más adecuada para un sistema de tratamiento de efluentes, a partir de:

- la expresión algebraica (una función cuadrática) que describe la curva del sistema, la cual representa la altura de carga (energía) en función del caudal de efluente, y
- el caudal requerido para el correcto funcionamiento del proceso.

Se proporcionaron datos de catálogo de tres bombas, cuyas curvas de rendimiento mostraban la relación entre altura de carga y caudal. A partir de ellos, los estudiantes debían llevar adelante las siguientes tareas:

1. Análisis de curvas: comparar las curvas de rendimiento de las bombas con la curva del sistema, interpretando el significado matemático y físico de los puntos de intersección (puntos de operación).

2. Selección justificada: elegir la bomba más adecuada para instalar en la planta, considerando criterios de eficiencia y viabilidad operativa. Esta etapa requería toma de decisiones fundamentadas.

3. Proyección de aumento de demanda: analizar posibles modificaciones en el caudal requerido y evaluar si la bomba previamente elegida seguía siendo válida. En caso contrario, proponer ajustes o soluciones alternativas.

4. Argumentación final: justificar la solución seleccionada para las condiciones actuales y proyectadas, empleando un lenguaje comprensible para un equipo interdisciplinario.

Este diseño propicia un abordaje progresivo que transita desde un análisis matemático intrínseco (forma funcional y propiedades de la curva), hacia una interpretación contextualizada de las curvas en el marco de una situación profesional, culminando en la toma de decisiones fundamentadas y la comunicación efectiva de las mismas.

La implementación de este problema fue realizada con estudiantes de primer año de Ingeniería del Instituto Mauá de Tecnología (Brasil), en el marco de una colaboración académica entre la FIO y esa Casa de Altos Estudios, sustentada en un convenio institucional vigente y antecedentes de trabajo conjunto, entre ellos una experiencia aprendizaje colaborativo en línea (COIL) desarrollada previamente en octubre de 2023.

La implementación

La puesta en práctica del problema diseñado se llevó a cabo en formato taller, bajo el título “La resolución de problemas en la formación de ingenieros”. La actividad se realizó con estudiantes de primer año del Instituto Mauá de Tecnología (Brasil), en el marco de una jornada académica presencial organizada en conjunto con docentes de dicha institución. El grupo participante había cursado previamente los contenidos de Cálculo I, lo que permitió proponer una situación compleja pero abordable, que integraba saberes matemáticos previos en un contexto ingenieril realista.

La consigna planteaba analizar el consumo energético de distintos sistemas de bombeo, a partir del estudio de la intersección entre curvas de rendimiento de bombas y curvas de sistema obtenidas experimentalmente. Los estudiantes trabajaron con datos simulados en GeoGebra, ajustaron curvas cuadráticas y determinaron puntos de operación, para luego evaluar cuál de las bombas resultaba más eficiente, utilizando un modelo dado del consumo energético. La actividad involucraba modelización, interpretación gráfica, comparación de alternativas y optimización de una función de una variable.

Durante el desarrollo del taller se observaron diversas estrategias de resolución: algunas centradas en la intersección gráfica de las curvas, otras en el ajuste algebraico de funciones. La mayoría de los grupos logró identificar correctamente los puntos de operación y justificar su elección de manera argumentada. En términos cualitativos, se evidenció un alto compromiso por parte de los estudiantes, quienes valoraron

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

positivamente la conexión con situaciones reales de la ingeniería y destacaron el uso de herramientas digitales como apoyo al análisis.

Como parte del cierre reflexivo, se recogieron valoraciones desde tres perspectivas complementarias:

- Desde el rol del autor de la tesis, se destacó cómo el problema permitió movilizar prácticas matemáticas asociadas al significado institucional de referencia, y cómo su implementación confirmó la viabilidad de diseñar tareas contextualizadas desde el inicio de la formación.

- Desde el rol del colega acompañante, se subrayó la riqueza de la propuesta para trabajar el ajuste de funciones en un entorno con sentido, así como la posibilidad de diferenciar niveles de profundidad en la resolución en función del recorrido formativo de los estudiantes.

- Desde el rol de la docente anfitriona en Mauá, se valoró el enfoque general del taller, su potencial para motivar al estudiantado y su aporte para repensar la articulación entre matemática y formación profesional en las etapas iniciales de la carrera.

En síntesis, las valoraciones recogidas coincidieron en resaltar el valor didáctico de la propuesta, tanto por su capacidad de integrar conocimientos matemáticos y problemáticas ingenieriles, como por el modo en que favorece la toma de decisiones fundamentadas, el uso de múltiples representaciones y la argumentación en lenguaje técnico y accesible. Asimismo, se evidenció que es posible —y deseable— incluir tareas contextualizadas desde el inicio de la carrera, no solo para motivar a los estudiantes, sino también para favorecer una comprensión más significativa del papel de la matemática en la ingeniería.

Conclusiones

Los lineamientos propuestos por el CONFEDI invitan a repensar la formación del futuro ingeniero desde una lógica centrada en la profesión, lo cual implica la necesidad de enfrentar problemas lo más cercanos posible a la realidad del ejercicio profesional.

La experiencia presentada en esta ponencia muestra que el análisis de trabajos finales de carrera, orientado desde el EOS, puede constituirse en una fuente valiosa para el diseño de propuestas didácticas pertinentes y significativas en la enseñanza del cálculo en carreras de ingeniería. A partir de la construcción del significado institucional de referencia para el cálculo diferencial e integral en Ingeniería Química, fue posible identificar prácticas matemáticas relevantes implicadas en la resolución de problemas profesionales concretos.

Entre estas prácticas, se destacan aquellas vinculadas al análisis y selección de sistemas de bombeo, lo que permitió diseñar un problema abierto con fuerte anclaje ingenieril. Dicha propuesta integró diversas prácticas matemáticas —como el ajuste de curvas, el análisis gráfico, la intersección de funciones y la optimización— en un entorno contextualizado y tecnológicamente mediado.

El diseño del problema permitió articular el significado referencial con una propuesta concreta de enseñanza, tendiente a reducir la brecha entre los contenidos que se enseñan en las asignaturas de matemática y las demandas efectivas del campo profesional. En este sentido, la implementación en el Instituto Mauá de Tecnología funcionó como una instancia de validación preliminar, evidenciando su viabilidad en contextos reales.

Los resultados de la experiencia fueron alentadores tanto en términos de la comprensión matemática alcanzada como del compromiso demostrado por los estudiantes. Las valoraciones recogidas destacan que este tipo de actividades favorece la integración temprana entre la matemática y la formación profesional, potenciando el sentido del aprendizaje y promoviendo el desarrollo de prácticas propias del campo de la ingeniería.

Como proyección, se propone continuar el diseño de problemas matemáticos basados en situaciones reales extraídas de trabajos finales o de la práctica profesional, con el objetivo de enriquecer la enseñanza desde una lógica interdisciplinar. Asimismo, se abre la línea de explorar cómo este tipo de propuestas puede

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

sistematizarse en las asignaturas de matemática del ciclo básico, integrando herramientas digitales, promoviendo la diversidad de estrategias de resolución y habilitando instancias de reflexión crítica sobre el uso de modelos matemáticos en la práctica ingenieril.

Referencias

Anónimo. (2014) Competencias en Confedi. 1ra. Edición. Universidad FASTA. e.book. Mar del Plata. ISBN 978-987-1312-62-7. Disponible en < https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/2020/04/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf >

Artigue, M. (2009). Didactical design in mathematics education. *Theories of Mathematics Education*, 467–488. Springer. Disponible en <https://doi.org/10.1007/978-3-642-00742-2_49>

CONFEDI. (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería de la República Argentina “Libro Rojo de CONFEDI”. Editores: Roberto Giordano Lerena, Sandra Cirimelo. Universidad FASTA Ediciones. Disponible en <https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf>.

García, M. (2006). *La formación matemática en las ingenierías: Fundamentos, problemas y perspectivas*. Editorial Académica Española.

Giordano Lerena, Roberto. CONFEDI. (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Ed ASIBEI. ISBN: 978-958-99255-8-4. Disponible en <https://asibei.net/wp/2023/05/30/competencias-y-perfil-del-ingeniero-iberoamericano-formacion-de-profesores-y-desarrollo-tecnologico-e-innovacion/>

Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). *La complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un enfoque ontosemiótico*. Recerques en Didàctica de les Matemàtiques, 1(1), 23–43.

Kendal, M., & Stacey, K. (2001). *Reform in teaching calculus: Using computers for multiple representations*. In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level* (pp. 235–246). Springer. Disponible en <https://doi.org/10.1007/0-306-47231-7_22>

Kowalski, V., Morano, D., Arlettaz, M., Erck, I. (2019) Curso de Posgrado 1 – Formación por Competencias en Matemática Tercer Documento: Ingeniería, Ciencias Básicas y Matemática en los Marcos Normativos

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: A models and modeling perspective on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.

Maguire, T., Swetz, F. J., & Fauvel, J. (Eds.). (2002). *Mathematics in modern engineering: Historical insights*. Mathematical Association of America.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Eventos contextualizados: Una experiencia didáctica aplicada en Matemática Superior de Ingeniería en Sistemas de Información

Contextualized Events: A Didactic Experience Applied in Higher Mathematics for Information Systems Engineering

Pedro Leguiza
Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina.
dleguiza@uncaus.edu.ar

Marina Bloeck
Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina.
marina@uncaus.edu.ar

Rosa Ruiz
Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina.
vivianar@uncaus.edu.ar

Analía Almirón
Universidad Nacional del Chaco Austral, Argentina.
analia@uncaus.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una experiencia didáctica que se implementó en la asignatura Matemática Superior de Ingeniería en Sistemas de Información en la Universidad Nacional del Chaco Austral y que se basa en la aplicación de eventos contextualizados, una de las principales estrategias de la Teoría Matemática en el Contexto de las Ciencias. El objetivo fue desarrollar competencias matemáticas en estudiantes a través de problemas interdisciplinarios. La metodología involucró la resolución de estos eventos, teniendo en cuenta las distintas etapas del modelo, y la utilización de Octave como mediador de la enseñanza. Se evaluaron las competencias matemáticas a través de rúbricas, lo que permitió obtener una valoración general -expresada en porcentajes- del nivel de desempeño de los estudiantes en cada uno de los eventos. El promedio obtenido de las valoraciones generales fue del 90,78%. Este resultado muestra que la intervención didáctica favorece el desarrollo de competencias matemáticas y contribuye al perfil profesional del egresado.

Palabras clave: Educación matemática, Eventos contextualizados, Competencias, Ingeniería, Matemática en Contexto.

Abstract

This paper presents the results of a teaching experience implemented in the Advanced Mathematics course of Information Systems Engineering at the National University of Southern Chaco. The experience is based on the use of contextualized events, one of the main strategies of Mathematical Theory in the Context of Science. The objective was to develop mathematical competencies in students through interdisciplinary problems. The methodology involved solving these events, taking into account the different stages of the model, and using Octave as a teaching mediator. Mathematical competencies were assessed using rubrics, which provided an overall assessment—expressed in percentages—of the students' performance level in each of the events. The average score obtained for the overall assessments was 90.78%. This result shows that the teaching intervention favors the development of mathematical competencies and contributes to the graduate's professional profile.

Keywords: Mathematics education, Contextualized events, Competencies, Engineering, Mathematics in Context.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

La formación de profesionales en ingeniería demanda hoy una visión integral que trascienda la mera acumulación de conocimientos técnicos. En particular, la enseñanza de la matemática en estas carreras ha sido históricamente un tema de discusión, dado que los estudiantes a menudo perciben una falta de relación entre los conceptos matemáticos y su aplicación en el ámbito profesional. En respuesta a esta problemática, se formuló el proyecto de investigación: “Un Sistema Didáctico basado en la Teoría Matemática en el Contexto de las Ciencias (TMCC) para el desarrollo de competencias” que se desarrolla en la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS) y que tiene como objetivo implementar un sistema didáctico basado en la TMCC para contribuir al desarrollo de competencias y al perfil profesional de los egresados de carreras de ingeniería.

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias tiene su origen en el Instituto Politécnico de México y su principal referente es la Dra. Patricia Camarena Gallardo. Esta teoría, que tiene base en la Matemática Social, no solo busca la adquisición de conocimientos matemáticos, sino también el desarrollo de habilidades esenciales para su aplicación en situaciones reales y profesionales. En este sentido, Camarena Gallardo (2013) expresa: "*La estrategia consiste en presentar al estudiante una matemática interdisciplinaria, contextualizada en fuentes de tipo científico y social, en las áreas de conocimiento de su futura profesión en estudio, en actividades profesionales y laborales, en todo ello mediante eventos contextualizados, los cuales pueden ser problemas o proyectos* " (Camarena Gallardo, 2013: 27). En decir, se prioriza la construcción del conocimiento a través de la interacción con el entorno real y la resolución de problemas significativos.

Otro pilar fundamental de la propuesta es la construcción de competencias profesionales. Para lograrlo, se plantea una fase didáctica de la matemática en el contexto que es de tipo constructivista, con base en los aportes del enfoque Psicogenético de Piaget, el enfoque Sociocultural de Vigotsky y el enfoque Cognitivo de Aprendizaje Significativo de Ausubel. El enfoque Psicogenético sostiene que la competencia cognitiva está determinada por el nivel de desarrollo intelectual; que cualquier aprendizaje depende del nivel cognitivo inicial del sujeto e incluye su modelo de equilibración, donde los conocimientos en el individuo son graduales, pasando de lo concreto a lo abstracto. La teoría de Vygotsky destaca la importancia de la interacción social en el desarrollo cognitivo, sugiriendo que el aprendizaje es un proceso intrínsecamente social. Por su parte, Ausubel estableció que es necesario que los nuevos conocimientos se vinculen de manera no arbitraria y sustantiva con los previos, para que adquieran un verdadero significado. (Camarena Gallardo, 2017: 3-4)

Una de las principales estrategias de la TMCC son los *eventos contextualizados*, los cuales se clasifican en problemas contextualizados, proyectos y estudios de caso. La resolución de estos eventos implica un proceso estructurado que incluye la vinculación con los registros de representación de Duval, la modelación matemática y el uso de las tecnologías como mediadoras en el aprendizaje.

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación de una experiencia que se aplicó en la cátedra Matemática Superior de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS). En el mismo, se detallará la metodología, los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas de esta experiencia, ofreciendo una visión sobre cómo un enfoque contextualizado de la matemática puede enriquecer la formación de futuros ingenieros.

Desarrollo

Teoría Matemática en el Contexto de las Ciencias

La Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias es el marco conceptual del proyecto de investigación antes citado. Esta teoría supera el enfoque tradicional de la matemática como una disciplina aislada, para insertarla en el marco de las ciencias y los problemas del mundo real. Se basa en la idea de que el aprendizaje de la matemática es más significativo cuando se articula con situaciones prácticas y se reconoce su carácter social e histórico. Patricia Camarena Gallardo ha sido pionera en el desarrollo de esta teoría, proponiendo que la matemática no solo se aplica en las ciencias, sino que se construye a partir de las necesidades y preguntas que surgen en esos contextos. Así, un componente fundamental es la interdisciplinariedad.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Desarrollo de competencias matemáticas en la formación de los ingenieros

En el contexto de la ingeniería, las competencias matemáticas van más allá de la mera capacidad de realizar cálculos; implican la habilidad de modelar situaciones, interpretar resultados, argumentar soluciones y utilizar herramientas tecnológicas de manera eficiente. Además, como señala Trejo et al. (2023): "*a través de la fase didáctica, contribuye en la adquisición de las competencias matemáticas señaladas por Niss (2003): a)pensar matemáticamente; b) plantear y resolver problemas matemáticos; c) modelar matemáticamente; d) argumentar matemáticamente; e) representar entidades matemáticas (situaciones y objetos); f) utilizar los símbolos matemáticos; g) comunicarse con las matemáticas y comunicar sobre matemáticas y h) utilizar ayudas y herramientas (incluyendo las nuevas tecnologías)"* (Trejo et al., 2013: 401)

Por su parte, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) sostiene que "*el diseño y el desarrollo curricular de los programas de ingeniería deben tener en cuenta un enfoque centrado en el estudiante y contribuir al mejor desempeño académico y al desarrollo de las competencias profesionales requeridas de sus graduados*" (CONFEDI, 2018: 27). En este marco, la incorporación de la matemática en contexto de las ciencias establece una estrategia pedagógica clave, al situar los contenidos matemáticos en escenarios vinculados con problemáticas reales, donde se promueve una comprensión más significativa y funcional del saber matemático. Esto se alinea con las demandas del mercado laboral, que valora la capacidad de los ingenieros para aplicar sus conocimientos de manera creativa y crítica en entornos dinámicos y complejos.

Eventos contextualizados

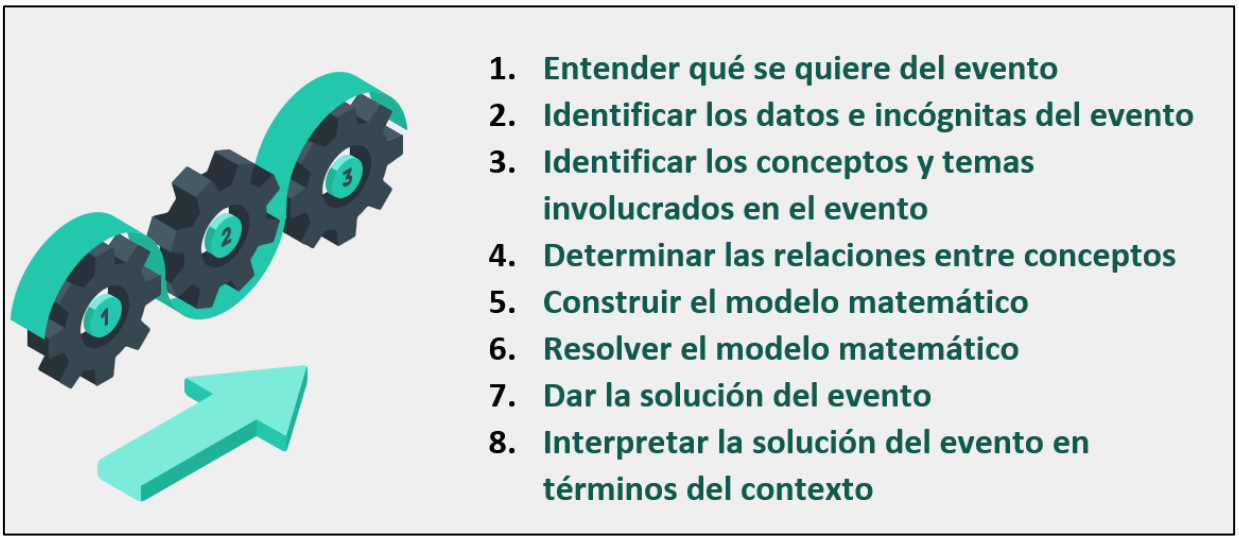
Los Eventos Contextualizados cumplen un rol fundamental en esta propuesta didáctica. Estos "*se definen como problemas, proyectos o estudios de caso que se comportan como entes integradores de las disciplinas, donde hay tres fuentes de contextualización que son de la realidad del alumno: las demás asignaturas que cursa el alumno, dando por resultado eventos contextualizados escolares, las actividades profesionales y laborales, que son su futuro inmediato de realidad y situaciones de la vida cotidiana, que representan su realidad presente"* (Camarena Gallardo, 2021: 179).

Se clasifican en eventos escolares y eventos reales, de la profesión, teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes. Estos se pueden aplicar en distintos momentos didácticos, como ser: diagnóstico, recuperación de conocimientos previos, motivación, introducción de un tema, construcción de conocimiento, refuerzo de conocimiento, desarrollo de competencias matemáticas de la profesión o en la evaluación.

Además, los eventos contextualizados deben causar un conflicto cognitivo al leer el enunciado y también deben motivar a los estudiantes para encontrar su solución.

La resolución de los eventos contextualizados sigue un proceso estructurado de ocho etapas, diseñado para guiar a los estudiantes a través de un ciclo completo de modelación matemática y resolución de problemas. Estas etapas, se presentan en la figura 1.

Figura1: Etapas de resolución de los eventos contextualizados



AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La realización de estos pasos, permite:

1. Comprensión profunda del problema y su contexto, identificando el objetivo final de la actividad
2. Extracción de la información relevante y de las variables a determinar
3. Relación del problema con los conocimientos matemáticos y de otras disciplinas
4. Establecimiento de conexiones lógicas entre los diferentes elementos del problema
5. Traducción del problema del lenguaje del contexto al lenguaje formal de la matemática
6. Aplicación de conceptos, técnicas y procedimientos matemáticos para resolver el modelo
7. Presentación de la solución obtenida del modelo matemático
8. Crítica y reflexión de la solución y su validez en la situación real

En el marco de este trabajo, los eventos fueron diseñados como refuerzo de conocimiento y desarrollo de competencias matemáticas de la profesión y con el objetivo de fomentar la articulación entre los contenidos de Matemática Superior y otras asignaturas del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de UNCAUS.

Desarrollo de la experiencia

La experiencia se desarrolló en la cátedra Matemática Superior que se dicta en el tercer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UNCAUS. La modalidad de la asignatura es teórico-práctico con implementación de software.

Los eventos contextualizados se aplicaron como actividad de cierre (para reforzar los conocimientos desarrollados) de los siguientes temas:

- Ecuaciones Diferenciales (EC1)
- Series de Fourier (EC2)
- Transformada de Laplace (EC3)
- Polinomios de Interpolación (EC4)
- Resolución Numérica de EDO (EC5)

Los problemas fueron seleccionados de libros de texto de matemática aplicada y de disciplinas que se desarrollan en la carrera, como ser: Física II y Teoría de Control.

Por ejemplo, en el tema Ecuaciones Diferenciales se presentó un problema sobre circuito eléctrico que requiere para su resolución de conocimientos de Matemática Superior, Física y Electrónica (Física II).

Previamente a la implementación del primer evento (EC1), se desarrolló un taller con los estudiantes donde se presentó la metodología de trabajo y, de manera conjunta, se resolvieron eventos contextualizados teniendo en cuenta las distintas etapas del proceso. Esta actividad fue muy significativa ya que era la primera vez que los estudiantes aplicaban esta metodología en la carrera.

De la experiencia participaron todos los alumnos regulares que cursaron la asignatura en el primer cuatrimestre del ciclo lectivo 2025, es decir 19 alumnos. Los mismos debían resolver los eventos contextualizados con la secuencia metodológica de la Figura 1 y con la ayuda del programa Octave para realizar cálculos complejos, gráficos y visualizar resultados de manera eficiente. El uso de la tecnología no solo facilitó la resolución del evento, sino que también potenció la comprensión conceptual y la exploración de las propiedades de los modelos.

Además, se proporcionaron recursos adicionales, como material de apoyo, para que los estudiantes desarrollen su autonomía en el proceso de resolución. En esta propuesta, el docente cumplió el rol de facilitador y guía del proceso de aprendizaje.

La entrega de las producciones escritas se realizó a través del Aula Virtual de la asignatura. Esta plataforma facilitó la gestión de las entregas y la retroalimentación.

Para la evaluación de los eventos, se diseñaron rúbricas de evaluación. Niel (2024) sostiene que las "*rúbricas no solo son instrumentos de evaluación sino también guías que incorporan los criterios que los estudiantes deben emplear para valorar y mejorar sus actividades de aprendizaje. De este modo, las rúbricas se convierten en herramientas esenciales, ya que los estudiantes, al realizar sus actividades de aprendizaje, no solo enfrentan desafíos y luego se autoevalúan, sino que pueden desarrollarlas basándose en los criterios definidos en los descriptores. Esto les permite reflexionar sobre su desempeño y tomar medidas concretas para mejorar tanto el proceso de aprendizaje como su evaluación*" (Niel, 2024: 112).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Este instrumento permitió evaluar el desarrollo de las siguientes competencias: plantear y resolver problemas, modelar matemáticamente, interpretar y argumentar, representar entidades matemáticas (situaciones y objetos), entre otras. Para ello, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- *Comprensión del evento contextualizado*: Evaluación de la capacidad del estudiante para entender el problema en su totalidad y su contexto.
- *Construcción del modelo matemático*: Valoración sobre la correcta formulación del modelo matemático.
- *Resolución adecuada del evento*: Aplicación correcta de los conceptos y procedimientos matemáticos para resolver el modelo.
- *Interpretación de la solución*: Capacidad de traducir los resultados matemáticos al contexto del problema original y argumentar su significado.
- *Presentación y uso adecuado del lenguaje técnico* (matemático y del contexto): Evaluación de la claridad, rigor, organización y corrección en la comunicación escrita, tanto en el lenguaje matemático como en el propio del contexto del problema.

Figura 2: Modelo de Rúbrica

CRITERIOS	EXCELENTE	LOGRADO	EN PROCESO	NO LOGRADO	%
COMPRENSIÓN DEL EVENTO CONTEXTUALIZADO					20
CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO		DESCRIPTORES			25
RESOLUCIÓN ADECUADA DEL EVENTO					30
INTERPRETACIÓN DE LA SOLUCIÓN					20
PRESENTACIÓN Y USO ADECUADO DEL LENGUAJE TÉCNICO (MATEMÁTICO Y DEL CONTEXTO)					5
					100

Como se observa en la figura 2, los niveles de logro fueron: *Excelente, logrado, en proceso y no logrado*. Además, a cada criterio de evaluación se le asignó un peso relativo expresado como porcentaje, conocido como *porcentaje de valoración general* que establece la importancia relativa de cada criterio respecto del conjunto.

Resultados

Como se indicó en el punto anterior, se evaluó cada evento contextualizado y se obtuvo el *porcentaje de valoración general* para cada estudiante. Luego, se calculó el promedio de esos porcentajes, por evento, obteniendo los siguientes resultados:

E1: 91,53%
E2: 89,21%
E3: 84,74%
E4: 95,79%
E5: 92,63%

Así, el promedio general fue del 90,78%.

Es para destacar que todos los estudiantes resolvieron adecuadamente los problemas planteados y con altos niveles de desempeño.

Además, del análisis de las producciones escritas de los estudiantes se observó que los mismos fueron capaces de:

- Traducir problemas del mundo real o de otras ciencias a modelos matemáticos y viceversa
- Utilizar procedimientos matemáticos y herramientas tecnológicas (Octave) de manera efectiva para la resolución y análisis
- Comunicar sus soluciones de forma clara y rigurosa, empleando el lenguaje técnico adecuado

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Otro aspecto clave que se observó fue el proceso de articulación entre los diferentes registros de representación de Duval. Los estudiantes pasaron fluidamente del lenguaje verbal del problema (registro del lenguaje natural) a la formulación de ecuaciones (registro algebraico), a la interpretación de gráficos generados por Octave (registro gráfico) y finalmente a la explicación de la solución en el contexto del problema (retorno al registro del lenguaje natural). Esta fluidez en el manejo de diferentes registros es una habilidad cognitiva esencial para una comprensión profunda de los objetos matemáticos y su aplicación, ya que como indica Godino et al. (2016) "*la comprensión profunda de los objetos matemáticos no se limita a una única representación, sino que se logra a través de la coordinación y conversión entre diferentes registros de representación, lo cual es esencial para abordar problemas complejos*". (Godino et al., 2016: 92)

Finalmente, los resultados de las rúbricas y la calidad de las entregas de las producciones de los estudiantes demuestran que la metodología propuesta basada en eventos contextualizados de la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias y el uso de las tecnologías propicia el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información de UNCAUS.

Conclusiones

La experiencia de implementar eventos contextualizados en la asignatura Matemática Superior de la carrera Ingeniería en Sistemas de Información en la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAUS) ha demostrado ser altamente efectiva.

Esta experiencia ayudó a comprender que los conceptos matemáticos no se encuentran aislados y que los eventos contextualizados son herramientas para modelar y resolver problemas en diversas áreas del conocimiento. Así, el trabajo interdisciplinario no solo enriqueció la comprensión de los contenidos, sino que también propició el desarrollo de habilidades de colaboración y pensamiento sistémico, necesarias para contribuir al desarrollo del perfil profesional de un ingeniero, favoreciendo la articulación entre las distintas asignaturas del plan de estudios de la carrera y fomentando una comprensión holística de los problemas de ingeniería.

El elevado porcentaje de estudiantes que alcanzaron altos niveles de desempeño en la evaluación de los eventos contextualizados, es un indicador significativo de la propuesta. Esto se evidencia ya que los estudiantes lograron construir modelos matemáticos, resolverlos, e interpretar sus soluciones en el contexto de la ciencia, lo que contribuye al desarrollo de una habilidad crítica para el futuro egresado. La integración de la tecnología, a través del uso de Octave, se consolidó como un mediador eficaz, facilitando la modelación y la visualización de los resultados.

Referencias

Camarena Gallardo, P. (2013). "A treinta años de la Teoría Educativa: Matemática en el contexto de las ciencias", *Innovación Educativa*, 13 (62),16-44.

Camarena Gallardo, P. (2017). "Didáctica de la matemática en contexto", *Revista Educação Matemática Pesquisa*, 19 (2), 01-26.

Camarena Gallardo, P. (2021). *Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias*. Santiago del Estero (Argentina), Editorial EDUNSE. 170 – 246.

CONFEDI. (2018). Libro Rojo: Aportes para la implementación de los estándares de segunda generación para carreras de ingeniería. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería

Godino, J., Wilhelmi, M; Blanco, T.; Contreras, A.; Giacomone, B. (2016). "Análisis de la actividad matemática mediante dos herramientas teóricas: Registros de representación semiótica y configuración ontosemiótica". *AIEM. Avances de Investigación en Educación Matemática – 2016*, Nº 10. 91-110

Neil, C. (2024). *Marco conceptual para la definición, desarrollo y evaluación de competencias*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fundación Iberoamericana de Estudios Superiores. 93-204.

Trejo Trejo, E.; Camarena Gallardo, P.; Trejo Trejo, N. (2013). "Las matemáticas en la formación de un ingeniero: la matemática en contexto como propuesta metodológica". *Revista de Docencia Universitaria*, 11 (Número especial), 397-424.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Aplicación de Métodos Numéricos en Ingeniería Mecatrónica con Arduino: Control Lumínico Automatizado en un Taller de Joyería

Application of Numerical Methods in Mechatronic Engineering with Arduino: Automated Lighting Control in a Jewelry Workshop

Agustín Menuet
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Argentina.
agmenuet@email.unsl.edu.ar

Federico García Casarrota
Universidad Nacional de San Luis, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Argentina.

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de Cálculo Numérico a través de la resolución de un problema real de ingeniería mecatrónica: la optimización de un sistema de iluminación automatizado. Se integran métodos numéricos como bisección, Gauss-Seidel, interpolación de Newton, método de Euler y regla de Simpson, implementados con sensores de luz y una placa Arduino. El proyecto fomenta el aprendizaje significativo y contextualizado, permitiendo al estudiante aplicar algoritmos en situaciones reales mediante programación y simulación.
Palabras clave: Cálculo Numérico, Arduino, Iluminación, Educación

Abstract

This work presents a didactic proposal for the teaching of Numerical Methods in engineering education through a real-world application. A lighting optimization system for a jewelry workshop was developed, integrating a photoresistor sensor and an Arduino microcontroller. The project involves the implementation of root-finding algorithms (bisection), systems of equations (Gauss-Seidel), numerical integration (Simpson's Rule), interpolation (Newton's method), and ordinary differential equations (Euler's method). These techniques were applied to model, simulate, and optimize the automatic adjustment of LED lights in response to ambient light. The experience illustrates the educational potential of project-based learning, linking mathematical modeling, algorithmic thinking, and engineering practice.

Keywords: Numerical Methods, Arduino, Lighting, Engineering Education

Introducción

El presente trabajo se enmarca en una propuesta didáctica desarrollada en la asignatura Cálculo Numérico, correspondiente al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional de San Luis. Como condición para la aprobación de la materia, se solicita a los estudiantes identificar una situación problemática en un contexto real que pueda ser resuelta mediante la aplicación de al menos un método numérico correspondiente a cada una de las unidades del programa. Esta estrategia pedagógica busca fomentar no solo la apropiación de los algoritmos clásicos de la disciplina, sino también el ingenio y la creatividad en la formulación y resolución de problemas concretos, aspectos fundamentales de la formación de un ingeniero. A diferencia de los ejercicios tradicionales que se encuentran en los manuales, esta propuesta no presenta una consigna cerrada: el estudiante debe definir el problema, modelarlo matemáticamente, seleccionar los métodos apropiados, implementarlos en un entorno computacional y analizar los resultados obtenidos.

En este caso particular, el proyecto consiste en el diseño y optimización de un sistema de iluminación automática para un taller de joyería. A través del uso de sensores de luz fotoresistivos (LDR) que permiten

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

medir la variación de luz ambiente mediante un divisor de tensión (Torres, 2019). y un microcontrolador Arduino, ofrece documentación oficial sobre el uso de PWM para controlar la intensidad de salidas analógicas (Arduino), se recolectan datos de luminosidad ambiente y se controla la activación y regulación de luminarias LED. Para el tratamiento numérico del sistema se emplean el método de bisección para calibración, Gauss-Seidel para el ajuste del sistema, interpolación de Newton para el modelado de variaciones horarias, integración numérica por la regla de Simpson para estimar el consumo energético, y el método de Euler para resolver una ecuación diferencial que regula el cambio de intensidad. Esta experiencia concreta permite una articulación efectiva entre la teoría matemática y su aplicación técnica, fortaleciendo el aprendizaje significativo y contextualizado.

Desarrollo

Este proyecto se desarrolló bajo un enfoque de aprendizaje basado en problemas, donde se propuso a los estudiantes modelar una situación real que requiriera la aplicación de métodos numéricos. Se definió una problemática vinculada a la eficiencia energética y el confort visual en un espacio de trabajo, particularmente en un taller de joyería, donde se realizan tareas visualmente exigentes, contar con una iluminación adecuada que cumpla con las normativas vigentes (Norma IRAM) y evite diferencias de iluminancia que causen incomodidad visual. Se abordó utilizando herramientas computacionales (Arduino y Octave/Matlab) y conceptos matemáticos desarrollados a lo largo del curso.

Como parte de los requerimientos de la asignatura, se solicitó aplicar al menos un método numérico representativo de cada una de las unidades del programa. En este caso, el trabajo integró:

- El método de bisección para la calibración del sensor de luminosidad (Unidad I).
- El método de Gauss-Seidel para el ajuste de un sistema de iluminación multivariable (Unidad III).
- La interpolación de Newton para modelar la variación de la luz ambiental a lo largo del día (Unidad II).
- La regla de Simpson 1/3 para estimar el consumo energético total (Unidad IV).
- El método de Euler para la simulación de un modelo de control de intensidad lumínica (Unidad V).

La implementación de los métodos sigue los lineamientos presentados por (Chapra & Canale, 2011) y (Burden & Faires, 2006).

Esta metodología integradora promovió la articulación entre teoría y práctica, y estimuló el desarrollo del pensamiento lógico, el modelado matemático y la resolución creativa de problemas en contextos reales.

Calibración del Umbral del Sensor LDR

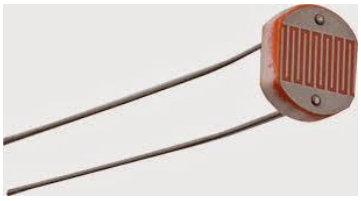


Figura 1: Sensor de luz fotoresistivo (LDR)

Aplicación del método de Bisección (Unidad I)

La primera etapa del proyecto consistió en calibrar el umbral de luminosidad ambiental por debajo del cual se requiere encender una luminaria LED. Para ello, se utilizó un sensor fotoresistivo (LDR) conectado a una resistencia fija de 10 kΩ, formando un divisor de tensión. La salida del divisor se conecta a una entrada analógica de la placa Arduino, la cual mide el voltaje resultante en función de la resistencia del LDR, que varía con la cantidad de luz recibida.

El objetivo de esta etapa fue encontrar el valor de resistencia del LDR (o su correspondiente nivel de iluminación) que produce una tensión de salida específica, en este caso 3 V. Esta tensión representa el umbral mínimo de confort visual establecido empíricamente. Para determinar el punto exacto, se modeló la ecuación del divisor de tensión:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

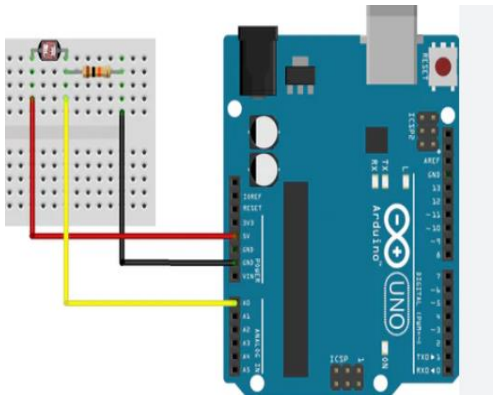


Figura 2: Circuito de Arduino, sensor y divisor resistivo

$$V_{OUT} = V_{IN}\left(\frac{R}{R + \frac{R}{R_{LDR}}}\right)$$

Donde:

$V_{IN} = 5\ volt;\ V = 10\ \text{k}\Omega$

R_{LDR} es la resistencia del sensor, que depende de la iluminación.

A partir de esta expresión se planteó una ecuación en una variable que fue resuelta mediante el método de Bisección, buscando el valor de R_{LDR} que produce $V_{OUT} = 3V$. Este método fue implementado en Octave, fue empleado como herramienta libre de simulación matemática (Octave), verificando en cada iteración la convergencia hacia la raíz con una tolerancia preestablecida. El valor obtenido permitió fijar un umbral de decisión confiable para la activación automática de la iluminación.

```
>> bisec(inline('(5*(10000/(10000+x)))-3'),-100,20000,1,100)
METODO DE LA BISECCION
  iter     a           fa            b            fb            p              fp           error
     1   -100.000000     2.050505    20000.000000    -1.333333     9950.00000000      -0.49373434   1.00e+04
     2   -100.000000     2.050505    9950.000000     -0.493734     4925.00000000       0.35008375   5.02e+03

    15   6665.838623     0.000149    6667.065430     -0.000072     6666.45202637       0.00003864   6.13e-01

raiz =

         6666.45202636719


error_abs =

          0.6134033203125
```

Figura 3: Implementación del método de la bisección

Esta etapa permitió articular teoría y práctica, aplicando un algoritmo de raíces a una función no lineal contextualizada en un sistema físico real.

Ajuste del Sistema de Iluminación LED: Aplicación del método de Gauss-Seidel (UNIDAD III)

Para ajustar la intensidad de cada una de las luminarias LED en función de la iluminación medida por el sensor LDR, se diseñó un sistema de ecuaciones lineales. Este sistema representaba la contribución de cada luminaria al nivel total de iluminación sobre la superficie de trabajo.

Se realizaron experimentos encendiendo combinaciones de LEDs con distintas intensidades, obteniendo para cada configuración una lectura del sensor. Estas combinaciones permitieron construir una matriz de coeficientes que describe cómo influye cada LED en la medición global.

La resolución del sistema se llevó a cabo utilizando el método iterativo de Gauss-Seidel, es puede observar un acondicionamiento de la matriz para que quede diagonalmente dominante, lo que permitió

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

ajustar dinámicamente la intensidad de cada fuente de luz para alcanzar la iluminación deseada en el entorno. Esta etapa permitió poner en práctica un método de resolución de sistemas lineales en un problema de control real, integrando conceptos de álgebra lineal numérica y programación.

$$\begin{bmatrix} 50 & 30 & 20 & 0 \\ 50 & 0 & 70 & 0 \\ 0 & 60 & 40 & 0 \\ 0 & 0 & 30 & 80 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 80 \\ 100 \\ 70 \\ 90 \end{bmatrix}$$

```
>> gauss_seidel([50 30 20 0; 0 60 40 0; 50 0 70 0 ; 0 0 30 80],[80;70;100;90],[0;0;0;0],100,0.01)
Iteración 0: x = [0;0;0;0]
Iteración 1: x = [1.6;1.16666666666667;0.285714285714286;1.01785714285714]
Iteración 2: x = [0.785714285714286;0.976190476190476;0.86734693877551;0.799744897959184]
Iteración 3: x = [0.667346938775551;0.58843537414966;0.951895043731778;0.768039358600583]
Iteración 4: x = [0.866180758017493;0.532069970845481;0.809870887130362;0.821298417326114]
Iteración 5: x = [0.956809662640567;0.626752741913092;0.745135955256738;0.845574016778723]
Iteración 6: x = [0.92589397274945;0.669909363162175;0.76721859089325;0.837293028415031]
Iteración 7: x = [0.891166945745395;0.655187606071167;0.792023610181861;0.827991146181802]
Iteración 8: x = [0.890077992284556;0.638650926545426;0.79280143408246;0.827699462219077]
Iteración 9: x = [0.89968887043976;0.63813237727836;0.785936521114457;0.830273804582079]

ans =

    0.9027
    0.6427
    0.7838
    0.8311
```

Figura 4: Implementación del método de Gauss Seidel para resolver el sistema.

Modelado del Cambio de Intensidad: Aplicación del método de Euler (Unidad V)

Para modelar la variación en el tiempo de la intensidad del LED, en respuesta a los cambios de iluminación ambiente, se utilizó una ecuación diferencial de primer orden del tipo:

$$\frac{dI}{dt} = k(I_{Deseada} - I_{Actual})$$

Donde dI/dt es variación en el tiempo de la intensidad del LED, I_{Actual} es la intensidad en el instante t, $I_{Deseada}$ la intensidad objetivo definida por la lectura del sensor, y k una constante de ajuste.

Este modelo permite suavizar la transición entre niveles de intensidad, evitando cambios bruscos. Para implementarlo en el microcontrolador Arduino, se aplicó una discretización mediante el método de Euler. Esta técnica permitió calcular paso a paso la evolución de la intensidad a lo largo del tiempo, en función de los datos obtenidos por el sensor LDR.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

```
const int LDR_PIN = A0;  // Sensor LDR
const int LED_PIN = 9;   // Salida PWM LED

float K = 0.2;          // Constante de ajuste
float dt = 1;         // Paso de tiempo
float I = 0;            // Intensidad inicial del LED
unsigned long prevTime = 0;

// Parámetro para definir la intensidad de luz deseada
int LUZ_DESEADA = 800;  // Valor de referencia del LDR (ajústalo según el ambiente)

// Función para calcular la intensidad del LED en función del error


void setup() {
  pinMode(LDR_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {


    int LDR_val = analogRead(LDR_PIN);

      int I_d = round((LUZ_DESEADA-  LDR_val));
    // Ajuste usando el método de Euler
    I = I + dt * K * (I_d - I);
    I = constrain(I, 0, 255);
    analogWrite(LED_PIN, (int)I);

    Serial.print("LDR: "); Serial.print(LDR_val);
    Serial.print("  I_d: "); Serial.print(I_d);
    Serial.print("  I: "); Serial.println(I);
    delay(dt*1000);
  }
```

Figura 5: Código de Euler introducido en Arduino

$I(t) < I_d \frac{dI}{dt}$ *será positivo y el LED se intensifica.*
$I(t) > I_d \frac{dI}{dt}$ *será negativo y el LED se atenúa.*

Interpolación de la Iluminación Ambiental: Aplicación del método de Newton (Unidad II)

Con el objetivo de predecir el comportamiento de la iluminación natural a lo largo del día, se tomaron mediciones horarias con el sensor LDR.

Las mediciones se realizaron en diferentes momentos para obtener un perfil representativo de la variación de la luz ambiental en un día típico. Se tomaron un total de cinco mediciones, con una frecuencia de una medición cada tres horas, comenzando a las 6:00 a. m. y finalizando en la tarde-noche. Esta distribución horaria permitió registrar cambios significativos en la iluminación natural, desde el amanecer hasta el anochecer, reflejando cómo influye la posición del sol y las condiciones climáticas en la luminosidad del entorno. Los datos obtenidos a partir de este experimento fueron los utilizados para analizar patrones de iluminación en distintos momentos del día y evaluar la eficacia del sistema de control de intensidad del LED. Los valores obtenidos fueron interpolados utilizando el método de diferencias divididas de Newton Figura 6, construyendo un polinomio Figura 7 que permite estimar la intensidad en cualquier momento dentro del rango considerado. Este procedimiento no solo permitió caracterizar la evolución de la luz natural, sino que también sirvió como entrada para simular y anticipar el comportamiento del sistema de control. La implementación del algoritmo en Octave permitió validar la precisión del modelo interpolante.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Tiempo en (h)	Corriente en *PWM de lectura
0	255
3	26
6	0
9	13
12	50

*PWM: Modulación por ancho de pulso

	DD0	DD1	DD2	DD3	DD4
0	255				
		-76,3			
3	26		11,27		
		-8,66		-1,01	
6	0		2,16		0,076
		4,33		-0,092	
9	13		1,33		
		12,33			
12	50				

Figura 7: Cálculo de los coeficientes del polinomio interpolante

$$P_4 = 0.076x^4 - 2.38x^3 + 27.902x^2 - 140.668x + 255$$

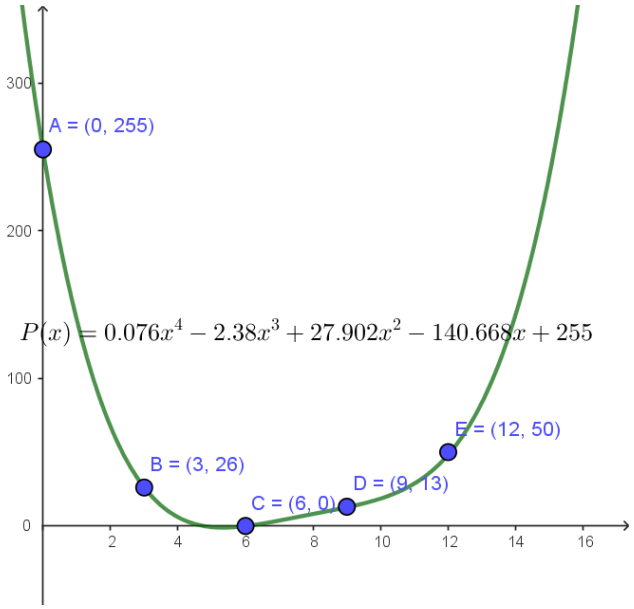


Figura 6: Polinomio interpolante

Estimación del Consumo Energético

Aplicación de la Regla de Simpson 1/3 (Unidad IV)

Para cuantificar el consumo energético total del sistema de iluminación, se modeló la potencia consumida en función de la intensidad del LED en el tiempo. Como esta función no era constante, se estimó la integral definida correspondiente aplicando la regla de Simpson 1/3.

Se utilizaron mediciones reales en distintos momentos del día, combinadas con la interpolación obtenida anteriormente, para alimentar el cálculo numérico. La estimación permitió comparar el consumo del sistema automatizado frente a un sistema de iluminación constante, evidenciando una reducción significativa en el gasto energético y demostrando la utilidad del método aplicado.

Resultados

La aplicación integrada de los métodos numéricos permitió desarrollar un sistema de iluminación automática eficiente, con resultados cuantificables:

- Se calibró correctamente el umbral de activación del LED mediante el método de bisección.

- Se ajustaron los niveles de intensidad de forma precisa con Gauss-Seidel.

- Se obtuvo un modelo predictivo mediante interpolación de Newton que reproduce fielmente la evolución de la iluminación.

- Se estimó una reducción del 43% en el consumo energético diario mediante la regla de Simpson.

El proyecto evidenció la potencialidad de los métodos estudiados para resolver problemas reales, promoviendo una comprensión profunda de los algoritmos y sus aplicaciones prácticas.

Conclusiones

Este trabajo integrador permitió consolidar los contenidos de la asignatura Cálculo Numérico a través de una experiencia concreta y significativa. La propuesta, centrada en la resolución de un problema real, promovió el desarrollo de habilidades de modelado, programación y análisis crítico, propias de la formación en ingeniería.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

La combinación de teoría matemática, programación con Arduino y uso de software numérico resultó en una experiencia pedagógica enriquecedora, que refuerza el valor del aprendizaje basado en proyectos dentro del campo de la educación matemática aplicada a la ingeniería.

La actividad fue implementada como parte obligatoria para la aprobación de la asignatura en el segundo cuatrimestre de 2025. Se previó una duración total de tres semanas, incluyendo instancias de trabajo grupal, tutorías y entrega final. La recepción por parte de los estudiantes fue positiva, especialmente por el hecho de trabajar sobre un caso real y utilizar herramientas tecnológicas. Sin embargo, se observó como principal dificultad la necesidad de integrar en una misma situación problemática los métodos numéricos correspondientes a las cinco unidades de la asignatura. Esta exigencia implicó un esfuerzo adicional de análisis, planificación y modelado, lo cual, lejos de ser un obstáculo, se transformó en una oportunidad para reforzar el carácter transversal y articulador de los contenidos. Esta propuesta es replicable y adaptable a otras situaciones educativas y perfiles de ingeniería.

Referencias

Arduino. (s.f.). Arduino Documentation. Recuperado de https://docs.arduino.cc.

Burden, R. L., & Faires, J. D. (2006). Análisis Numérico (8.ª ed.). Thomson Learning.

Chapra, S., & Canale, R. P. (2011). Métodos Numéricos para Ingenieros (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Norma IRAM, -A. J.-0. (s.f.). Norma para iluminación en espacios de trabajo.

Octave. (s.f.). GNU Octave Documentation. Recuperado de https://www.gnu.org/software/octave/.

Paredes, L., & Vásquez, C. (2020). Fundamentos de programación con Arduino. Ediciones UNALM.

Torres, J. (2019). Aplicaciones del sensor LDR en sistemas de control automático. Revista de Tecnología Aplicada, , 18(2), 45–52.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Relación entre el Examen de Ingreso y el Rendimiento en parciales de Álgebra y Geometría Analítica

The Relationship between the Entrance Exam and the students' Perfomance in Algebra and Analytic Geometry Midterms

Ana María Narvaez
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
ana.narvaez@frm.utn.edu.ar

Gabriela Beatriz Tomazzeli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
gabrielabtomazzeli@gmail.com

Noemí Sonia Vega
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
nvega 33@hotmail.com

Ana Beatriz Angelelli
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, Argentina.
beatriz.angelelli@fce.uncu.edu.ar

Resumen

Este trabajo de didáctica, continuación de anteriores sobre competencias lógico-matemáticas necesarias para el área matemática de Ingeniería, muestra que la evaluación de ingreso a la Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, no predice el rendimiento académico de los estudiantes, al menos, en Álgebra y Geometría Analítica. La metodología de investigación es un estudio de casos y el modelo pedagógico es el de Formación por Competencias con el Aprendizaje Centrado en el Estudiante. En esta instancia se analizó si existe relación entre el puntaje obtenido por los estudiantes en el examen de ingreso y en los parciales. Interesa saber si quienes aprueban los parciales son, efectivamente, aquellos que obtuvieron mejores resultados en el examen de ingreso o si no existe una relación significativa entre ambas instancias. A partir de estos resultados, se genera un punto de partida para diseñar propuestas y actividades pedagógicas que contribuyan a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de primer año.

Palabras clave: Ingeniería**,** competencias de ingreso, matemática, diagnóstico.

Abstract

This work on didactics of mathematics, which is a continuation of previous works on the necessary logical-mathematical competences for the Mathematics area in the Engineering program, shows that the entrance exam for the Regional Faculty of Mendoza, National Technological University (U.T.N.), does not predict the academic performance of students, at least in Algebra and Analytic Geometry. The research methodology is a case study, and the pedagogical model is that of Competency-Based Training with an Engineering Student-Centered Learning. In this first stage, we analyzed whether there was a relationship between the score obtained by students in the entrance exam and the grades they obtained in the midterm exams. It is of interest to know whether those who pass the midterm exams are indeed those who obtained better results in the entrance exam, or whether there is no significant relationship between both examination instances. After these results, a starting point to design proposals and pedagogical activities that contribute to improve the academic performance of first-year students is generated.

Keywords: Engineering, entrance competences, Mathematics, diagnostic test

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Este trabajo es continuación de estudios anteriores sobre las competencias lógico - matemáticas en los espacios curriculares de Álgebra y Geometría Analítica y de Análisis Matemático I en las carreras de Ingeniería de la Facultad Regional Mendoza (FRM), UTN (Narvaez et al, 2024). En función de dichas investigaciones se han realizado algunas acciones en los cursos universitarios 2025. Una de estas acciones, intentaba tomar una prueba diagnóstica a los estudiantes de primer año con el propósito de identificar sus dificultades e insuficiencias y necesidades específicas para sobrellevar con éxito los cursos de Álgebra y Geometría Analítica y Análisis Matemático I (Cai et al, 2011). Sin embargo, debido a la falta de consenso entre los docentes, no fue posible realizarla.

Es sabido que las características de la Educación en Ingeniería (CONFEDI, 2018) requieren que los estudiantes que se inician deban poseer "el dominio de una serie de competencias básicas entre las cuales cumple un papel muy importante el manejo de las formas más complejas del lenguaje. Asimismo, el aprendizaje constituye un proceso complejo que se compone de competencias diferentes que convergen en el resultado final formativo. Tal como lo plantean los documentos que organizan y definen las competencias para los egresados de la escuela secundaria, las capacidades creativas y de resolución de problemas, así como el pensamiento complejo, están dados por operaciones mentales mediadas y transmitidas culturalmente por el lenguaje en sus diferentes concepciones. La formación de los estudiantes en el nivel medio, debe desarrollar competencias generales como: creatividad, interés por aprender, pensamiento crítico (capacidad de pensar con juicio propio) …" (Competencias en Ingeniería). Por otro lado, las competencias transversales apuntan al desarrollo de: autonomía en el aprendizaje y destrezas cognitivas generales. Ambos conjuntos de competencias son considerados como prerrequisitos fundamentales para afrontar con éxito los estudios universitarios. Son competencias transversales porque atraviesan y se aplican tanto a las competencias básicas como a las específicas. En el caso de las destrezas cognitivas generales, los procesos cognitivos que las conforman son insumos fundamentales para el desarrollo de las otras competencias (Adrogué et al, 2021). Por lo expresado y con el propósito de obtener información, se analizó el rendimiento cuantitativo en la evaluación de matemática para el ingreso a la FRM, considerando a un grupo de estudiantes que efectivamente ingresaron (obtuvieron 60 o más puntos) y su rendimiento en el primer y segundo parcial de Álgebra y Geometría Analítica. La variable considerada fue la "nota obtenida" medida en una escala de 0 a 100 puntos.

Desarrollo

La población para esta investigación son los estudiantes ingresantes de dos cursos de primer año, primer semestre de 2025 que rindieron el primer y el segundo parcial del espacio curricular: 25 alumnos de un curso de ingeniería electromecánica, X, y 40 de ingeniería en sistemas de información, K. La muestra se tomó de manera intencional. El instrumento para recoger los datos fueron tres evaluaciones: una evaluación para el ingreso a la Facultad (Pre), el primer y segundo parcial. La recolección de datos fue de carácter no anónimo y se pidió información personal, pues eran evaluaciones institucionales para promocionar la asignatura.
Resultados del grupo X: se obtuvieron las siguientes medidas de posición central para la variable "nota".

	Pre	1° Parcial	2° Parcial
Media	73,6	42,16	49,92
Mediana	70	34	52
Moda	60	24, 26, 32, 64	60

Tabla 1. Medidas de posición

Los datos muestran un marcado descenso en el rendimiento académico de los estudiantes, tanto en el 1°como en el 2° Parcial, respecto del Pre. Las medidas de dispersión correspondientes son:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

	Pre	1° Parcial	2° Parcial
Nota mínima	60	0	13
Nota máxima	100	76	94
Rango	40	76	81
Desviación estándar	14,66	20,2	23,95

Tabla 2. Medidas de dispersión

Estas medidas muestran que las notas del preuniversitario están muy concentradas entre 60 y 100 puntos, con fuerte acumulación entre 60 y 80 puntos; es una distribución sesgada hacia arriba. En el 1º Parcial hay mayor dispersión y un desempeño general más bajo, con un valor mínimo de 0 punto y la mayoría de las notas están entre 25 y 70 puntos. El 2º Parcial mejora en el rendimiento promedio respecto al 1º Parcial, aunque con mayor dispersión.

Las tendencias generales de rendimiento se observan en el siguiente gráfico de líneas.

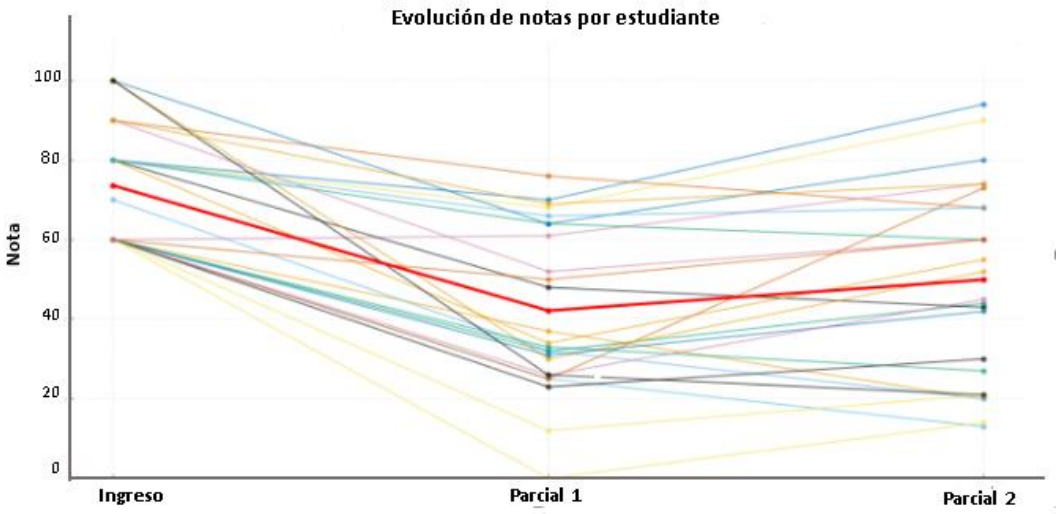


Figura 1. Gráfico de líneas del ingreso y parciales de X

Como se dijo anteriormente, existe disminución importante entre la nota del Pre y los parciales. Muchos estudiantes con notas previas aceptables (60-100 puntos) bajaron significativamente en el 1° Parcial y se observa una mejoría en el rendimiento del 2°Parcial; algunos estudiantes mostraron mejora en el segundo parcial tras un mal desempeño inicial, aunque otros mantuvieron un rendimiento bajo. Algunos estudiantes mantuvieron un rendimiento alto y estable, lo que puede deberse a que dicho grupo de estudiantes tiene buen hábito de estudio y/o capacidades razonables para su desempeño.

La representación gráfica de las notas de la evaluación del ingreso de X, es:

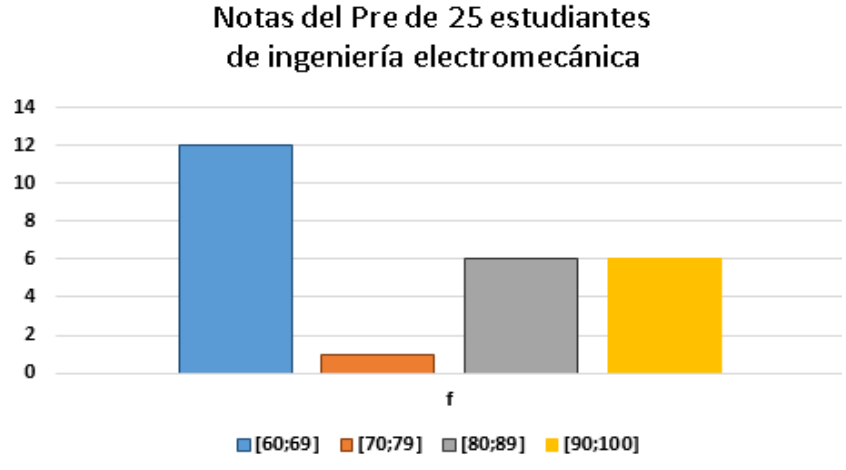


Figura 2. Distribución de notas del ingreso, X

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Se observa: mayor concentración de estudiantes con puntaje 60; la mayoría de estudiantes aprobó con puntaje mínimo y existe una fuerte acumulación entre 60 y 80 puntos (distribución sesgada hacia arriba).

Las notas del primer parcial del grupo X se observan en el siguiente gráfico.

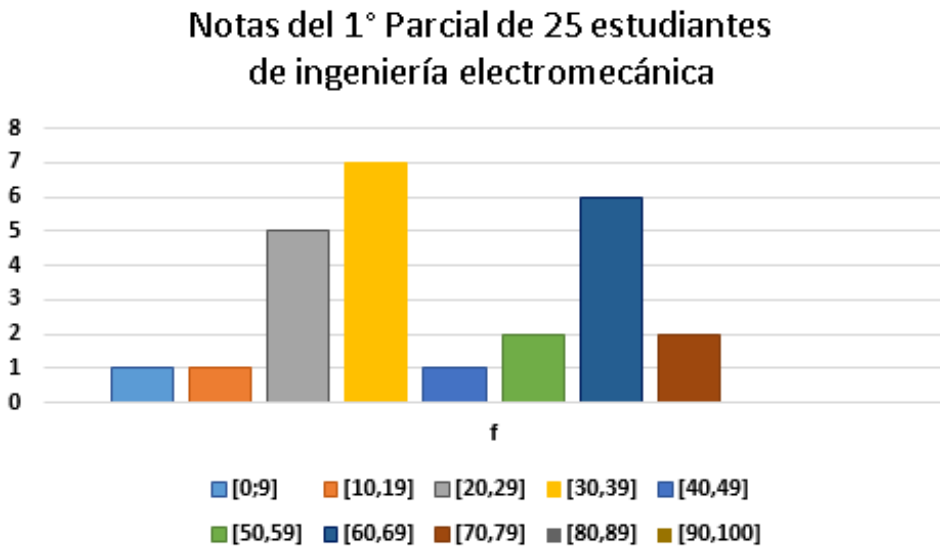


Figura 3. Notas 1°Parcial, X

Estas notas del 1º parcial tienen mayor dispersión que las correspondientes al preuniversitario y se observa un desempeño general más bajo de los estudiantes, con un valor mínimo de 0. La mayoría de las notas están entre 25 y 70 puntos.

Las notas del segundo parcial se observan en el siguiente diagrama.

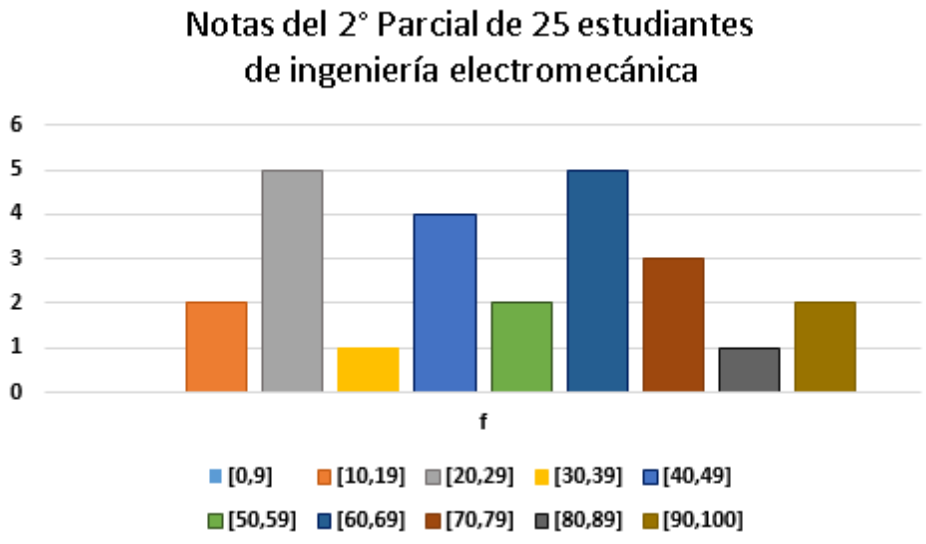


Figura 4. Notas 2° Parcial, X

En resumen, se observa marcada diferencia entre la evaluación del preuniversitario y el rendimiento real en el cursado del espacio curricular. La nota del Pre no predice de forma confiable el rendimiento en los parciales para la mayoría de los estudiantes analizados.

Resultados para el grupo K: las estadísticas descriptivas son:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Medida	Ingreso	1° Parcial	2° Parcial
Promedio	75,25	26,58	51,50
Mínimo	60,00	0,00	0,00
Máximo	100,00	66,00	98,00
Mediana	70,00	23,00	49,50
Desvío estándar	15,33	19,80	28,00

Tabla 3. Comparación de notas promedio del ingreso (pre), 1° y 2° Parcial

El gráfico con las notas de los 40 ingresantes, en el preuniversitario, es el siguiente.

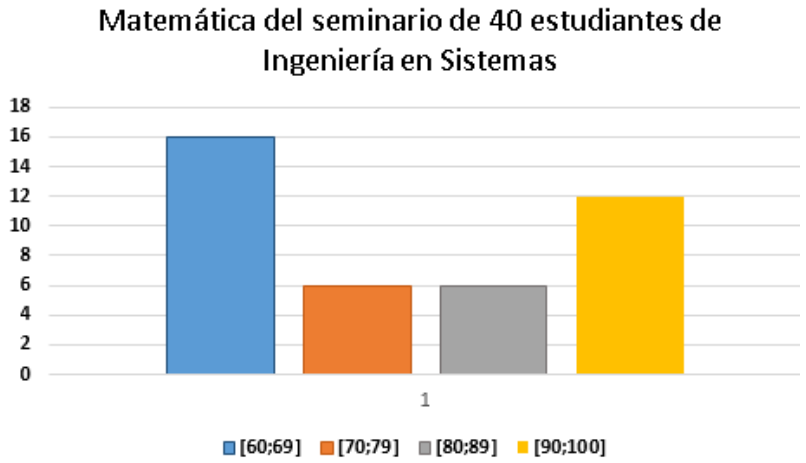


Figura 5: Distribución de notas del ingreso, K

Las notas del ingreso de los 40 estudiantes K tienen media de 75,25 puntos, mediana de 70 puntos y moda de 60 puntos con desviación estándar de 15,33 puntos. Se observa gran concentración del puntaje 60 (la mayoría aprobó con la nota mínima). El 50% de los estudiantes obtuvo nota menor o igual a 70 y el otro 50% obtuvo más de 70 puntos.

Las notas del primer parcial se observan en el siguiente gráfico.

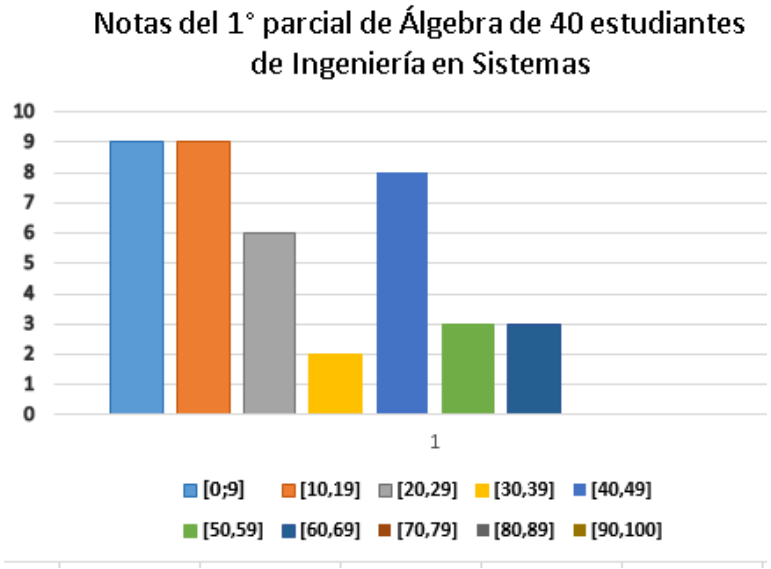


Figura 6: Distribución de notas del 1° parcial, K

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Las estadísticas básicas sobre las notas del primer parcial son las siguientes: Nota mínima: 0; Nota máxima: 66; Media o promedio: 26,58; Moda: 0 y 23; Mediana: 23; Notas ≤ 10: 8 alumnos; Notas ≥ 50: 7 alumnos. Estas estadísticas muestran una baja generalizada de rendimiento respecto al ingreso con varias notas extremadamente bajas; el puntaje mayor es 66 y un grupo pequeño de estudiantes se destaca con notas de 50 o más.

Las notas del segundo parcial se observan en el gráfico siguiente.

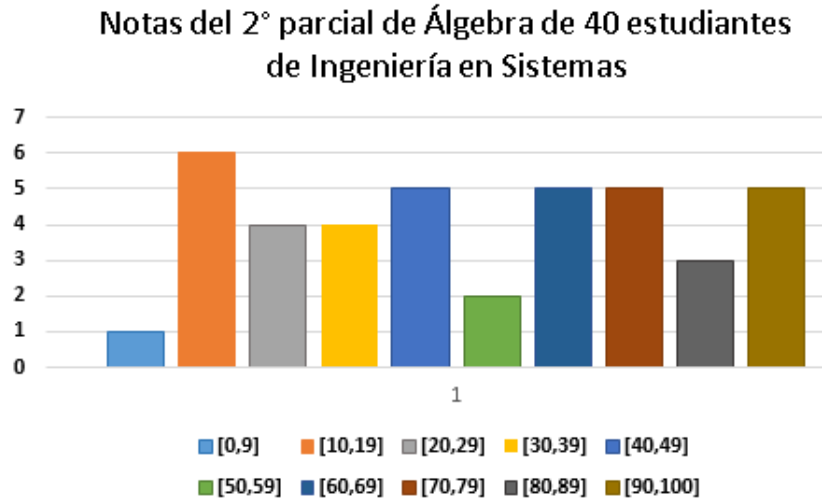


Figura 7. Distribución de notas 2° Parcial, K

Estas notas registran Media: 51,50; Mediana: 49,50 y Desviación estándar: 28. La distribución es más homogénea con pocos estudiantes de registros menores que 10 puntos.

El siguiente Gráfico de líneas por alumno muestra la evolución de la nota de cada estudiante en los tres exámenes (ingreso, primer parcial y segundo parcial).

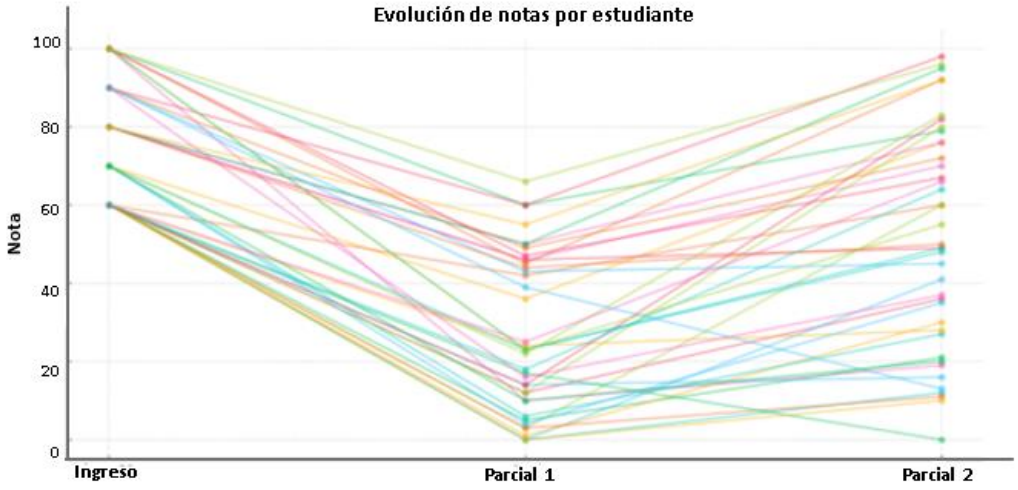


Figura 8. Comparación entre notas de ingreso, parcial 1 y parcial 2

Se observa cómo casi todos los alumnos bajaron la nota en el 1° parcial, respecto de la nota obtenida en el ingreso pero mejoraron en el 2° parcial, lo cual sugiere una posible adaptación o mejora en el estudio para el segundo examen parcial. La evolución general muestra que: a) del ingreso al 1° parcial: 40 alumnos empeoraron; 0 mejoraron y 0 se mantuvieron igual y b) del 1° parcial al 2° parcial: 38 alumnos mejoraron; 2 empeoraron y 0 se mantuvieron igual. Se afirma una gran caída entre el ingreso y el 1° parcial, seguida por una mejora en el 2° Parcial.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Conclusiones

La nota de la prueba de ingreso no predice de forma confiable el rendimiento en los parciales para la mayoría de los estudiantes, entonces no se la podría utilizar como evaluación diagnóstica, al menos para Álgebra y Geometría Analítica. En consecuencia, se propone diseñar e implementar una prueba diagnóstica para los ingresantes al comienzo del ciclo lectivo universitario que permita tomar acciones para la enseñanza y el aprendizaje de matemática en ingeniería.

De acuerdo con Benítez Pérez (Benítez Pérez et al, 2016), Gamboa (Gamboa et al, 2010) y otros autores, a mayor dominio de la competencia matemática, el éxito de ingreso y permanencia en la universidad de los estudiantes de nivel secundario, se garantizaría. Por lo tanto, contando con el diagnóstico inicial, se podrían afianzar las competencias matemáticas necesarias para contrarrestar la deserción.

Las recomendaciones resultantes de este estudio son implementar instancias de acompañamientos o reforzamiento para estudiantes detectados con bajo rendimiento, analizar factores externos (emocionales, familiares, económicos) para los casos de caída brusca en el desempeño; fortalecer los métodos y estrategias de enseñanza y fomentar la autoevaluación y metacognición especialmente tras la prueba diagnóstico, en que el estudiante se concientiza de sus insuficiencias. Se sugiere continuar gradualmente, con los ajustes necesarios, después del 1° parcial. Se infiere que el seguimiento desde el diagnóstico a lo largo del tiempo brindará información útil y precisa del desempeño estudiantil.

Referencias

Adrogué, C. y García de Fanelli, A. (2021) Brechas de equidad en el acceso a la educación superior en Argentina.*Páginas de Educación*. 14(2), 1-22.doi: https://doi.org/10.22235/pe.v14i2.2507

Benítez Pérez, A. A., Benítez Pérez., H.& García Rodriguez, M. L. (2016). La argumentación sustancial. Una experiencia con estudiantes de nivel medio superior en clases de matemáticas. *Educación Matemática*, . 28(3), 175-216.

Cai, J., & Knuth, E. (Eds.) (2011). *Early Algebrization. A global dialogue from multiple perspectives*. Berlin: Springer-Verlag.

Gamboa, G., Planas, N., & Edo, M. (2010). Argumentación matemática: prácticas escritas y argumentaciones. *Suma*, (65), 35-74

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina (Libro rojo del CONFEDI). Disponible en: https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI estándares de_segunda_generacion.pdf

Narvaez, A.M.,Tomazzeli, G. B. Angelelli, A.B.,Bernaldo de Quirós, C. (2024). *Argumentación en álgebra y geometría analítica*. En Libro de Actas EMCI 2024.(pp.346-352). San Francisco, Córdoba: EMCI.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Actividades y acciones para la lectura comprensiva de expresiones simbólicas matemáticas: el caso de estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería

Activities and actions for the comprehensive reading of mathematical symbolic expressions: the case of students entering engineering careers

Marina Morzán
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Escuela de Formación Básica, Dpto. de Matemática, Argentina.
marinamorzan@gmail.com; morzan@fceia.unr.edu.ar

Daniela Emmanuele
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Escuela de Cs. Exactas y Naturales, Dpto. de Matemática, Argentina.
emmanueledaniela@gmail.com; emman@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Este trabajo es parte de una investigación para una tesis de maestría cuyo objetivo general es identificar y describir estrategias de lectura comprensiva de expresiones simbólicas matemáticas en estudiantes ingresantes a carreras de ingeniería. Enmarcado principalmente en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa, se trata de un estudio de caso intrínseco, con un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo. En esta ocasión, comunicamos los resultados obtenidos a partir de entrevistas semiestructuradas y abiertas, administradas a tres estudiantes, para lograr uno de los objetivos específicos de la tesis: identificar las actividades y acciones que realizan las/os estudiantes para lograr esa lectura comprensiva. Entre ellas se encontraron: la traducción entre registros, la planificación del estudio, el uso de recursos institucionales y no institucionales, y distintas formas de interacción con los contenidos. Como este proyecto aún está en desarrollo, no se presentan conclusiones sino resultados parciales que permiten realizar algunas reflexiones iniciales.

Palabras clave: Expresiones simbólicas matemáticas – Estrategias de lectura comprensiva – Acciones – Actividades.

Abstract

This work is part of research for a master's thesis whose general objective is to identify and describe strategies for comprehensive reading of mathematical symbolic expressions in students entering engineering careers. Framed mainly in the Socioepistemological Theory of Educational Mathematics, it is an intrinsic case study, with a qualitative approach, of descriptive scope. On this occasion, we communicate the results obtained from semi-structured and open interviews, administered to three students, to achieve one of the specific objectives of the thesis: identifying the activities and actions performed by the students to achieve this comprehensive reading. Among them, there have been found: the translation between records, the planning of the study, the use of institutional resources and non-institutional resources and different forms of interaction with the contents. As this project is still in development, no conclusions are presented, but rather partial results that allow for some initial reflections.

Keywords: Symbolic mathematical expressions - Comprehensive reading strategies - Actions – Activities

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

Ya hemos presentado el plan de investigación a seguir en la anterior edición del EMCI 2024, donde nos explayamos respecto al Plan de Tesis de Maestría en Docencia Universitaria de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de la primera autora. Ahora, que ya hemos avanzado según el proyecto delineado, comunicamos los resultados de las entrevistas realizadas. Recordemos que dicho trabajo se centra en las/os estudiantes ingresantes a las carreras de ingeniería de la Fac. de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), y pretende identificar y describir las estrategias de lectura comprensiva de expresiones simbólicas matemáticas (ESM), entendiendo por ellas a toda expresión escrita compuesta mayoritariamente por símbolos (Pimm, 1990; Alcalá, 2017). En este trabajo, articulando perspectivas tomadas de Díaz Barriga (2005) y Reyes Gasperini (2016), entendemos por **estrategias de lectura comprensiva,** al conjunto de decisiones que un/a estudiante toma al momento de leer un texto matemático con la finalidad de aprender significativamente (Moreira, 2000) para así solucionar problemas. Dichas decisiones involucran, **actividades** intencionadas (relacionadas con decisiones planificadas y estructuradas, propuestas y realizadas por la/el estudiante misma/o, con el propósito de aprender significativamente para comprender un contenido matemático específico); y **acciones** intuitivas (relacionadas con decisiones naturales y espontáneas, que emplea la/el estudiante para comprender un contenido matemático). Por último, entendemos por **tareas** a los instrumentos ofrecidos por la/el docente y puestos a disposición en la clase para ayudar a estructurar las experiencias de aprendizaje (Anijovich y Mora, 2010).

Dado que se busca caracterizar dichas estrategias, se trata de un estudio cualitativo, exploratorio, no experimental, transversal, con un alcance descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2006), adoptando un diseño de estudio de caso intrínseco (Stake, 2013). La población bajo estudio está conformada por las/os estudiantes ingresantes del año 2024, a carreras de Ingeniería -Eléctrica, Electrónica, Civil, Mecánica, Industrial- de la FCEIA de la UNR, cursantes de Cálculo I, correspondiente al primer cuatrimestre del primer año. La elección de la asignatura Cálculo I (particularmente, de la unidad Cálculo Diferencial) se justifica en base a su complejidad simbólica, su relevancia para la formación de las/os futuras/os ingenieras/os, la riqueza de símbolos involucrados y su capacidad para contextualizar el aprendizaje en el campo de la ingeniería. En esta ocasión, comunicamos los resultados obtenidos a partir de entrevistas semiestructuradas y abiertas, administradas a tres estudiantes, para lograr uno de los objetivos específicos de la tesis, consistente en identificar las actividades y acciones que realizan las/os estudiantes para lograr una lectura comprensiva.

Desarrollo

Dado el propósito de la tesis -como ya se estableció en la Introducción-, se han propuesto dos objetivos específicos: uno es el relativo a la identificación de las actividades y acciones (mediante la administración de las entrevistas recién mencionadas) -comunicado en esta ocasión-, y el otro se refiere al reconocimiento (mediante la observación de clases) de las tareas que resultan de mayor opacidad para las/os estudiantes en la lectura comprensiva de ESM. La Opacidad, en el discurso matemático escolar surge al no tener en cuenta aquella matemática puesta en juego en otros dominios donde la matemática en sí misma, no es un objeto de estudio, sino que se la utiliza para ciertas explicaciones de su quehacer (en el caso que nos interesa, el quehacer ingenieril) (Gómez Osalde, Silva-Crocci, Cordero Osorio y Soto Soto, 2014).

Teniendo en cuenta que se trata del estudio del caso de estudiantes ingresantes a las carreras de ingeniería de la FCEIA, dejamos establecido el criterio de selección de las unidades que componen dicho caso. La elección de estas unidades se fundamenta en la intención de explorar la diversidad de estrategias que las/os estudiantes ponen en juego al leer y comprender ESM, considerando su participación durante el cursado y su desempeño en la primera instancia de evaluación. Comentamos a continuación, las características -de acuerdo con nuestro criterio- de cada uno de las/os estudiantes seleccionadas/os:

Estudiante A1: Se caracteriza por una participación activa en clases, asistencia regular, interacción frecuente con docentes y compañeras/os, y un desempeño destacado en el primer parcial. Su perfil permite indagar las estrategias de lectura simbólica asociadas a un rendimiento académico alto y a una participación sostenida. Estudiante A2: Se trata de un caso con baja participación en clases, sin asistencia a instancias de consulta ni interacción con docentes o pares, aunque con asistencia regular. Logró aprobar el primer

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

parcial, por lo que, analizar sus estrategias permite explorar formas autónomas de lectura y comprensión simbólica que no se apoyan en la interacción institucional. Estudiante A3: Se caracterizó por mostrar una participación activa en clases, con interacción con docentes y compañeras/os, y asistencia constante. No obstante, su desempeño en el primer parcial fue apenas suficiente para aprobar. Este caso resulta relevante para examinar posibles desajustes entre la participación en clase y la comprensión efectiva de las ESM en instancias evaluativas.

Estas tres unidades componentes de nuestro caso, permiten construir una mirada comparativa sobre las relaciones entre participación, estrategias de lectura comprensiva de ESM y desempeño académico en el contexto del aprendizaje del Cálculo I. Las entrevistas realizadas a cada una de las unidades del caso se llevaron a cabo siguiendo una guía de preguntas previamente elaboradas, pero permitiendo adaptarse a las respuestas de cada estudiante, profundizando en aquellos aspectos que resultaban relevantes durante la conversación. A su vez, las preguntas fueron abiertas, lo que permitió que las/os estudiantes se expresaran con libertad, relatando sus experiencias, hábitos y formas de estudio con sus propias palabras. Las entrevistas contaron con dos instancias: en la primera, una serie de preguntas abiertas; y en la segunda, una serie de ejercicios y problemas para resolver. Durante todo el proceso, se promovió un ambiente de confianza, evitando juzgar las respuestas, y procurando intervenir únicamente con preguntas orientadoras que permitieran ampliar o profundizar las explicaciones dadas.

Narrativa de la entrevista a A1: Una de las actividades más recurrentes en el relato de A1, fue la resolución de ejercicios y problemas, tanto en clases como en espacios individuales de estudio. Esta se acompañó de otra actividad frecuente, la lectura inicial del tema, a modo de repaso general, para luego abocarse a la práctica de un tema en particular. En este proceso, A1 combinó recursos provistos institucionalmente -como libros, presentaciones, videos del campus- con el uso intensivo de herramientas de inteligencia artificial, para aclarar dudas si las tenía. Si bien A1 no participó en espacios formales de consulta, reconoció que aprovechaba al máximo las clases para poder hacer allí todas las consultas que le surgían, valorando especialmente, que las/os docentes informaran previamente qué ejercicios se trabajarían en clase, lo que le permitía anticipar y organizar su estudio. Contó que no estudiaba regularmente, sino que lo hacía una o dos semanas antes de la fecha de la evaluación, y que estudiaba a solas en su casa. A1 contó que, ante ejercicios complejos, los marcaba con un signo de preguntas para retomarlos en clase y pedía solo indicaciones parciales al docente, evitando resoluciones completas para poder elaborar el procedimiento por sí mismo. En las clases teóricas y prácticas, A1 destacó que tomaba nota de lo que el/la profesor/a explicaba oralmente y copiaba lo escrito en el pizarrón. Además, copiaba las resoluciones hechas en el pizarrón por el/la docente o las fotografiaba para luego compararlas con las propias y chequear la forma organizativa que usaban, para saber cómo les gustaba que se resolvieran. Expresó también que, al comenzar el cursado de la materia, frente a las ESM solía escribir su interpretación coloquial junto al símbolo, hasta que gradualmente dejó de hacerlo, al haberse apropiado del significado. Manifestó, además, que le gustaba cuando un/a compañero/a le pedía que le explique algún contenido o algún ejercicio, ya que dicha acción “lo obliga a entender bien”.

Durante la segunda parte de la entrevista, frente al conjunto de problemas, A1 leyó rápidamente todos los ejercicios para decidir por cuál comenzar. Siempre comenzaba por leer la consigna en voz alta; mientras lo hacía, explicaba con sus propias palabras qué entendía de lo que había que hacer. A1 fue capaz de reconocer qué ejercicios le resultaban más complejos y por qué: registró mayor dificultad en aquellos que implicaban razonamientos generales o demostraciones, y manifestó su tendencia a buscar ejemplos concretos para comprender mejor. También identificó las derivadas como un contenido particularmente relevante y valorado, debido a su aplicabilidad en asignaturas posteriores.

Narrativa de la entrevista a A2: Entre las actividades que el estudiante mostró, se encuentra, en primer lugar, la constante organización de su carpeta de manera prolija, escribiendo nuevamente los apuntes en su casa, especialmente cuando en clases había tomado notas “en cualquier lado”. Asimismo, indicó que, al prepararse para exámenes, priorizaba la lectura comprensiva de definiciones y teoremas, y posteriormente abordaba los ejercicios. En este punto, manifestó una selección intencional de qué ejercicios volver a resolver: repetía aquellos que consideraba más complejos, mientras que evitaba rehacer los más sencillos, apelando a su recuerdo y a la economía cognitiva. También incorporó la resolución de exámenes de años anteriores como parte de su estudio. En relación con las clases, señaló que cuando consideraba que la/el docente decía algo importante, lo registraba al margen; y que tomaba nota de las aclaraciones verbales que no se escribían en el pizarrón o cuando la/el docente aclaraba que un contenido no estaba en los apuntes o

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

lo consideraba importante. Además, consultaba videos específicos, tanto de la cátedra como de otros canales, para reforzar su comprensión, aunque indicaba que prefería mirar poniendo atención en el tema sin tomar apuntes. En ocasiones, comparaba sus propias resoluciones con las subidas al campus, y revisaba la forma de razonar los ejercicios antes de intentar una nueva resolución, sin limitarse a copiar. Una acción detectada fue que solía leer rápidamente un enunciado de un ejercicio y luego hacer una segunda lectura más lenta y detenida. En relación con las ESM, refirió que inicialmente no estaba familiarizado con ellas y que traducía cada símbolo al lenguaje coloquial hasta lograr internalizarlo. También relató que reescribía los conceptos en un lenguaje más sencillo, en busca de una comprensión accesible. Durante las clases prácticas, el estudiante describió que prefería resolver primero los ejercicios por sí mismo, y si surgían dudas, las consultaba con el/la profesor/a. En este contexto, no copiaba directamente del pizarrón, sino que corregía sobre su propia resolución. Del mismo modo, si observaba una resolución distinta a la suya, no se limitaba a copiarla, sino que, analizaba el razonamiento. A lo largo del relato, se evidenció una preferencia por el trabajo individual.

Durante la segunda parte de la entrevista, comenzó cada actividad leyendo y releyendo detenidamente el enunciado. En ningún caso procedió de forma automática, recurrió frecuentemente a la escritura como herramienta para pensar. Mostraba disposición para revisar sus pasos, si es que algo no le resultaba coherente. Ante intervenciones o preguntas de la entrevistadora, no se limitaba solamente a responder, sino que reflexionaba sobre lo que hacía, identificaba errores o corregía su razonamiento si era necesario. En situaciones de incertidumbre, escribió expresiones relacionadas con la teoría como forma de orientarse, lo que indicaba que recurría a lo simbólico no solo para resolver, sino también para pensar y explorar caminos posibles.

Narrativa de la entrevista a A3: A3 puso en evidencia un modo de trabajo constante y metódico, tanto en las clases como en los espacios personales de estudio. Una de las actividades más reiteradas fue la resolución de ejercicios de la práctica sugerida, intercalando el estudio individual con el estudio en grupos, en sus casas. También manifestó que seguía el orden de los temas propuesto por el/la profesor/a. Entre las actividades de estudio, destacó que intentaba resolver los ejercicios sin leer antes la teoría, y solo recurría a los apuntes teóricos si lo necesitaba, para luego volver al ejercicio. Otra actividad muy presente en su relato es la de escribir repetidamente lo que necesitaba recordar, rehaciendo ejercicios o escribiendo conceptos, ya que mencionó que necesitaba escribir para aprender. Frente a los parciales, dijo que no elaboraba resúmenes, pero sí repasaba escribiendo todo nuevamente. A3 también señaló que aprovechaba los videos grabados de la cátedra y que seguía algunos canales de YouTube. Aclaró que primero intentaba resolver por su cuenta y solo miraba la resolución si no podía avanzar. A3 expresó que, en clases, copiaba todo lo que el/la profesor/a escribía en el pizarrón y reescribía las presentaciones utilizadas a su carpeta, organizando la misma con prolijidad. Si el/la docente hacía comentarios importantes sin escribirlos, solía tomar nota adicional si lo consideraba relevante. Además, comentó que, en una primera etapa, frente a las ESM, recurría a la traducción de los símbolos al lenguaje coloquial, práctica que fue dejando a medida que avanzó en la apropiación de su significado. También contó que, si le surgían dudas mientras estudiaba, marcaba los ejercicios para consultar en clase, pero no asistía a los espacios de consulta.

En la segunda parte de la entrevista, fue posible observar, en primer lugar, que leía con detenimiento los enunciados, en voz alta o en silencio, y elegía comenzar por el ejercicio que le resultaba más accesible. Frente a un ejercicio, no dibujaba si no era necesario, pero cuando se enfrentó a un problema contextualizado, recolectó los datos, les asignó nombres y realizó un gráfico para organizar la información. La mayoría de las veces escribía la fórmula general antes de reemplazar los datos y, cuando cometía errores, borraba prolijamente y corregía. Cuando no recordaba un procedimiento, trataba de deducirlo a partir de lo que sabía, o pedía una pista para poder continuar. También utilizó notación simbólica cuando le resultaba más ágil, y expresó que muchas veces escribía en símbolos para anotar más rápido cuando la/el docente dictaba algo.

Resultados

De las entrevistas realizadas a los estudiantes A1, A2 y A3 se pueden observar un conjunto amplio y diverso de actividades y acciones puestas en juego por ellos para lograr una lectura comprensiva de ESM en el contexto de la asignatura Cálculo I, tal como se detalla en el cuadro siguiente:

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Estud.	Actividades	Acciones
A1	- Resolución sistemática de ejercicios y problemas. - Revisión teórica previa al abordaje práctico. - Estudio intensivo previo a parciales - Uso combinado de materiales institucionales e IA. - Organización del estudio en función de lo que anticipaban los docentes. - En general estudiaba solo en su casa.	- Traducción de ESM al lenguaje coloquial en las primeras etapas. - Marcar con signos de interrogación los ejercicios dudosos. - Solicitar “pistas” a docentes en lugar de soluciones completas. - Participación activa en clases a través de preguntas y explicaciones a compañeros. -Toma de notas de todo lo que el docente decía y escribía en el pizarrón. - Parafrasear consignas en voz alta antes de operar. Comparación de sus resoluciones con las hechas por el docente.
A2	- Reescritura prolija de apuntes. - Lectura de definiciones y teoremas antes de los ejercicios. - Resolución de parciales anteriores. -Comparación de sus resoluciones con las ofrecidas por los decentes. - Selección intencional de ejercicios a repetir (los más complejos) - Uso de videos institucionales y muchos externos, como apoyo.	- Traducción de símbolos a frases sencillas en lenguaje coloquial. - Reescritura de conceptos con sus propias palabras. -Trabajo individual tanto en clases como fuera de ella. - Lectura doble de consignas (rápida primero, detallada después) - Corrección de su propia resolución en lugar de copiar del pizarrón. - Reflexión y autocorrección de errores durante la práctica. -Recurrir a la escritura como herramienta para pensar.
A3	- Estudio individual complementado con instancias grupales, sobre todo fuera de clases. -Resolver ejercicios sin leer previamente la teoría. -Resolución repetida de los mismos ejercicios. - Repaso escribiendo y reescribiendo conceptos. - Copia completa de lo escrito en el pizarrón. - Uso de videos institucionales y externos. -Reescribir en su carpeta las presentaciones de ppt que usaba el/la docente.	- Marcar con signos de interrogación los ejercicios dudosos -Uso de gráficos para organizar la información de un problema no de un ejercicio. - Uso de notación simbólica para que resulte más ágil la escritura. - Participación activa en clases y trabajo colaborativo. - Corrección prolija de errores - Lectura en voz alta y elección de ejercicios más accesibles primero - Traducción de ESM al lenguaje coloquial en las primeras etapas. -Solicitud de pistas parciales para continuar en resoluciones difíciles

Conclusiones

Es importante mencionar que, al tratarse de un estudio de caso intrínseco con tres participantes, los resultados no son generalizables. Se busca la particularización más que la generalización y su interés está en comprender el caso en sí mismo. Sin embargo, permite describir en profundidad un fenómeno educativo y generar hipótesis para investigaciones futuras (Stake, 2013).

Dado que este trabajo constituye un avance de una tesis de maestría en desarrollo, lo que aquí se presenta no son conclusiones, sino reflexiones derivadas de los resultados parciales obtenidos, a saber:

Cada estudiante aportó aspectos diferenciales que enriquecieron esta reflexión: A1 mostró una fuerte autonomía y reflexividad al estudiar, A2 se apoyó más en la interacción con pares y en la revisión constante de sus errores, mientras que A3 se centró en organizar su estudio a partir del material de clases y en buscar explicaciones visuales. Estas diferencias aportaron matices significativos para comprender la diversidad de estrategias implicadas en la lectura comprensiva de ESM.

Las actividades comunes a los tres estudiantes entrevistados fueron: resolver problemas, realizar ejercicios, consultar videos de la cátedra ante dificultades, seguir la planificación de ejercicios propuesta por la/el docente, y leer los enunciados en dos momentos (primero, de forma general y luego, en detalle). En cuanto a las acciones coincidentes, resultaron: formular preguntas al/a la profesor/a para clarificar dudas y traducir ESM al lenguaje natural. Este último aspecto invita a reflexionar sobre nuestra práctica docente. Si las/os propias/os estudiantes recurren espontáneamente a la traducción de ESM al lenguaje coloquial para

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

comprender mejor el contenido, ¿por qué no acompañar desde la enseñanza, los procesos de lectura comprensiva de ESM en la formación inicial de estudiantes de ingeniería? Una posible línea de trabajo didáctico sería incorporar sistemáticamente, al presentar nuevos símbolos o expresiones, su correspondiente enunciado en lenguaje natural. Esta práctica -no tan frecuente en la docencia universitaria- podría potenciar la comprensión simbólica y reforzar las acciones que las/os estudiantes ya desarrollan de manera intuitiva.

En línea con lo señalado por Mendoza-Higuera, Cordero, Solís y Gómez (2018) coincidimos en que existe una tensión entre la matemática escolar y la funcionalidad matemática que emerge en las comunidades de ingenieros, tal como se evidenció a partir de los resultados obtenidos mediante las entrevistas. Para disminuir esa tensión, la TSME propone una resignificación del conocimiento matemático desde su uso en contextos reales, como el diseño, la simulación o la optimización. Esta propuesta invita a repensar la enseñanza del cálculo desde una perspectiva más situada, donde las expresiones simbólicas no sean solo objetos de estudio, sino herramientas funcionales que dialoguen con el cotidiano profesional del futuro ingeniero.

Al tiempo que avanzamos en el análisis de los resultados aquí presentados, nos encontramos también trabajando en el estudio de las tareas que generan mayor opacidad en la lectura comprensiva de ESM, correspondientes al segundo objetivo específico de la tesis. Dichas tareas surgirán del análisis de las clases ya observadas durante un período relativamente prolongado, donde se desarrolló la unidad Cálculo Diferencial. En Morzán y Emmanuele (2024) se mostró una instancia obtenida en la prueba de validación para el instrumento observaciones de clases. El análisis de las mismas se halla en proceso y, por lo tanto, no se incluye en esta comunicación. Nuestra intención es continuar con esta línea de investigación y presentar en el próximo EMCI los avances vinculados a estas tareas. Asimismo, se prevé analizar materiales escritos por los estudiantes entrevistados (apuntes de clases, parciales, trabajos prácticos, autoevaluaciones, entre otros) con el propósito de seguir identificando y profundizando en las acciones y actividades efectivamente realizadas. Posteriormente, se llevará a cabo una triangulación de datos que permita comparar lo que el estudiante declara hacer (entrevistas), lo que la investigadora interpreta que hace (observaciones) y lo que efectivamente realiza (registros escritos). Este procedimiento permitirá caracterizar y describir con mayor precisión las estrategias de lectura comprensiva de ESM, contribuyendo así al cumplimiento del objetivo general de la investigación.

Referencias

Alcalá, M. (2017). *La construcción del lenguaje matemático*. 4ª reimpresión. Graó.

Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de Enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Aique Grupo Editor.

Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2da. edición. McGraw-Hill Interamericana Editores.

Gómez Osalde, K., Silva-Crocci, H., Cordero Osorio, F. y Soto Soto, D. (2014). Exclusión, Opacidad y Adherencia. Tres fenómenos del discurso matemático escolar. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 27, pp. 1457-1464.

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*, cuarta edición. McGraw-Hill/Interamericana.

Mendoza-Higuera, E. J., Cordero, F., Solís, M. y Gómez, K. (2018). El uso del conocimiento matemático en las comunidades de ingenieros: del objeto a la funcionalidad matemática. *Bolema. 32*(62), 1219–1243.

Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Aprendizaje Visor.

Morzan, M., y Emmanuele, D. (2024). Informe de avance sobre las estrategias de lectura comprensiva de expresiones simbólicas matemáticas. En Raspo, M. y Cornalis, J. (comp.) *Actas del XXIV Encuentro Nacional y XVI Encuentro internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería* (pp. 360–367), 1a ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado de https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1759/1608

Pimm, D. (1990). *El lenguaje matemático en el aula*. Ediciones Morata.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Reyes Gasperini, D. (2016). *Empoderamiento docente y Socioepistemología. Un estudio sobre la transformación educativa en Matemáticas*. Gedisa.

Stake, R.E, (2013). Estudios de casos cualitativos. En N. Denzin y Y. Lincoln. (Ed.), *Manual de Investigación cualitativa* (Vol. III, pp.154-189). Gedisa.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Competencias digitales desde el espacio curricular de matemática en ingresantes universitarios. Reflexiones educativas.

Digital competencies from the mathematics curriculum for new university students. Educational reflections.

Stella Vaira
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB – UNL), Argentina.
Universidad Autónoma de Entre Ríos, Facultad de Ciencia y Tecnología (FCyT – UADER), Argentina.
stella.vaira@gmail.com; vaira.stella@uader.edu.ar

Liliana Taborda
Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ingeniería (FIUNER), Argentina.
Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB – UNL), Argentina.
liliana.taborda@uner.edu.ar.

Resumen

La educación superior está en continuo cambio, en parte se debe a las demandas de la sociedad al solicitar profesionales con competencias que van más allá de las que reconoce el currículum oficial: espíritu proactivo, habilidad para trabajar en equipo, comunicación eficaz, uso inteligente de las tecnologías. En el marco del proyecto de investigación CAI+D 2024, “Revisión y Adaptación de metodologías de enseñanza en Matemática y en Estadística para el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios”, el objetivo es proponer actividades en el aula universitaria, que permitan conectar la tecnología, la matemática y la enseñanza en contexto de las ciencias, con el fin de que se pueda analizar las competencias digitales a través del seguimiento de los estudiantes en el análisis de sus resoluciones. La experiencia presentada pone de relieve que la incorporación de recursos digitales en la enseñanza de la matemática no es un complemento accesorio sino una estrategia clave para fortalecer las competencias digitales en estudiantes universitarios.

Palabras clave: educación matemática, competencias digitales, metodologías de enseñanza, biongeniería, biotecnología

Abstract

Higher education is constantly changing, partly due to the demands of society for professionals with skills that go beyond those recognized in the official curriculum: a proactive spirit, teamwork skills, effective communication, and intelligent use of technology. Within the framework of the CAI+D 2024 research project, "Review and Adaptation of Teaching Methodologies in Mathematics and Statistics for the Development of Skills in University Students," the objective is to propose activities in the university classroom that connect technology, mathematics, and teaching in the context of science. This allows for the analysis of digital skills by monitoring students' assessments of their solutions. The experience presented highlights that the incorporation of digital resources in mathematics teaching is not an additional complement but a key strategy for strengthening digital skills in university students

Keywords: mathematics education, digital competencies, teaching methodologies, bioengineering, biotechnology

Introducción

La matemática es considerada la base de muchos procesos complejos del conocimiento y su aprendizaje requiere el desarrollo de habilidades como el pensamiento analítico, reflexivo y crítico, es decir, implica la capacidad de razonar, formular y resolver problemas. De ahí la importancia de que los estudiantes

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

adquieran, a lo largo de su trayectoria universitaria, competencias matemáticas básicas y logren consolidar contenidos matemáticos más complejos. En esta tarea, la labor del docente resulta fundamental, ya que debe recurrir a estrategias metodológicas que le permitan atender las posibles dificultades y facilitar el aprendizaje, promoviendo el desarrollo de dichas competencias.

Una vez finalizado el proceso de enseñanza, se espera, casi de manera inmediata al concluir el cursado, que el estudiante haya desarrollado su capacidad argumentativa, utilice adecuadamente el lenguaje matemático, y haya incrementado sus habilidades para emplear diferentes representaciones de un objeto matemático. Así mismo, se espera que pueda apoyarse en material manipulativo y recursos tecnológicos, cuando corresponda, y que sea capaz de aplicar estos saberes en forma inmediata, o a más tardar en el cuatrimestre siguiente en otras áreas del conocimiento como física, química y biología. Todo esto procuramos visualizarlo en nuestras clases, exámenes parciales, exámenes finales y también lo comunicamos explícitamente a los estudiantes (Artigue, 2009).

Según el recorrido, que hemos transitado como docentes, nos enfrentamos a un conflicto de orden metodológico. Hace unos 15 ó 20 años, los estudiantes que ingresaban a la Universidad provenían de un trayecto formativo de 14 años, que guardaban cierta continuidad con las carreras universitarias que elegían. Sin embargo, en los últimos años, se proponen metodologías de enseñanza y contenidos disciplinares, que presentan una brecha mayor a la preparación previa que traen los estudiantes. En palabras en nuestro equipo de investigación: *“la vara actual está muy alta”*.

Enseñar matemática implica también ser consciente de diversas dificultades, la abstracción propia de la disciplina, los saberes previos limitados, el escaso uso de la tecnología, o incluso el desconocimiento por parte del estudiante respecto de cómo, cuándo y hasta qué punto puede hacer uso de los recursos disponibles: videos, software, material de estudio, ejercicios resueltos, actividades complementarias.

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación CAI+D 2024, cuyo título es “Revisión y Adaptación de metodologías de enseñanza en Matemática y en Estadística para el desarrollo de competencias en estudiantes universitarios”. Entendemos que la educación superior se encuentra en un proceso de cambio continuo, impulsado en parte por las demandas de la sociedad, que requiere profesionales con competencias que trasciende el currículum formal: proactividad, habilidad para el trabajo en equipo, comunicación eficaz, uso inteligente de tecnologías, entre otras. En este contexto, se vuelve indispensable reflexionar sobre la inclusión de estrategias educativas que fomenten estas competencias y actúen como agentes transformadores en la formación académica y profesional de los estudiantes universitarios (Houston, 1985).

Competencias digitales.

Los recursos tecnológicos pueden facilitar, activar y desarrollar los procesos de adquisición de competencias digitales, estas competencias, pueden ser desarrolladas eficazmente con la utilización mediante el uso de softwares matemáticos como GeoGebra. Su aplicación en problemas en contexto resulta particularmente valiosa, ya que permite interpretar y resolver situaciones en el entorno analizado (Miranda y Mamede, 2022).

Los recursos tecnológicos pueden facilitar, activar y potenciar el desarrollo de competencias digitales. Estas habilidades pueden desarrollarse eficazmente con la aplicación de softwares matemáticos como GeoGebra, como han determinado investigaciones (Aldazabal Melgar et al., 2021).

La clase de matemática se transforma en un espacio de construcción de realidades a partir de situaciones desafiantes que demandan pensamiento reflexivo. El abordaje de problemas comienza con el reconocimiento de los elementos involucrados y continúa con la interacción dialógica entre docente y estudiantes en torno al análisis tanto matemático y como contextual del problema. Este proceso se ve fortalecido por la integración progresiva de habilidades a través de ejemplos y aplicaciones (Nur et al., 2022). Como sostiene Lion, Schpetter y Weber (2021), “los y las estudiantes tienden a valorar aquellas experiencias basadas en la confianza, en la multiplicidad de formatos, en la diversidad de propuestas, contextualizadas y ligadas al desempeño profesional” (p. 47).

En esta etapa inicial, el objetivo de este trabajo, diseñar y modificar actividades en el aula universitaria de estudiantes de primer año, durante primer cuatrimestre, curso básico de Álgebra Básica e Introducción al Cálculo, de carreras con fuerte perfil tecnológico como Bioingeniería (FIUNER), Biotecnología y Saneamiento Ambiental (FBCB-UNL). Estas actividades buscan conectar tecnología, matemática y enseñanza en contexto propios de las ciencias, con el fin de analizar las competencias digitales a partir del seguimiento de las resoluciones de los estudiantes.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Fundamentación.

No ha sido azarosa la elección del tema, los procesos de acreditación de las instituciones de educación superior juegan un papel fundamental como garantía de formación, ya que se basan en principios de calidad, pretendiendo una evaluación y mejora continua de la enseñanza y el aprendizaje. La acreditación implica una legitimación curricular que responde a estándares determinados por organismos como el Ministerio de Educación y CONEAU.

Por otra parte, es preciso considerar que en la formación de profesionales de ingeniería y carreras afines ha primado la enseñanza de la matemática como ciencia básica, debido a la relación estrecha que siempre ha existido entre estos campos de conocimiento. La matemática ha sido y es parte integral de estas carreras universitarias y otras, ya que soportan los análisis cuantitativos de los sistemas aplicados, de hecho, hacen parte del fundamento para analizar y resolver problemas. La acreditación promueve como una de las competencias centrales la capacidad de identificar, formular y resolver problemas complejos mediante el uso articulado de principios de ingeniería, ciencia y matemática (Giordano Lerena y Páez Pino, 2021).

En el documento “Reflexiones sobre las nuevas demandas para las ingenierías Latinoamericanas”, se formulan preguntas claves: *¿Cómo aprovechar la tecnología en la Educación Superior? ¿Cómo impactarán la sociedad digital, la innovación disruptiva y las nuevas tecnologías a la Universidad?* Estas preguntas invitan a transformar los desafíos actuales en oportunidades para una Universidad Latinoamericana integrada a una sociedad digital.

En este sentido, explorar el uso de tecnologías digitales con estudiantes ingresantes, que son usuarios activos de streaming, redes sociales y plataformas digitales, permiten resignificar esas herramientas, más allá del entretenimiento y orientarlas hacia su formación profesional es fundamental, para correrno s del mero entretenimiento y pasar a un salto reflexivo del uso, pero para la vida profesional (Maggio, 2023). Como reflexiona Carlos Mena: “*debemos prestar mucha atención al desarrollo de las competencias en los estudiantes, en particular en lo que hace al aprendizaje continuo y autónomo, considerando la caducidad cada vez mayor de algunos saberes. Es necesario formar graduados con competencias técnicas, profesionales y culturales para enfrentar los desafíos de la sociedad, contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible y acceder al trabajo digno. Se conforma un plexo de competencias que debe desarrollar un graduado de la tercera década del siglo XXI, entre las que se destacan el trabajo en equipo de forma interdisciplinaria para todas las profesiones, la comunicación con efectividad y la generación de entornos relacionales, la ética, responsabilidad y compromiso social y el obrar con espíritu emprendedor. Las competencias digitales serán transversales para todas las profesiones”.*

Desarrollo de la propuesta.

1. Diseño del trabajo en el aula universitaria.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó un diseño de investigación-acción. Desde este enfoque se investiga al mismo tiempo que se interviene en un cierto contexto. A través de diferentes etapas en forma de espiral y distintas fases en cada etapa, se diseñan, implementan y evalúan propuestas de intervención mientras se van cumpliendo los objetivos de investigación (Hernández et al., 2010).

Se proponen actividades y se busca la resolución de ellas no sólo con la limitación en la obtención del resultado final óptimo (conocimiento matemático adquirido), sino que el empleo de la tecnología sea una herramienta digital (competencia digital) y sea parte del proceso formativo, complementando el uso tradicional del lápiz y papel.

Diseñar para fortalecer la capacidad de expresar ideas y resoluciones de problemas en contexto utilizando GeoGebra, así como reflexionar, modificar y mejorar la propuesta del problema. La resolución de problemas en contexto que permitan identificar la necesidad de las herramientas digitales, seleccionar el uso en el momento apropiado para resolver tanto problemas técnicos y como conceptuales. Generando en los estudiantes que analicen la información con ojo crítico, que puedan evaluar diferentes perspectivas y tomar decisiones fundamentadas utilizando herramientas digitales, con autonomía.

Las etapas de la propuesta en las que hemos avanzado, con respecto a los problemas matemáticos:

1. Comprensión del problema. Identificar el tipo de problema, ¿qué se busca resolver?, reconocer los datos: variables, parámetros ¿qué información proporciona en el problema? (pensamos modelos de

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

funciones donde se da la expresión algebraica de una función f o de f´), y según el tipo de problema analizar las condiciones: ¿cómo se relacionan los datos y la incógnita? ¿son suficientes, redundantes o contradictorias? (sistemas de ecuaciones lineales).

2. Reformular el problema. Expresar el problema con otras palabras o en un lenguaje más simple. Diseño de estrategias: conectar con problemas similares: ¿hay problemas previos que se parezcan a este? ¿qué estrategias se utilizaron para resolverlos?
3. Utilizar representaciones visuales: Dibujar diagramas o esquemas para visualizar la situación. Experimentar con casos particulares: Explorar casos sencillos para entender mejor el problema. Considerar diferentes enfoques: ¿existen múltiples maneras de abordar el problema?
4. Ejecución y verificación: Aplicar la estrategia elegida: Llevar a cabo los pasos necesarios para resolver el problema, ¿Tiene sentido la respuesta obtenida? ¿Se ajusta a las condiciones del problema?
5. Reflexionar sobre el proceso: ¿qué se aprendió durante la resolución? ¿Cómo se puede aplicar esta experiencia a otros problemas?
6. Retroalimentar y reflexionar sobre la propuesta. Elaborar un instrumento, tipo rúbrica que permita evaluar las competencias digitales de los estudiantes.

2. Problemas en contexto.

Presentamos tres problemas como modelos de las actividades que se preparan para los estudiantes y luego de terminar los contenidos que los involucra se hace una puesta en común, pero son los estudiantes quienes presentan su resolución, es el momento en que el estudiante es protagonista y desarrolla sus ideas. Finalizado esta etapa nos quedamos con algunas resoluciones escritas. El contexto del desarrollo de las actividades es: estudiantes de primer año y primer cuatrimestre de las carreras mencionadas de Bioingeniería, Biotecnología y Saneamiento Ambiental- Contenidos mínimos: Matrices, determinantes, sistemas de ecuaciones lineales, funciones escalares de una variable real, vectores e introducción al álgebra lineal.

Problema 1. Sistemas de ecuaciones lineales. Se pide en el marco del problema que distingan las variables involucradas, que planteen el sistema de ecuaciones lineales con la información brindada, que anticipen si hay o no suficiente información para resolverlo, que analicen la respuesta tanto en el contexto algebraico como en el contexto del problema, que puedan (si es posible) dar algunas soluciones) y que reformulen el problema para que el mismo tenga una única solución.

Un nutricionista quiere combinar tres alimentos de manera que la mezcla obtenida contenga 900 unidades de vitaminas, 800 unidades de minerales. En la tabla aparecen las unidades de vitaminas y minerales, contenidas en cada gramo de los tres alimentos.

	Vitaminas	Minerales
1 gr. alimento A	5 unidades	30 unidades
1 gr. alimento B	20 unidades	10 unidades
1 gr. alimento C	15 unidades	20 unidades

a) Plantee un sistema de ecuaciones lineales para poder determinar, si es posible, la cantidad de gramos de cada alimento que se deben emplear para obtener la mezcla requerida.
b) ¿Es posible determinar una única solución para el problema planteado? Si no es así explique por qué.
c) Determine el conjunto solución del sistema algebraico y determine condiciones para las soluciones del problema en su contexto.

Problema 2. Funciones escalares de una variable real. Identificar la función, dominio de la misma, dominio en el contexto del problema. Parámetros y variables, datos disponibles para hallar los valores desconocidos de los parámetros. Unidades, si se especifican en el enunciado del problema. Representaciones gráficas, concepto de derivada.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

. Consideremos la cantidad total $M = M(t)$ de medicamento en el organismo, que va a ir cambiando con el tiempo. Nunca podremos conocerla directamente, pero sí podremos conocer la concentración plasmática $C(t) = M(t)/V$, sin más que extraer una muestra de sangre, donde M está en mg y el **volumen** V de **distribución** del medicamento en l que es un valor constante y no depende del tiempo, entonces C se mide en mg/l. El modelo para la concentración C está dado por: $C(t) = C_0e^{-kt}$. Se administran 100 mg de un antibiótico. A las 6 horas la concentración plasmática es de 10 mg/l. Seis horas después vuelve a extraerse sangre y la concentración ha bajado a 4 mg/l. Calcular la concentración inicial, el **volumen de distribución** (V) y la semi-vida o vida media (tiempo que se demora hasta obtener la mitad de la cantidad inicial).

A un paciente se le inyecta 50 mL de una solución de medicamento al 20 % (mg/100mL).

a) ¿Cuál es la cantidad inicial de medicamento?
b) Si la cantidad de medicamento disminuye a un cuarto de la cantidad inicial en 2 horas ¿cuál es la función que describe el comportamiento del medicamento en el torrente sanguíneo?
c) ¿A qué porcentaje decrece por cada hora la cantidad de medicamento?
d) ¿Cuál es la velocidad instantánea después de 5 horas?

Problema 3. Funciones escalares de una variable real. Identificar la función, dominio de la misma, dominio en el contexto del problema. Parámetros y variables, datos disponibles para hallar los valores desconocidos de los parámetros. Unidades, si se especifican en el enunciado del problema. Representaciones gráficas, concepto de derivada. Concepto de límite de una función y el de asíntota horizontal. Resolución de una ecuación del tipo $P(t) = P_0$ analítica y gráficamente.

La población de cierta especie que vive en un hábitat protegido sigue la siguiente función:

$$P(t) = A + 2\frac{t+1}{t^2+24}, t \geq 0$$

donde $P(t)$ es el número de individuos de la población (medido en miles) y t es el tiempo (medido en años). Se pide:

a) Calcular el valor de A sabiendo que inicialmente hay 3000 individuos.
b) ¿A qué tiende la población en el futuro? ¿En algún momento la población desciende por debajo de la población inicial?
c) Interpretar en el contexto del problema $P'(2)$.
d) ¿En qué momento la población alcanza su valor máximo? ¿Cuál es el valor de dicho máximo? (Esta pregunta la dejaremos para responder más adelante)
e) Utilizar un software (como GeoGebra) para representar gráficamente la función.

Resultados y reflexiones.

Las etapas 1, 2 y 3 están avanzadas, porque venimos trabajando en la elaboración de problemas y actividades. La etapa 4 y 5 están parcialmente logradas, si bien se tienen las producciones de los estudiantes del año 2024 e inicios del 2025, no es sencillo la elaboración de un instrumento que permita evaluar las competencias digitales.

Con respecto al Problema 1, que no dice en ninguna parte del mismo que usen GeoGebra para resolverlo, muchos estudiantes no lo usan, no recurren al software en forma voluntaria, esperan a que esté explícitamente escrito en el enunciado para hacerlo. Al inicio quieren agregar una tercera ecuación para que el sistema sea compatible determinado. Les resulta difícil elegir soluciones al problema en contexto, incluso determinar una apropiada notación para el conjunto solución. El uso de la tecnología está disponible, pero no les dice (en este caso) cómo seleccionar adecuadamente soluciones.

El Problema 2, la resolución de ecuaciones no es fácil para los estudiantes, identificar los datos, evaluar y resolver, armar la estructura de las ecuaciones para encontrar los valores de los parámetros es un nivel alto de dificultad, y, si eso no está bien resuelto es difícil avanzar en el problema, su representación gráfica, cálculo de la velocidad e interpretación en el contexto del problema.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

En el Problema 3, la dificultad radica entre lo analítico y lo geométrico, qué se debe ingresar en el software para que resuelva lo pedido o poder analizar lo pedido. Hay otros obstáculos que sortear, como interpretación, lenguaje matemático y la relación con el coloquio dado en el problema.

Para cumplir los objetivos que nos proponemos, la comunidad educativa, incluyendo a todo el equipo docente y sobre todo los estudiantes y las aulas deben ser comunidades en las cuales la matemática adquiera sentido, y lo que como docentes esperamos de los estudiantes, sea realmente practicado. (Schoenfeld, 1992).

La enseñanza explícita, suele ser muy eficaz para transmitir procedimientos. Pero cuando el objetivo es formar habilidades de resolución, argumentación, razonamiento crítico, uso y elección adecuada de tecnología o toma de decisiones, sus límites se hacen evidentes. Queremos que los estudiantes se pregunten: ¿este procedimiento es adecuado para mi problema?, ¿funciona, lo puedo verificar?, ¿tengo otros procedimientos alternativos? Es un desafío enseñar matemática con sentido, no olvidar la disciplina. “No se trata de excluir estos enfoques, sino de integrarlo con otros que pongan en juego la comprensión profunda y la participación activa del estudiante” (Sawatzki et al., 2025).

Conclusiones.

La experiencia presentada pone de relieve que la incorporación de recursos digitales en la enseñanza de la matemática no es un complemento accesorio sino una estrategia clave para fortalecer las competencias digitales en estudiantes universitarios.

Si bien las producciones analizadas evidencian dificultades en el manejo de conceptos y en la integración entre lo algebraico y lo gráfico, también muestran el potencial de estas herramientas para favorecer la autonomía, la reflexión y la construcción colectiva de conocimiento. Este recorrido reafirma que enseñar matemática con sentido implica asumir el desafío de articular metodologías tradicionales con enfoques innovadores, en un marco que promueva el uso crítico de la tecnología y la participación activa del estudiante. En consecuencia, el camino iniciado abre nuevas perspectivas para seguir profundizando en el diseño de propuestas que vinculen matemática, tecnología y formación profesional, contribuyendo así a una educación superior que prepare a los futuros ingenieros y científicos para enfrentar con solvencia los desafíos del siglo XXI.

Los estudiantes no utilizan GeoGebra de forma voluntaria si no se les indica explícitamente, lo que sugiere que la tecnología disponible no está siendo integrada de forma natural al proceso de resolución de problemas.

Tras el inicio de esta propuesta, los estudiantes después de aprender contenidos, presentan sus propias soluciones a actividades planteadas, tomando un rol protagónico en el desarrollo y exposición de sus ideas durante una puesta en común. Este enfoque fomenta la autonomía, el análisis de información y la responsabilidad, transformando al estudiante en un protagonista activo de su aprendizaje.

Referencias.

Aldazabal Melgar, O. F., Vértiz Osores, R. I., Zorrilla Tarazona, E., Aldazabal Melgar, L. H., & Guevara Duarez, M. F. (2021). Software GeoGebra en la mejora de capacidades resolutivas de problemas de figuras geométricas bidimensionales en universitarios. Propósitos y Representaciones, 9(1). https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.722

Artigue, M. (2009). The future of teaching and learning mathematics with digital technologies. En C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), Mathematics education and technology: Rethinking the terrain. The 17th ICMI study (pp. 463–475). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0146-0_21

Giordano Lerena, R., & Páez Pino, A. (Comps.). (2021). Reflexiones sobre las nuevas demandas para la ingeniería latinoamericana. Bogotá: LACCEI Ediciones.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación (5.ª ed.). McGraw-Hill.

Houston, W. R. (1985). Competency-based teacher education. En T. Husen & T. N. Postlethwaite (Eds.), International encyclopedia of education (pp. 898–906). Pergamon.

Lion, C., Schpetter, A., & Weber, V. (2021). Aprendizajes en tiempos de pandemia: Las voces estudiantiles como claves para repensar la enseñanza universitaria. Virtualidad, Educación y Ciencia, 12(24), 36–48.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Maggio, M. (2023). Híbrida. Enseñar en la universidad que no vimos venir (2.ª ed.). Tilde Editora.

Miranda, P., & Mamede, E. (2022). Apelando a la creatividad a través de la resolución y planteamiento de problemas en la clase de matemáticas. Acta Scientiae, 24(4), 109–146. https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7047

Nur, A., Kartono, K., Zaenuri, Z., & Rochmad, R. (2022). Resolver problemas matemáticos verbales mediante evaluación dinámica para la construcción de andamios. Revista Internacional de Evaluación e Investigación en Educación, 11(2), 649–657. https://doi.org/10.46661/ijeri.6441

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. En D. Grouws (Ed.), Handbook for research on mathematics teaching and learning (pp. 334–370). Macmillan.

Sawatzki, C., Brown, J., & Tuohilampi, L. (2025). Is successful maths teaching more than method? EduResearch Matters. Australian Association for Research in Education. https://blog.aare.edu.au/tag/maths-teaching/

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Explorando la creatividad matemática en ingeniería: aportes desde una revisión documental

Exploring mathematical creativity in engineering: contributions from a documentary review

Graciela Demti
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Escuela de Formación Básica, Dpto. de Matemática, Argentina.
grademti@gmail.com, demti@fceia.unr.edu.ar

Daniela Emmanuele
Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Dpto. de Matemática, Argentina.
emmanueledaniela@gmail.com, emman@fceia.unr.edu.ar

Resumen

La creatividad es un pilar fundamental en la formación en ingeniería y si bien las matemáticas ocupan un lugar central, su enseñanza tradicional suele limitar el pensamiento creativo. El modelo por competencias del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, adoptado en Latinoamérica, impulsa la creatividad como competencia transversal. Interesadas en explorar el papel de la creatividad matemática en la formación de ingenieras/os, desde una perspectiva didáctica, epistemológica y curricular, en este artículo nos proponemos revisar casos de implementación, así como diversas propuestas y perspectivas pedagógicas. Desde un enfoque documental, se analizan experiencias que resignifican la enseñanza matemática como una práctica creativa, dinámica e interdisciplinaria. Los estudios revisados destacan propuestas innovadoras (aula invertida, plataformas virtuales, entornos colaborativos, resolución de problemas reales vinculados al ejercicio profesional de la ingeniería), pero advierten obstáculos a superar: escasa formación docente, débil conexión con la práctica profesional y baja motivación estudiantil.

Palabras clave: creatividad en matemáticas, ingenierías, competencias

Abstract

Creativity is a fundamental pillar in engineering education and although mathematics occupies a central place, its traditional teaching tends to limit creative thinking. The competency-based model of the Federal Council of Engineering Deans, adopted in Latin America, promotes creativity as a transversal competence. Interested in exploring the role of mathematical creativity in engineering education, from a didactic, epistemological and curricular perspective, in this article we propose to review cases of implementation, as well as different proposals and pedagogical perspectives. From a documentary approach, we analyze experiences that redefine mathematics teaching as a creative, dynamic and interdisciplinary practice. The reviewed studies highlight innovative proposals (inverted classroom, virtual platforms, collaborative environments, solving real problems related to the professional practice of engineering), but warn of obstacles to overcome: poor teacher training, weak connection with professional practice and low student motivation.

Keywords: creativity in mathematics, engineering, competencies

Introducción

La ingeniería y la creatividad están mucho más interrelacionadas de lo que a veces se piensa. Aunque a menudo se asocia la ingeniería exclusivamente con cálculos, estructuras rígidas y procedimientos matemáticos, lo cierto es que la creatividad constituye uno de sus pilares fundamentales. Etimológicamente, la palabra ingeniería proviene del latín *ingenium*, que remite al ingenio, la habilidad natural, el talento o la capacidad para idear e inventar. Así, en su raíz más profunda, la ingeniería alude a la aplicación del ingenio

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

para resolver problemas prácticos de manera innovadora. Desde sus orígenes, ser ingeniera/o implicaba, esencialmente, ser una persona creativa.

De acuerdo con Moreno García (2019), “La ingeniería podría considerarse como la disciplina que aplica el conocimiento de las ciencias básicas para el desarrollo de métodos, técnicas, paradigmas con el fin de desarrollar mecanismos tecnológicos que mejoren la calidad de vida de las personas” (p. 48). Entre las ciencias básicas, las matemáticas han sido históricamente un componente central en la formación de las/os ingenieras/os. Su papel en la modelización de fenómenos, el análisis de datos, el diseño de sistemas y la resolución de problemas complejos la convierte en un lenguaje imprescindible en todas las ramas de la ingeniería. Sin embargo, a pesar de esta centralidad, su enseñanza en los contextos universitarios suele estar atravesada por enfoques algorítmicos, rígidos y excesivamente rutinarios, donde predomina la repetición de procedimientos por sobre la comprensión profunda y la capacidad de crear.

Ante este panorama, adquiere particular importancia la noción de creatividad matemática, entendida como la habilidad de generar ideas originales, útiles y pertinentes dentro del campo de las matemáticas. Lejos de ser una cualidad reservada al arte o a la literatura, la creatividad es un recurso clave para las/os futuras/os ingenieras/os, quienes deben estar preparadas/os para enfrentar desafíos técnicos, sociales y ambientales cada vez más complejos (Moreno García, 2019). Por ello, es urgente trascender los modelos de enseñanza reproductivos y avanzar hacia enfoques que fomenten el pensamiento divergente, la modelación matemática, la resolución de problemas abiertos y el trabajo interdisciplinario, esenciales para construir una formación más crítica, flexible y situada en los problemas reales de la sociedad (Acosta Luis, Batista Hernández y Suárez Hurtado, 2016).

En Argentina, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) ha impulsado en los últimos años un modelo curricular basado en competencias, que se ha consolidado como marco de referencia para la elaboración y acreditación de los nuevos planes de estudios en las carreras de ingeniería. Dentro de este enfoque, la creatividad es considerada una competencia transversal clave, cuyo desarrollo debe ser promovido a lo largo de toda la trayectoria formativa del estudiante. Este modelo ha trascendido el ámbito nacional: la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería ha adoptado este enfoque por competencias, promoviendo su implementación en diversas instituciones de educación superior en América Latina, España y Portugal, a través de espacios de articulación como el Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CONFEDI, 2014).

Interesadas en explorar el papel de la creatividad matemática en la formación de ingenieras/os, desde una perspectiva didáctica, epistemológica y curricular, en este artículo nos proponemos revisar casos de implementación, así como diversas propuestas y enfoques pedagógicos, que contribuyan a resignificar la enseñanza de las matemáticas en las carreras de ingeniería, comprendiendo dicho proceso no solo como técnico, sino también creativo, dinámico e interdisciplinario.

Desarrollo

Distintas universidades en Argentina han comenzado a generar espacios que integran las matemáticas con otras áreas del conocimiento a través de proyectos diversos, algunos de ellos de carácter interdisciplinario. Hallamos algunas experiencias en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR):

- En Rodríguez, Andrés, Gallucci, Sklate y Esquivel (2024) se describe una experiencia educativa acorde con el enfoque pedagógico Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, Matemáticas (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics, STEAM por sus siglas en inglés) centrada en un Trabajo Final Integrador basado en la creación de un juguete con movimiento. Esta propuesta fomentó la transdisciplina, la creatividad y el trabajo colaborativo, mediante una metodología investigación-acción. Se utilizaron aulas-laboratorio y el modelo de Prácticas Educativas Mediatizadas. Este grupo de docentes promovieron una enseñanza no tradicional centrada en la resolución de problemas reales. Las/os estudiantes valoraron el trabajo grupal, desarrollaron habilidades técnicas e interpersonales, y destacaron por su innovación. La experiencia sugiere que este es un modelo pedagógico eficaz para la formación en ingeniería.

- En Rodríguez, Braccialarghe, Introcaso y Miyara (2020) se presenta una experiencia educativa innovadora. La propuesta (diseño y construcción de un desecador solar de frutas) buscó -siguiendo una modalidad de taller físico-virtual e incentivando el aprendizaje colaborativo y la producción cooperativa- integrar contenidos y habilidades de las asignaturas del primer cuatrimestre de la carrera de Ingeniería

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Mecánica y alentar un aprendizaje activo y significativo a través de la articulación de saberes teóricos y prácticos, contextualizados interdisciplinariamente. La actividad permitió a las/os estudiantes enfrentar un problema real, fomentar la colaboración entre pares y desarrollar habilidades como la reflexión crítica, la innovación y la creatividad.

- En Morelli (2019) se presentan trabajos prácticos de estudiantes de la materia Representación Gráfica, dictada en modalidad Taller, con fuerte enfoque presencial y centrado en las/os estudiantes. Se desarrollaron competencias vinculadas a la comprensión y representación creativa de formas y procesos ingenieriles, mediante actividades como dibujo de vistas desde modelos 3D, modelado con FreeCAD y AutoCAD, y un trabajo final integrador con diseño de juegos infantiles. La experiencia mostró que las/os propias/os estudiantes, mediante el hacer y la reflexión, construyeron activamente sus conocimientos.

Por otra parte, en la Universidad Nacional de Mar del Plata, Quercia y Distéfano (2023), aplicaron el modelo de aula invertida en una asignatura matemática de ingeniería, reutilizando materiales digitales creados durante la pandemia para fomentar el aprendizaje autónomo. Esta estrategia permitió transformar las clases presenciales en espacios más creativos y colaborativos, promoviendo el desarrollo de competencias como pensamiento crítico, autonomía y trabajo en equipo, además de fortalecer la comunicación y el aprendizaje continuo; se destaca la importancia del rol activo de las/os estudiantes en su proceso formativo. No obstante, se advierte que la efectividad de la propuesta está condicionada por el compromiso del cuerpo docente y la participación del alumnado.

En la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Rodríguez, Casco, Scagnetti y Ramírez (2023) exploraron el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la asignatura Análisis Matemático II, con el fin de favorecer y estimular el desarrollo de competencias tecnológicas, sociales y actitudinales en estudiantes de Ingeniería Industrial. La propuesta partió de una concepción activa del aprendizaje y promovió la elaboración grupal de videos donde las/os estudiantes resuelven y explican problemas contextualizados. La iniciativa incluyó un entorno digital colaborativo y una rúbrica que valoró el trabajo en equipo, la creatividad en el uso de las TIC, la pertinencia de las soluciones y la articulación entre teoría y práctica. Esta integración tecnológica transformó al/a la docente en facilitador/a y enriqueció el aprendizaje significativo.

En la Universidad Nacional de la Matanza, Spositto, Lerch y Mavrommatis (2017) destacaron la creatividad, especialmente el pensamiento creativo, como un componente esencial en la formación de ingenieras/os, vinculada a la flexibilidad, el riesgo y la perseverancia. Subrayaron que para generar soluciones innovadoras también se requiere conocimiento disciplinar y motivación intrínseca. Propusieron conceptos clave para desarrollar este tipo de pensamiento, como percepción, pensamiento divergente y convergente, traslado de conceptos y creatividad sistémica, combinando teoría y práctica docente. Además, sugirieron distintos modelos actuales de procesos muy útiles en ingeniería para guiar el planteo de soluciones nuevas y valiosas, como son, Concebir, Diseñar, Implementar y Operar (CDIO), Pensamiento de Diseño (Design Thinking) y el enfoque pedagógico STEAM, articulando creatividad e ingeniería desde etapas iniciales.

Asimismo, en Latinoamérica, particularmente en México, hallamos -entre otros- que Pérez Santos y Velázquez López (2022) recogieron experiencias didácticas con estudiantes de ingeniería de la Universidad Politécnica del Golfo. A partir de la consigna, ¿cómo aprendo mejor matemáticas?, se identificaron las dos estrategias didácticas con mayor impacto desde el punto de vista de las/os estudiantes: resolver ejercicios y analizar situaciones reales vinculadas al perfil profesional. En consecuencia, y con el fin de contextualizar las matemáticas mediante aplicaciones afines al programa académico, las/os estudiantes desarrollaron distintas experiencias como ser videoclips, diseños experimentales y aplicaciones prácticas. Finalmente, se concluyó que estas actividades fortalecen la competencia matemática, esencial para el desarrollo personal y profesional, y que además las mismas promueven la creatividad, el uso de recursos tecnológicos y un aprendizaje significativo.

De modo similar, en Cuba, encontramos que, Sánchez Companioni, Pérez González y Remedios González (2025) identificaron como principales limitaciones para el desarrollo de la creatividad la escasa vinculación entre los contenidos matemáticos y la profesión, junto con debilidades en la motivación, el manejo de procedimientos y la originalidad en las tareas. Ante este diagnóstico, se propuso una metodología centrada en el enfoque profesional, basada en un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador que promueve la motivación, la significatividad y el uso de la modelación y los problemas

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

como estrategias creativas. Validada por expertos, se sugirió su aplicación en otros temas y contextos docentes.

También, en Venezuela, hallamos que Martínez, Vélez y Carvajal (2024) indagaron la comprensión de la creatividad en estudiantes universitarias/os venezolanas/os de trece carreras. Se analizaron creencias sobre el rol del cerebro, la relación entre la creatividad y las carreras, y el vínculo entre pensamiento divergente y soluciones creativas. Los resultados mostraron una asociación común entre creatividad, hemisferio derecho y carreras humanísticas; sin embargo, las/os estudiantes de ingeniería generaron más soluciones creativas. Además, se encontró correlación entre pensamiento divergente y creatividad aplicada, pero no con esta y la autopercepción creativa.

En Ecuador, Medina Matute, Solorzano Villegas, Medina Jiménez y Vera Pisco (2024) exploraron la innovación educativa en la enseñanza de las matemáticas para ingeniería, mediante metodologías emergentes y tecnologías avanzadas que favorecen la comprensión y aplicación práctica. A partir de una revisión bibliográfica, se destacó la necesidad de superar enfoques tradicionales e incorporar estrategias como Design Thinking, STEAM y recursos audiovisuales, promoviendo un aprendizaje dinámico y participativo, clave para formar ingenieros del siglo XXI.

En Perú, Agüero Corzo y Dávila Morán (2024) evaluaron el impacto de la creatividad en las capacidades emprendedoras de estudiantes peruanas/os de Ingeniería Industrial, específicamente en relación a la necesidad de logro, liderazgo, trabajo en equipo y sentido del riesgo. Los resultados revelaron una asociación significativa entre creatividad y las competencias emprendedoras. Por otra parte, las mediciones arrojaron niveles medios tanto de creatividad (42,9%, medida con el Inventario de Valoración de la Creatividad de Williams) como de capacidad emprendedora (50%, según la escala de Orientación de las Actitudes y Capacidades Emprendedoras de Robinson).

En Chile, Breda, Seckel, Font y Pino Fan (2018) indagaron las concepciones de los/as profesores/as acerca de la creatividad matemática. Los resultados, a través de un cuestionario y entrevistas a estudiantes de maestría en Educación Matemática de dos universidades en Chile, indicaron que gran parte de las/os docentes consideran que “la creatividad matemática es algo innato, pero que se puede desarrollar; que el estudiante creativo es capaz de formular cuestiones e iniciar investigaciones y que el maestro creativo es aquél que tiene una actitud transgresora hacia la enseñanza tradicional de las matemáticas” (p. 690).

En Colombia, Torres Soler (2018) indagó el desarrollo del pensamiento creativo en docentes y estudiantes, implementando en clases de Teoría de Sistemas un “espacio re-creativo” (p. 29) de 30 minutos para resolver problemas abiertos. A lo largo del semestre, se observó un aumento en la creatividad y en el gusto por los ejercicios lógico-matemáticos. El autor sostuvo que todo docente, especialmente en el área de matemáticas, debe reconocer y fomentar la creatividad en sus estudiantes mediante técnicas adecuadas y una formación específica. Concluyó que la enseñanza de las matemáticas constituye una vía efectiva para estimular el pensamiento creativo, lo cual se refleja en el alto rendimiento académico de los participantes.

Resultados

A partir del recorrido realizado en el apartado anterior hemos hallado, por un lado, diversos trabajos que reportan experiencias innovadoras destinadas a transformar la enseñanza tradicional de las matemáticas en propuestas más dinámicas, centradas en las/os estudiantes y enfocadas en promover aprendizajes significativos y autónomos, claves para formar ingenieras/os del siglo XXI. Entre estas se incluyen la implementación del modelo de aula invertida, enfoques STEAM, el uso de TIC y plataformas virtuales, entornos colaborativos y la resolución de problemas reales vinculados al ejercicio profesional de la ingeniería. Estas estrategias generan espacios propicios para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo (Rodríguez et al., 2024; Rodríguez et al., 2020; Morelli, 2019; Quercia y Distéfano, 2023; Rodríguez et al., 2023; Pérez Santos y Velázquez López, 2022; Torres Soler, 2018).

Por otro lado, algunas investigaciones se enfocan en identificar las características que favorecen el desarrollo de la creatividad en estudiantes universitarias/os, especialmente en carreras de ingeniería, destacando el rol clave que puede desempeñar la matemática en este proceso (Moreno García, 2019; Pérez Santos y Velázquez López, 2022; Sánchez Companioni et al., 2025).

Respecto a las concepciones sobre la creatividad, el estudio de Breda et al. (2018) muestra que muchas/os docentes chilenas/os la consideran una cualidad innata; sin embargo, reconocen que puede

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

desarrollarse. De manera complementaria, Martínez et al. (2024) evidencian que, si bien las/os estudiantes universitarias/os suelen asociar la creatividad con carreras humanísticas, fueron las/os alumnas/os de ingeniería quienes generaron un mayor número de soluciones creativas, revelando una discrepancia entre la autopercepción creativa y la creatividad efectivamente desplegada.

En relación con las dificultades para el desarrollo de la creatividad matemática, diversos autores coinciden en que el rol de la docencia es determinante, por lo que resulta necesario que quienes la ejercen reciban una formación específica en este ámbito. Asimismo, se identifican como factores limitantes la escasa articulación entre los contenidos matemáticos y el ejercicio profesional, así como las debilidades en la motivación estudiantil (Moreno García, 2019; Sánchez Companioni et al., 2025; Torres Soler, 2018).

Conclusiones

Luego de la búsqueda bibliográfica realizada y de los resultados que resumimos sucintamente en el apartado anterior (por razones de espacio, no incluimos todo lo hallado sino lo más relevante), hemos encontrado varios artículos de carácter más bien teórico, así como experiencias de clases que abordan el tema de la creatividad en estudiantes de nivel superior universitario. Muchas de las veces, se trata de estudios genéricos, pero no aplicados a una carrera específica y menos aún en ingenierías. Y cuando se aborda esta problemática de la creatividad en la formación de profesionales de la ingeniería, no se la trata -en general- dentro de las matemáticas de manera concreta. Es por ello que nosotras estamos especialmente interesadas en el desarrollo de la creatividad en matemáticas en carreras de ingeniería. Por eso, nos hemos planteado indagar acerca del fomento de esta competencia específica dentro de las clases de matemáticas en estas carreras; particularmente queremos abordar el caso de la FCEIA, UNR.

En este sentido, tomaremos el recorrido anterior como parte del Estado del Arte del Proyecto de Tesis (de Maestría en Didáctica de las Ciencias, de la primera autora) que estamos diseñando. Respecto del marco referencial, el mismo se asentará en la perspectiva de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa, según la cual la creatividad matemática se vincula con la capacidad de generar nuevas formas de abordar problemas, tanto dentro como fuera del aula, y de conectar conceptos matemáticos de maneras innovadoras que permitan una mayor comprensión. La creatividad matemática va más allá de hallar una única solución correcta; implica la habilidad de replantear el problema, abordarlo desde diferentes enfoques y desarrollar nuevas estrategias y formas de resolverlo (Cantoral, Farfán, Cordero, Alanís, Rodríguez y Garza, 2005). En esta apreciación, se resalta la importancia de la flexibilidad y la capacidad de reconfigurar problemas matemáticos, elementos clave en el desarrollo de la creatividad en las/os estudiantes.

De la búsqueda bibliográfica y de las apreciaciones hechas, nos planteamos los siguientes interrogantes: i) ¿De qué modo las/os docentes de asignaturas matemáticas en carreras de ingeniería de la FCEIA promueven el desarrollo de la creatividad en matemáticas en sus clases?; ii) ¿Qué concepciones sostienen las propuestas didácticas (de las/os docentes de asignaturas matemáticas en carreras de ingeniería de la FCEIA) tendientes a promover la creatividad en matemáticas?; y iii) ¿Mediante qué actividades se capacitan las/os docentes de asignaturas matemáticas en carreras de ingeniería de la FCEIA para diseñar propuestas didácticas tendientes a promover la creatividad en matemáticas?

Es nuestro propósito, comunicar en ediciones futuras del EMCI, avances de la investigación planteada.

Referencias

Acosta Luis, D., Batista Hernández, N., y Suárez Hurtado, L. A. (2016). La creatividad y el desarrollo del talento humano. *Revista Magazine de las Ciencias*, 1 (2), 17-24.

Agüero Corso, E. y Dávila Morán, R. (2024). Impacto de la creatividad en la capacidad emprendedora de estudiantes universitarios. *Prohominum, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 6 (2), 93-108

Breda, A., Seckel, M. J., Font, V. y Pino Fan, L. (2018). Concepciones de profesores chilenos sobre la creatividad matemática. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31 (1), 690-697.

Cantoral, A., Farfán, R., Cordero, F., Alanís, J., Rodríguez, R. y Garza, A. (2005). *Desarrollo del Pensamiento Matemático.* México: Trillas.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2014). *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata. Universidad FASTA.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Martínez, K., Vélez V. y Carvajal R. (2024). Creatividad en estudiantes universitarios venezolanos: creencias, percepciones y habilidades. *Journal of Neuroeducation (JONED)*, 4(2), 66-85.

Medina Matute, V., Solorzano Villegas, L., Medina Jiménez, C., Vera-Pisco, D. (2024). Innovación Educativa para la Enseñanza de la Matemática en Ingeniería. *Revista Científica Arbitrada De Investigación En Comunicación, Marketing Y Empresa (REICOMUNICAR),* 7(13), 2-12.

Morelli, R. D. (agosto de 2019). Aprendizaje centrado en el alumno para la materia Representación Gráfica. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2019. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/47

Moreno García (2019). El aprendizaje creativo en la matemática, su contribución a la formación del ingeniero industrial. *Atenas*, 2 (46), 46-55. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478060100004

Pérez Santos, S., y Velázquez López, G. C. (2022). Experiencias de aprendizaje de las matemáticas desde la perspectiva de estudiantes de ingeniería. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(3), 3022-3036.

Quercia, M. C. y Distéfano, M. L. (2023). Enseñar matemática en carreras de Ingeniería bajo la modalidad de aula invertida. Una reflexión sobre la práctica docente. *Revista de Educación*, 14 (30), 255-273.

Rodríguez, G., Braccialarghe, D., Introcaso, B., y Miyara, A. (2020). Articulando las Ciencias Básicas con una cátedra de Introducción a la Ingeniería Mecánica. En G. L. Rodríguez, A. Gallo, G. Giuliano, K. Ferrando y G. Duran. (Comps.), *Introducción a la Ingeniería: aportes para la formación en competencias: IV y V Encuentro Nacional de Cátedras de Introducción a la Ingeniería* (pp. 227-232). Rosario, Argentina: UNR Editora. https://1library.co/document/articulando-ciencias-básicas-cátedra-introducción-ingeniería-mecánica.html

Rodríguez, M. E., Casco, E., Scagnetti, O., y Ramírez, S. (octubre de 2023). Competencias de estudiantes de ingeniería industrial fomentadas con la aplicación de tecnologías. 12º Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería EnIDI 2023. https://ria.utn.edu.ar/items/a43fef81-abb3-4796-9aa8-2dd4172721ee

Rodríguez, G., Andrés, G., Gallucci, P., Sklate Boja, M. F. y Esquivel, I. (2024). Comunicación, integración tecnológica e innovación educativa. Análisis multidimensional de un caso en carreras STEAM. *InMediaciones de la Comunicación*, 19(1), pp. 189-209.

Sánchez Companioni, W., Pérez González, A. y Remedios González, J. M. (2025). Metodología para el desarrollo de la creatividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral. *Revista Educación*, 49(1), 1-25.

Spositto, O., Lerch, C. y Mavrommatis, H. (septiembre de 2017). Desarrollo del pensamiento creativo en los estudiantes de ingeniería: Conceptos básicos. 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería CLADI 2017, 13-15. https://www.researchgate.net/publication/383877090

Torres Soler, L. (2018). La matemática, estrategia para el pensamiento creativo*. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información,* 5 (9), 23-31.

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Estudio de Caso en el área de la Ingeniería empleando tópicos de las Ciencias Básicas. Un enfoque sustentado en el Diseño Instruccional.

Case study in the field of engineering using topics from basic sciences. An approach based on instructional design.

Alejandro Hossian
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional del Neuquén, Argentina.
alejandrohossian@yahoo.com.ar,

Monica Boiles
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional del Neuquén, Argentina.
monicaboiles17@gmail.com

Maximiliano Alveal
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional del Neuquén, Argentina.
maximilianoalveal@hotmail.com

Natalia Caravajal
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional del Neuquén, Argentina.
trinidelfin2@gmail.com

Resumen

La presente propuesta metodológica se enmarca dentro del proyecto de investigación con asentamiento en el departamento de Ciencias Básicas de la Facultad Regional Neuquén de la Universidad Tecnológica Nacional. Este proceso metodológico se sustenta conceptualmente en dos columnas vertebrales: el diseño instruccional y el aprendizaje basado en competencias. La metodología propuesta incluye cuatro fases que se desarrollan gradualmente para que el estudiante esté en condiciones de desarrollar un análisis conceptual del caso de estudio. En este sentido, se analiza un caso de aplicación en el campo de la Ingeniería con una marcada inclinación a la exploración de las ecuaciones que conforman el modelo matemático adecuado para obtener un diseño robusto en un nivel que sea alcanzable por un estudiante medio de la carrera de Ingeniería. Los autores usan las teorías prescriptivas del diseño instruccional, dado que las mismas están orientadas hacia la práctica y estimulan el análisis crítico y reflexivo.

Palabras clave: Diseño instruccional, Competencias, Modelo matemático, Teorías prescriptivas

Abstract

This methodological proposal is part of a research project based in the Department of Basic Sciences of the Neuquén Regional Faculty of the National Technological University. This methodological process is conceptually based on two pillars: instructional design and competency-based learning. The proposed methodology includes four phases that are developed gradually so that the student is able to develop a conceptual analysis of the case study. In this regard, an application case in the field of Engineering is analyzed with a marked inclination toward exploring the equations that make up the mathematical model appropriate for obtaining a robust design at a level achievable by an average engineering student. The authors use prescriptive theories of instructional design, given that they are practice-oriented and encourage critical and reflective analysis.

Keywords: Instructional design, Competencies, Mathematical model, Prescriptive theories

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

Introducción

El eje central de la presente investigación es la tesis de maestría en el campo de la Ingeniería de Software desarrollada y defendida en la Universidad Politécnica de Madrid: “Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias Instruccionales”, cuyo núcleo central se basa en el desarrollo de un sistema experto que explora estrategias y actividades de enseñanza en función de variables educativas tales como: características del estudiante, tipo de contenido a enseñar, objetivos y ambiente de aprendizaje entre otras (Hossian A., 2003). En el plano teórico, se consideran dos paradigmas que constituyen las columnas centrales de la presente propuesta: los aspectos centrales del aprendizaje basado en competencias y las teorías prescriptivas del diseño instruccional; las cuales se orientan hacia la práctica, estimulando así el análisis crítico y reflexivo de situaciones problemáticas ingenieriles. Se aborda un caso de estudio del campo de la Ingeniería haciendo uso de tópicos de las Ciencias Básicas, pertenecientes a los contenidos curriculares de asignaturas tales como: Análisis Matemático I, Análisis Matemático II Álgebra y Geometría Analítica y Física I; entre otras.

Desarrollo

Esta sección se compone de dos partes: la primera consiste un marco teórico donde se exponen los conceptos básicos del aprendizaje basado en competencias y del proceso del diseño instruccional; y en la segunda se desarrolla el análisis de un caso de estudio.

1. Marco Teórico

1.1. Aprendizaje basado en competencias: este paradigma se inicia con la identificación de la destreza, habilidades y competencias específicas o actitudes. En este sentido, es importante que los educandos alcancen el dominio de estas competencias de forma gradual y a su propio ritmo. Con el apoyo de un tutor, se espera que el estudiante esté en condiciones de identificar, formular y resolver problemas del campo de la ingeniería. En un estadio un poco más avanzado, es importante que el estudiante desarrolle criterios de tipo profesional que le permita evaluar diferentes opciones y elegir las que mejor se ajusten al contexto.

1.2. Diseño Instruccional: desde un punto de vista conceptual, la instrucción se puede concebir como la creación intencional de condiciones en el ambiente de aprendizaje con el objeto de proporcionar la obtención de determinados objetivos educacionales. La instrucción se respalda en un conjunto de actividades de aprendizaje vinculadas con lo que se espera que realicen los estudiantes con la idea de aprender, practicar, aplicar y evaluar entre otras actividades (Merrill, 1996). Estas deben articularse en ciertas estrategias de instrucción, las cuales ofrecen una guía explícita acerca de la forma más adecuada de implementar estas actividades. Los fundamentos teóricos que sustentan lo expuesto se basan en las llamadas “Teorías de la Instrucción”. Dichas teorías, se analizan y se estudian en base a dos perspectivas fundamentales: una perspectiva “descriptiva” o “prescriptiva” (Reigeluth, 1999). Las teorías descriptivas constituyen un conjunto de descripciones concernientes a qué resultados se observan cuando se aplica un proceso de instrucción bajo, bajo ciertas condiciones del ambiente de aprendizaje. Las teorías prescriptivas son un conjunto de prescripciones tendientes a identificar cuál es el proceso de instrucción óptimo para obtener los resultados deseados bajo ciertas condiciones del ambiente educativo. A estas teorías se las llama “Teorías del Diseño Instruccional” o “Teorías de Diseño Educativo” (Jonassen, 1997) (Perkins, 1992) y están orientadas hacia la práctica o hacia un objetivo (Alexander, 1999).

1.3. Estado actual del proyecto: el presente proyecto se halla en su fase inicial de desarrollo, y donde se alcanzó a realizar una experiencia de cátedra en el 2DO cuatrimestre del 1ER curso de Física con un caso de cierta complejidad. Se tomaron 4 muestras de 5 estudiantes (20 en total), y de distintos niveles de dificultad cognitiva. Al momento se identifican ciertas características en términos de fortalezas y debilidades. Respecto a las fortalezas: 1) desde el punto de vista pedagógico, el desarrollo de la instrucción favorece la integración de contenidos de ciencias básicas, y fortalece el proceso de aprendizaje basado en competencias. 2) el desarrollo gradual en fases y actividades del proceso de instrucción, favorece la adquisición de habilidades relacionadas con el diseño de proyectos de ingeniería. 3) en línea con el punto 2), se espera que el desarrollo en fases y el aprendizaje basado en competencias, contribuya a mejorar la comprensión de situaciones

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

problemáticas pertenecientes al ciclo superior de la carrera. Respecto a las debilidades: 1) se debe trabajar para mejorar la comprensión de los estudiantes acerca del uso de las diferentes herramientas a utilizar en cada fase. 2) intentar implementar esta clase de experiencia en años superiores, teniendo en cuenta la dificultad que esto representa por las exigencias académicas que tienen los estudiantes de estos ciclos.

2. Caso de Estudio: se desarrolla el proceso de instrucción en cuatro "fases". En la fase I el estudiante introduce aquellos conceptos que constituyen la base del dominio de conocimiento del problema que analiza. En la fase II elabora las asociaciones existentes entre estos conceptos. En fase III pasa a la confección del modelo matemático que mejor se ajusta a la realidad del caso. En la fase IV resuelve el modelo haciendo uso de una batería de tópicos de las Ciencias Básicas que dispone en esta instancia del proceso de instrucción. A continuación, se detallan cada una de las cuatro fases del proceso de instrucción propuesto.

Fase I: *Incorporación de los conceptos base del domino del problema a la estructura cognitiva del estudiante.*

En esta fase el estudiante incorpora los conceptos más relevantes en relación con el dominio de conocimiento. Los procesos cognitivos de esta fase son la adquisición de conocimientos y la comprensión. Las estrategias de enseñanza adecuadas son: 1) Formulación de preguntas con una fluida retroalimentación acerca de las respuestas que brinda el estudiante. 2) Estrategias que promueven la asociación de los conocimientos previos que posee el estudiante con los conceptos presentes en el problema. Se presenta un caso de estudio a nivel de proyecto preliminar sin datos numéricos (lo que permite realizar un análisis más profundo de la situación), tomando como base un modelo ingenieril de un cuerpo de masa m que parte del reposo desde un punto A y se desliza por una guía circular de radio R y coeficiente de fricción dinámica μ; hasta llegar al punto B con una velocidad $V_T = V_B$ en la base de la guía, y de dirección horizontal. El cuerpo deja la guía en B y desarrolla una trayectoria parabólica hasta caer al suelo a una altura H y a una distancia D del punto B. Se ilustra el caso en la Figura 1. Los conceptos que se presentan en esta instancia en la estructura cognitiva del estudiante son: fricción entre superficies, ecuaciones de la dinámica circular, relación entre el arco, el radio y el ángulo en un sector circular, ecuaciones diferenciales y cinemática del tiro oblicuo. El estudiante identifica estos conceptos y reflexiona acerca de cómo vincularlos, y pasa a la siguiente fase.

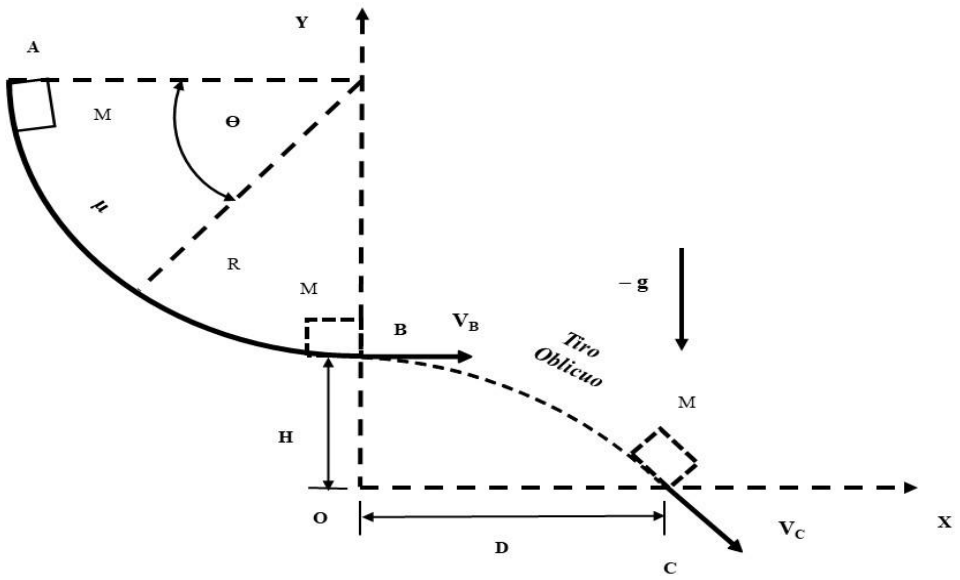


Figura 1. Situación real del caso de estudio

Fase II: Construcción de un modelo conceptual del problema en la estructura cognitiva del estudiante.

En la presente fase el estudiante asocia los conceptos reconocidos en la fase anterior y añade otros. Los procesos cognitivos de esta fase consisten en la aplicación de leyes y teoremas. Las estrategias que mejor se ajustan son: 1) Articulación de los contenidos. 2) Procesamiento de la información teórica. 3) Articulación de ideas para el análisis del problema. Se implementan estas estrategias con experiencias en laboratorio y

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

transparencias que agilizan la instrucción. Vincula conceptos identificados en la fase I mediante un diagrama de cuerpo libre en un punto genérico del tramo A – B, donde identifica 3 fuerzas en P, N, F_R. Figura 2.

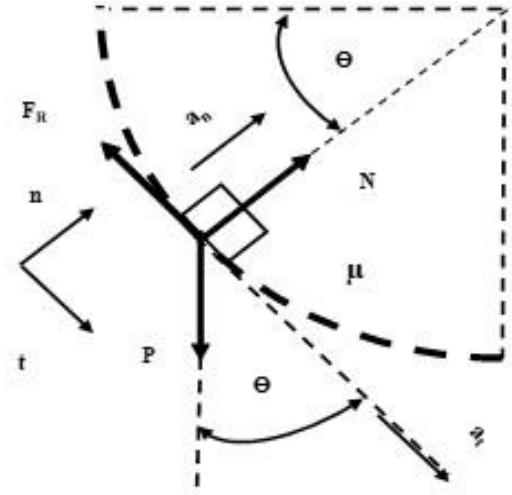


Figura 2. Diagrama de cuerpo libre en un punto

Fase III: Construcción del modelo matemático representativo del problema

En esta fase el estudiante diseña un modelo matemático ajustado a la situación real del problema que se plantea. Los procesos cognitivos de esta fase consisten en sintetizar e integrar los conceptos identificados en las fases I y II. Las estrategias son: 1) Estimular tareas de reflexión e inferencia. 2) Estimular la asociación de conceptos. Estas estrategias se implementan mediante el diseño de actividades como: experiencias más avanzadas en laboratorio y simulación de mecanismos en gabinetes de informática con software apropiado. El correspondiente proceso mental permite sintetizar e integrar los conceptos identificados en fases I y II. Confecciona las ecuaciones de la dinámica en los ejes radial y tangencial en base al diagrama de cuerpo libre de la Figura 2 y se obtienen las ecuaciones (1) y (2). El módulo de la fuerza de rozamiento dinámica $F_R = \mu N$, siendo μ el coeficiente de rozamiento dinámico; y sustituyendo la expresión de N en la ecuación (1), se obtiene la ecuación (3). El estudiante también identifica que en un sector circular de arco ds, radio R y ángulo dθ, se cumple que ds = Rdθ. Sustituyendo esta expresión en la ecuación (3), se obtiene la ecuación (4) en la variable dependiente V_T (velocidad tangencial del cuerpo que se desplaza en la guía semicircular de radio R en una posición angular θ genérica). El estudiante identifica que esta es una ecuación diferencial no lineal (la variable V_T está elevada al cuadrado) y es de 1ER orden (la derivada de mayor orden es $dV_T/d\theta$).

$$\sum_{i=1}^{n} F_{it} = m_2 a_t \Rightarrow mg\cos\theta - F_R = mV_T \frac{dV_T}{ds} \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} F_{in} = m_2 a_n \Rightarrow N - mg\,sen\theta = m\frac{V_T^2}{R} \Rightarrow N = mg\,sen\theta + m\frac{V_T^2}{R} \tag{2}$$

$$mg\cos\theta - \mu\left(mg\,sen\theta + m\frac{V_T^2}{R}\right) = mV_T\frac{dV_T}{ds} \Rightarrow g\cos\theta - \mu\left(g\,sen\theta + \frac{V_T^2}{R}\right) = V_T\frac{dV_T}{ds} \Rightarrow g\cos\theta - \mu g\,sen\theta = \mu\frac{V_T^2}{R} + V_T\frac{dV_T}{ds} \tag{3}$$

$$g\cos\theta - \mu g\,sen\theta = \mu\frac{V_T^2}{R} + V_T\frac{dV_T}{Rd\theta} \Rightarrow Rg\cos\theta - R\mu g\,sen\theta = \mu V_T^2 + V_T\frac{dV_T}{d\theta} \tag{4}$$

En base a los conocimientos adquiridos en el tópico de ecuaciones diferenciales del 2DO curso de Análisis Matemático, el estudiante identifica un cambio de variable que le permite arribar a una ecuación diferencial de 1ER orden en la variable independiente θ y la variable dependiente V_T. Sustituye la variable V_T^2 por una variable u; es decir, $u = V_T^2$. Diferenciando a ambos miembros: $du = 2V_T dV_T$. Dividiendo a ambos miembros por dθ, obtiene: $du/d\theta = 2V_T dV_T/d\theta$; llegando a: $V_T dV_T/d\theta = 1/2 du/d\theta$. El estudiante realiza estas sustituciones

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

en la ecuación (4) (V_T^2 = u y $V_T dV_T/d\theta$ = 1/2du/dθ); y obtiene una ecuación diferencial lineal, no homogénea y de 1ER orden en la variable u, del tipo: u'(θ) + ku(θ) = g(θ) (Meriam et al., 2016). Ecuación (5).

$$R\,g\cos\theta - R\,\mu\,g\,sen\theta = \mu u + \frac{1}{2}\frac{du}{d\theta} \Rightarrow 2Rg\cos\theta - 2R\mu g\,sen\theta = 2\mu u + \frac{du}{d\theta} \Rightarrow \underbrace{\frac{du}{d\theta}}_{u'(\theta)} + \underbrace{2\mu}_{k}\,\underbrace{u}_{u(\theta)} = \underbrace{2Rg\left(\cos\theta - \mu\,sen\theta\right)}_{g(\theta)} \quad (5)$$

El estudiante construye el modelo cinemático del movimiento parabólico que experimenta el cuerpo al dejar la guía, siendo la velocidad en el punto B de despegue (V_B) de dirección horizontal (ángulo α de salida respecto al eje X^+ igual a 0°). Las ecuaciones de movimiento en los ejes X e Y se ven en la expresión (6).

$$Eje\,X: X(t) = V_B t;\; V_X(t) = V_B(cte);\; A_X(t) = 0 \qquad Eje\,Y: Y(t) = H - \frac{1}{2}gt^2;\; V_Y(t) = -gt;\; A_Y(t) = -g \quad (6)$$

La solución de la ecuación (5) permite obtener la expresión de V_T en función del ángulo θ, de R, de g y de μ; y en especial, el valor que adopta V_T cuando el cuerpo abandona la guía (V_T para θ = 90°). A este valor de V_T se lo llama V_B. El manejo de las ecuaciones (6) permite obtener la distancia D (punto C en Figura 1) y la velocidad V_C (módulo y dirección) con la que llega dicho punto C. Todo esto se realiza en la próxima fase.

Fase IV: Resolución del modelo matemático y análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos.

Resuelve el modelo matemático obtenido en la fase III. Los procesos cognitivos asociados son: resolución del modelo con las herramientas matemáticas disponibles, y análisis crítico y discusión de los resultados. Las estrategias son: uso de técnicas de comunicación que activen formas de pensamiento cooperativo que se implementan con actividades como el uso de software matemático de cálculo y manejo de funciones. Para este caso de estudio, el estudiante sintetiza el 1ER proceso cognitivo asociado a esta fase: Resolución del modelo matemático. Asocia los conocimientos adquiridos, y resuelve la ecuación diferencial (5); lo cual conduce a una expresión para u(θ) para luego obtener V_T (θ) mediante el cambio de variable u = V_T^2). Asimismo, identifica 2 métodos de resolución: factor integrante del tipo $e^{2\mu\theta}$ o Transformada de Laplace. Si adopta la 2DA opción, reescribe la ecuación diferencial (5) al dominio de **s** considerando que: 1) la condición de contorno de que para θ = 0 es u = 0 (dado que u = V_T^2), 2) las Transformadas de Laplace (Zilll, 2020) del sen θ y cos θ son $\frac{1}{(s^2+1)}$ y $\frac{s}{(s^2+1)}$ respectivamente, y 3) la Transformada de Laplace de una función derivada du/dθ que es: sU(s) – U(0), siendo U(0) = 0 por 1). Aborda el desarrollo obteniendo la ecuación (7).

$$sU(s) - \underbrace{U(0)}_{0} + 2\mu U(s) = 2Rg\left(\frac{s}{s^2+1} - \mu\frac{1}{s^2+1}\right) \Rightarrow sU(s) + 2\mu U(s) = 2Rg\left(\frac{s}{s^2+1} - \frac{\mu}{s^2+1}\right) \Rightarrow$$
$$U(s)(s+2\mu) = 2Rg\left(\frac{s}{s^2+1} - \frac{\mu}{s^2+1}\right) \Rightarrow U(s) = 2Rg\left[\frac{s}{(s^2+1)(s+2\mu)} - \frac{\mu}{(s^2+1)(s+2\mu)}\right] \Rightarrow U(s) = 2Rg\left[\frac{(s-\mu)}{(s^2+1)(s+2\mu)}\right] \quad (7)$$

El estudiante obtiene la transformada inversa de U(s) en (7) aplicando la descomposición en fracciones parciales que aprendió en el 1ER curso de Análisis Matemático. Esta expresión tiene una raíz real (s = – 2μ) y 2 raíces complejas conjugadas ($s_{1,2}$ = ± i). Tomando el corchete de (7) se detalla el proceso completo de cálculo para obtener V_T(θ). Plantea y resuelve el sistema de ecuaciones en A, B y C; obtiene una expresión de U(s), la transformada inversa da u(θ), y el cambio de variable u = V_T^2 proporciona V_T (θ). Ecuación (8).

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

$$\frac{0s^2+s-\mu}{(s^2+1)(s+2\mu)}=\frac{A}{(s+2\mu)}+\frac{Bs+C}{(s^2+1)}=\frac{A(s^2+1)+(Bs+C)(s+2\mu)}{(s^2+1)(s+2\mu)}\equiv\frac{(A+B)s^2+(B2\mu+C)s+(A+C2\mu)}{(s^2+1)(s+2\mu)}\Rightarrow\begin{Bmatrix}A+B&=0\\B2\mu+C&=1\\A+C2\mu&=-\mu\end{Bmatrix}$$

$$A=-\frac{3\mu}{(1+4\mu^2)};\ A=\frac{3\mu}{(1+4\mu^2)}\ y\ C=\frac{(1-2\mu^2)}{(1+4\mu^2)}.\ Sustituyendo\ en\ (6):U(s)=2Rg\left[\frac{A}{(s+2\mu)}+\frac{Bs+C}{(s^2+1)}\right]=$$

$$2Rg\left[\frac{\frac{-3\mu}{(1+4\mu^2)}}{(s+2\mu)}+\frac{\frac{-3\mu}{(1+4\mu^2)}s+\frac{(1-2\mu^2)}{(1+4\mu^2)}}{(s^2+1)}\right]\Rightarrow U(s)=\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[\frac{-3\mu}{(s+2\mu)}+\frac{3\mu}{(s^2+1)}s+\frac{(1-2\mu^2)}{(s^2+1)}\right].\ Luego:L^{-1}\left\{\frac{-3\mu}{(s+2\mu)}\right\}=-3\mu e^{-2\mu\theta};$$

$$L^{-1}\left\{3\mu\frac{s}{(s^2+1)}\right\}=-3\mu\cos\theta\ y\ L^{-1}\left\{(1-2\mu^2)\frac{1}{(s^2+1)}\right\}=(1-2\mu^2)\operatorname{sen}\theta\ \therefore\ u(\theta)=\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)sen\theta+3\mu cos\theta-3\mu e^{-2\mu\theta}\right].\ Por\ el$$

$$cambio\ de\ variable\ u=V_T^2,\ se\ tiene\ que:\quad V_T(\theta)=\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)sen\theta+3\mu cos\theta-3\mu e^{-2\mu\theta}\right]}\qquad(8)$$

La expresión (8) proporciona la velocidad V_T en función del ángulo θ, de R, de g. El estudiante obtiene V_T al dejar la guía en el punto B ($V_B = V_T$ (θ = π/2)). Sustituyendo en la (8), se obtiene la ecuación (9).

$$V_B=V_T\left(\theta=\frac{\pi}{2}\right)=\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)sen\frac{\pi}{2}+3\mu cos\frac{\pi}{2}-3\mu e^{-2\mu\theta}\right]}\Rightarrow V_B=V_T\left(\theta=\frac{\pi}{2}\right)=\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]}\qquad(9)$$

Con esta V_B el cuerpo sale del punto B y desarrolla el tiro oblicuo. El cuerpo llega al punto C en un instante t_C, para el cual se cumple las condiciones de contorno: X (t = t_C) = D e Y (t = t_C) = 0. De las ecuaciones (6) se despeja t_C de Y (t = t_C) = 0 y se sustituye en X (t = t_C) = D, obteniendo la distancia D de Figura 1. También obtiene las componentes V_{CX}, V_{CY}, el módulo IVCI y la dirección de V_C dada por el ángulo β. Ecuación (10).

$$0=H-\frac{1}{2}gt_C^2\Rightarrow t_C=\sqrt{\frac{2H}{g}};\ y\ X(t=t_C)=V_Bt_C\Rightarrow X(t=t_C)=D=\underbrace{\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]}}_{V_B}\underbrace{\sqrt{\frac{2H}{g}}}_{t_C}.V_C=\sqrt{V_{CX}^2+V_{CY}^2};con:$$

$$V_{CX}=V_B=\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]}\ y\ V_{CY}=-gt_C=-g\sqrt{\frac{2H}{g}}\Rightarrow V_{CY}=-\sqrt{2Hg}\ \therefore V_C=\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]+2Hg}\qquad(10)$$

$$Luego:\quad tg\beta=\frac{V_{CY}}{V_{CX}}=\frac{-\sqrt{2Hg}}{\sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]}}\Rightarrow tg\beta=-\sqrt{\frac{H(1+4\mu^2)}{R\left[(1-2\mu^2)-3\mu e^{-\mu\pi}\right]}}<0\ (\beta\ está\ en\ el\ 4^{TO}\ cuadrante)$$

El estudiante sintetiza el 2DO proceso cognitivo asociado a esta fase: Análisis crítico y discusión de los resultados obtenidos. De la expresión (9) el estudiante infiere: si crece R, crece V_B; y que V_T (θ = π/2, μ = 0) = V_B (μ = 0) = $\sqrt{2Rg}$; expresión que coincide con la caída libre de un cuerpo desde una altura R. La expresión (10) muestra que D crece con V_B y con H; y que el signo – en tgβ, indica que β está en el 4TO cuadrante.

Resultados

En base a la expresión (9), los estudiantes evalúan los valores de V_B para distintos valores de μ con R = 3m y g = 9,81m/seg^2. Reescriben la expresión (9): $V_B = \sqrt{\frac{2Rg}{(1+4\mu^2)}\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right]}$ y evalúan el corchete interno para ciertos valores de μ; el cual se puede expresar como: $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right]=1-\left(2\mu^2+\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right)$. Realizando cálculos por tanteo (y también con el soporte de software de cálculo), se probó lo siguiente: para μ = 0,6035 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right]=1-\left(2x(0{,}6035^2)+\frac{3x(0{,}6035)}{e^{(0{,}6035\pi)}}\right)=0{,}000317=3{,}17x10^{-4}\approx 0$. De este

AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)
DOI: https://doi.org/10.33414/ajea.1958.2025

cálculo se infiere, que para μ = 0,6035 es $V_B \approx 0$; es decir, que el cuerpo se detiene en el punto B de la guía. Para valores de μ > 0,6035 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right] < 0$; lo que implica que V_B no adquiere valores reales, y el cuerpo no llega al punto B (se detiene antes). Por ejemplo, para μ = 0,7 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right] = 1-\left(2x(0{,}7^2)+\frac{3x(0,7)}{e^{(0,7\pi)}}\right) = -0{,}21289$. Para valores de μ > 0,6035 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right] > 0$; lo que implica que V_B toma valores reales positivos, y el cuerpo sale de la guía en dirección horizontal y desarrolla el movimiento parabólico. Por ejemplo, para μ = 0,5 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right] = 1-\left(2x(0{,}5^2)+\frac{3x(0,5)}{e^{(0,5\pi)}}\right) = 0{,}811$; para μ = 0,2 → $\left[1-2\mu^2-\frac{3\mu}{e^{\mu\pi}}\right] = 1-\left(2x(0{,}2^2)+\frac{3x(0,2)}{e^{(0,2\pi)}}\right) = 0{,}6$. Para este caso se tiene que V_B = 5,51m/seg.

Conclusiones

Respecto a las conclusiones: 1) La experiencia de cátedra mostró que el desarrollo de instrucción por fases mejora la integración de ciertos contenidos de las ciencias básicas. 2) Asimismo, se ha notado que el enfoque de la experiencia hacia el aprendizaje basado en competencias impactó en un mayor estímulo en los estudiantes, al abordar casos de cierta complejidad y situaciones vinculadas al diseño. 3) Se ha notado cierta dificultad en un porcentaje cercano al 40% de los estudiantes de la muestra, en lo que respecta al uso de las diferentes herramientas en cada fase del proceso; por lo que se debe continuar trabajando en este aspecto. 4) Si bien la experiencia fue importante, se debe procurar incrementar la muestra de 20 estudiantes; lo que mejora la representatividad de la misma. En cuanto a las futuras líneas de investigación: 1) Potenciar el grado de interacción con asignaturas del ciclo básico, procurando una instrucción más integral y con un enfoque altamente interdisciplinario. 2) Potenciar el desarrollo de una V fase cuyo objetivo consiste en la elaboración de una base de casos para conformar ciertos “patrones” de análisis. 3) Promover una mayor articulación con los ciclos superiores de manera que esta experiencia de cátedra contribuya al desarrollo de competencias específicas en el marco del plan de estudios de la carrera.

Referencias

Alexander C. (1999) *A Timeless Way of Building*. Oxford University Press.

Jonassen, D. H. (1997) *Determinism and Predictability in Theories of Instructional Design: Lessons from Science*. Educational Technology.

Hossian, A., (2003) “Sistema de Asistencia para la Selección de Estrategias Instruccionales”. Tesis (Máster en Ingeniería del Software). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Meriam J. L. & Kreige L. G. (2016), *Engineering Mechanics Dynamics*, John Wiley &Sons.

Merrill, M. D. (1996) *Instructional Transaction Theory: Instructional Design Based on Knowledge Objects*. Educational Technology, 36, 30-37.

Perkins, D. (1992) *Smart schools: Better thinking and learning for every child*. Nueva York: The Free Press.

Reigeluth, C. M. (1999) *Instructional design theories and models: a new paradigm of instructional theory*. Lawrence Erlbaum Associates.

Zill, Dennis G. (2020) *Ecuaciones Diferenciales con problemas de valores en la frontera*. Cengage.

EMCI 2025

confedi
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina

FCyT
Sede Concepción del Uruguay

UTN
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY