



JEN

JORNADAS DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

IX Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería
Facultad Regional Paraná
7 y viernes 8 de septiembre del 2023



Facultad Regional Paraná -UTN

IX Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería / Compilación de Ernesto Klimovsky ;
Coordinación general de Claudio Dominighini ; Editado por Ernesto Acrich ... [et al].
- 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2024.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-42-0237-0

1. Instituto de Enseñanza Superior. 2. Ingeniería. I. Klimovsky, Ernesto, comp. II.
Dominighini, Claudio, coord. III. Acrich, Ernesto, ed. IV. Título.
CDD 620.007

ISBN 978-950-42-0237-0



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



IX Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería

7 y 8 de septiembre del 2023

Facultad Regional Paraná

Actas

Editorial

La continua actualización e innovación en la enseñanza de la ingeniería es un tema de particular relevancia en todas las universidades y especialmente en la Universidad Tecnológica Nacional. La universidad cuenta con un Programa de Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería (TEyEI) dependiente del Rectorado, que tiene como objetivo promover, acompañar y divulgar los aportes para mejorar la calidad de la enseñanza de la ingeniería. Este programa se enfoca en desarrollar nuevas metodologías, herramientas y recursos pedagógicos que se adapten a las necesidades de los estudiantes y a los avances tecnológicos en el campo de la ingeniería. De esta manera, la Universidad Tecnológica Nacional busca estar a la vanguardia en la formación de ingenieros altamente capacitados y preparados para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual.

En este marco, el Programa TEyEI organiza las Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería (J.E.I.N.) cada dos años y en este 2023 fue anfitriona la Facultad Regional Paraná de la U.T.N. Previamente, en noviembre de 2022 el Consejo Directivo de la Facultad Regional Paraná, mediante la Resolución N°521, otorga el aval institucional, considerando de interés, la propuesta de las Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería.

Estas Jornadas tienen el propósito de compartir con toda la comunidad de la U.T.N., y otras entidades educativas del ciclo superior, experiencias de cátedra, avances de proyectos de investigación y/o actividades de extensión, proyectos de Grado, Trabajos finales de Carrera, Tesinas, Trabajos Integradores Finales o de Becarios en Proyecto de Investigación, siendo estos enmarcados en los siguientes ejes temáticos:

- Las tecnologías aplicadas en educación (TAE).
- La didáctica en la universidad y la práctica docente universitaria.
- La enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros.
- La evaluación de los aprendizajes y de la enseñanza.
- Las innovaciones curriculares en ingeniería.
- La educación para el desarrollo sustentable (E.D.S.) y la responsabilidad social universitaria (R.S.U.).
- La vinculación de las investigaciones con la enseñanza de la ingeniería.
- La vinculación de la escuela secundaria a la Universidad en carreras de ingeniería.
- La enseñanza de la ingeniería: aulas tradicionales, virtuales y/o híbridas (modalidad virtual sincrónica/asincrónica y/o presencial).

En esta IX edición, se presentaron más de 50 trabajos, los cuales tuvieron su correspondiente evaluación y dictamen otorgado por la comisión evaluadora conformada a tal efecto.

Las Jornadas se desarrollaron en modalidad virtual durante los días jueves 7 y viernes 8 de septiembre del 2023, las mismas tuvieron apertura y cierre con espacios de exposiciones plenarias dictadas por referentes de la enseñanza de la Ingeniería, con actividades sincrónicas desarrolladas en salas de videos, donde los trabajos se presentaron en ventanas temporales abiertas a la comunidad educativa para la observación del video y a posteriori, intercambio de opiniones, discusiones o debate con los autores presentes.

Lo sustancial de las Jornadas termina siendo la diversidad de trabajos presentados y el intercambio entre colegas enfocados en mejorar la enseñanza y el aprendizaje para las diferentes ramas de la Ingeniería. En este documento queremos compartir, a través de la compilación de trabajos, lo vivido en el mes de septiembre del 2023.

Comité Organizador F.R.P. IX J.E.I.N. 2023
Paraná, 18 de diciembre de 2023

In November 2022, the Board of Directors of the Facultad Regional Paraná, under the Resolution No. 521, provided institutional endorsement, deeming the proposal of the Conference on Engineering Teaching (JEIN, by its initials in Spanish) to be of interest.

The Conference on Engineering Teaching, which is organized by the “Educational Technology and Engineering Teaching Program” from the Rectorship of the Universidad Tecnológica Nacional (UTN), takes place every two years and in 2023 it was hosted by the UTN, Facultad Regional Paraná.

The program is deeply committed to sharing, among others, teaching experiences, advances on research projects and/or extension activities, degree projects, thesis, dissertations, final integration papers, and scholars research projects with the entire UTN community and other higher level educational entities. The topic areas proposed at the Conference were as follows:

- Technologies Applied to Education (TAE)
- Didactics at the University and University Teaching Practice
- Teaching of Engineering and Training for Engineers
- Teaching and Learning Evaluation
- Curricular Innovation in Engineering
- Education for Sustainable Development (EDS) and University Social Responsibility (USR).
- Linking Research with Engineering Teaching.
- Linking High School with University for Engineering Careers.
- Engineering Teaching: traditional, online and/or hybrid rooms (synchronous/asynchronous online and/or face-to-face classes)

In this Ninth Edition, more than 50 papers were submitted to be assessed and evaluated by an evaluation committee formed for that purpose.

The Conference was held in online mode on Thursday, September 7 and Friday, September 8, 2023, with opening and closing plenary presentations given by leading figures in engineering education, in addition to synchronous activities offered through video rooms, where the works were presented through temporary windows to the educational community and, afterwards, there was an exchange of opinions, discussions and debates with the authors present.

The essential aspect of the Conference is the diversity of the papers presented and the exchange among colleagues focused on improving the teaching and learning processes for the different Engineering branches. In this document, and through the compilation of papers, we want to share what we experienced in the month of September 2023.

**9th Conference on Engineering Teaching Organizing Committee, FRP, 2023
Paraná, December 18, 2023**

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

Dr. Claudio Dominighini

Editor Asociado – Coordinador de las IX JEIN:

Dr. Ing. Ernesto Klimovsky

Integrantes del Comité Científico (Consejo asesor del programa)

Dra. Zulma Cataldi

Ing. Marta Caligaris

Ing. Susana Juanto

Ing. Ricardo Muñoz

Mg. Sonia Pompeya Pastorelli

Integrantes del comité organizador – editorial FRP

Dr. Ing. Ernesto Klimovsky

Arq. Ernesto Acrich

Ing. Esp. Ivan Alvarenque

Dr. Ing. Hernán Duarte

Ing. Agustín Lescano

Sr. Eduardo Zamboni

Comité Evaluador

Dr. Ing. Ernesto Klimovsky

Dr. Ing. Hernán Duarte

Mg. Ing. Lucas Maggiolini

Mg. Ing. Sergio Burgos

Mg. Ing. Milton Martin

Dra. Ing. Roxana Ramírez

Prof. Gustavo de Dios Pita

Mg. Ing. Gustavo Romero

Ing. Alicia Carbonell

Ing. Celso Beltrame

Ing. Ivan Arcusin

Ing. Juan Manuel Franco

Mg. Ing. Maria Alicia Genignani

Ing. Luciana Martinez Bovier

Mg. Prof. Graciela Yugdar Tofalo

Ing. Alejandro Dachary

Índice

La Didáctica en la Universidad y la Práctica Docente Universitaria

Ambiente de Aprendizaje Inteligente desde la Gestión del Conocimiento Pág.16

Intelligent Learning Environment from Knowledge Management

Ana Muñoz, Santiago Pérez, María Stefanoni, Daniela Carbonari, Bruno Roberti, Higinio Facchini

El análisis lingüístico como práctica docente para la didáctica y la enseñanza de inglés en ingeniería..... Pág.23

Linguistic analysis as a teaching practice for the pedagogy and teaching of English in engineering.

Luciana López, Verónica Muñoz

Estrategia innovadora de Aprendizaje Basado en Proyectos con estudiantes de Ingeniería Electrónica Pág.33

An innovative strategy of Project-Based Learning with Electronic Engineering students

Hernán Duarte, Gustavo Romero, Mónica Krenz, Fabio Vincitorio

Juego de roles: analizando partes interesadas Pág.39

Role play: analyzing stakeholders

Marina Migueles, María Betina Berardi, Mariela Ambrústolo

Perspectiva de género en los currículos de ingeniería y arquitectura: una experiencia de formación del profesorado..... Pág.48

Gender mainstreaming in engineering and architecture curriculum: A teacher training experience

Ana J. López, Alberto Ramil, María Carreiro, Cándido López, Eva Aguayo

Ventajas de la aplicación de test de detección rápida frente a técnicas analíticas clásicas como alternativa académica..... Pág.56

Advantages of the rapid detection test application against classical analytical techniques as an academic alternative

Aldana A. Chesta, Romina A. Beltrán, Agostina B. Bragas, Camila Bellotti, Sofía B. Huerta

Enseñar a leer y escribir en el nivel de posgrado en UTN. La experiencia de la Facultad Regional Rosario desde la perspectiva estudiantil Pág.65

Teaching reading and writing at the postgraduate level at UTN. The experience of the Rosario Regional Faculty from the students' perspective

María Isabel Pozzo, Florencia Rosso, Nara Alegre

Co-evaluaciones como recurso didáctico y motivacional en UDB Cultura e Idiomas UTN-FRBA Pág.73

Co-evaluation as a didactic and motivational resource in Culture and Language teaching unit in Argentinian's Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires

Marcelo Oscar Gottardo, Milena Ramallo, Claudio Dominighini, Zulma Cataldi

La Educación para el Desarrollo Sustentable y la Responsabilidad Social Universitaria

Un aporte de la Investigación Operativa en las problemáticas socioambientales Pág.80

A contribution of Operations Research to socio-environmental issues

Carolina Mori, Daniela Gomez, Julieta Toscano, María Alejandra Olmos

Desarrollo de capacidades para la sostenibilidad en estudiantes preuniversitarios a través de la Química..... Pág.86

Sustainability skills development in pre-university students through Chemistry.

Hernán Duarte, Luciana Martinez Bovier, Maria del Rosario Schmidt Cavallero, Juliana Deyusto, Paula Marcuzzi

La Enseñanza de la Ingeniería: Aulas tradicionales, virtuales y/o híbridas (modalidad virtual sincrónica/asincrónica y/o presencial)

Diseñar una propuesta académica e-blended para la carrera Ingeniería Industrial desde el análisis de su diseño curricular centrado en competencias Pág.95

Design an e-blended academic proposal for the Industrial Engineering career from the analysis of its curricular design focused on competencies

Blanca Carrizo, María Laura Gallegos, Jorge Abet, Marcelo Cinalli

Experiencias de Aprendizaje Autónomo y Cooperativo en el Laboratorio de Química Pág.100

Autonomous and Cooperative Learning Experiences in the Chemistry Laboratory

Gabriela Leiva, Marina Sánchez, Bettina L. Marchisio, Pablo C. V. Sánchez, Analía V. Russo, M. Fernanda Lopolito, Ayelén García Federico

La Enseñanza de la Ingeniería y la formación de Ingenieros

Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC (UTN FRAFRBB-FRTL: 2020-2023) Pág.110

Pedagogical factors and student-centered learning with competencies and ICT (UTN FRA-FRBB-FRTL: 2020-2023)

Rafael Omar Cura, Karina Cecilia Ferrando, Verónica Vanoli, Luis Carabelli, Adrián Gericó, María de las Mercedes Pagella

La Estática Gráfica computacional aplicada a la formación en competencias en Diseño Estructural Pág.117

Computational Graphic Static for skill training in Structural Design

Hugo Begliardo

La virtualidad y las percepciones de los estudiantes Pág.125

Virtuality and student's perceptions

Carolina Tarayre, Anabela Eberling

Abordaje Alternativo al Problema del Desgranamiento en las Instituciones de Enseñanza Superior Pág.132

Alternative approach to the problema of dropout in higher education institutions

Enrique Silvano, Gabriela Barja, Fabio Vincitorio, Giovanni Pelaez

Contextualización y Dinamización de las Ecuaciones Diferenciales: una experiencia áulica en las Ingenierías... Pág.140

Contextualization and Dynamization of Differential Equations: a classroom experience in Engineering

Mariana Cisneros, Daniela Emmanuele

Rediseño de Plataforma Web para el Aprendizaje del Lenguaje SQL Mediante el Enfoque Basado en Competencias..... Pág.145

Web Platform Redesign for SQL Language Learning Through the Competency-Based Approach

María Soledad Romero, Luis Esteban Damiano, Calixto Maldonado, Andrea Guevara, Rubén Romero, Oscar Carlos Medina, Gastón Ignacio Ríos, Juan Matías Giro, Marcos León

Formación interdisciplinaria en Ingeniería: experiencia de la cátedra de Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad Pág.152

Interdisciplinary Engineering Education: experience of the chair of Inclusive Design for Users with Disabilities.

Silvia Vega, Andrea Cortizo, Javier Giménez

Experiencia de Articulación entre Cálculo Vectorial y Física en Ingeniería: Aplicaciones en Electrostatica Pág.160

Articulation Experience between Vector Calculus and Physics in Engineering: Applications in Electrostatics

Lorena S. Correa, Laura Oliva, Raúl Correa, Natacha Benavente, María Laura Herrero

Estudio de las concepciones de tecnología de estudiantes avanzados de ingeniería. Avances metodológicos en la investigación Pág.167

Study of the conceptions of technology of advanced engineering students. Methodological advances in research

Leandro Altamirano, Elida Clara Repetto, Milena Ramallo, Rosa Giacomino, Francisco Sollima, Gerardo Denegri, Esteban Cuerda, Santiago Raynoldi, María Eugenia Lardit, Mariela Marone

Desarrollo de competencias mediante Aprendizaje Basado en Proyectos..... Pág.175

Development of competences through Project-Based Learning

Adriana Lescano, Jesica Puy, Andrés Puy

Una experiencia de formación en competencias emocionales en la carrera de Ingeniería Industrial..... Pág.183

A training experience in emotional competencies in the Industrial Engineering career path

María Victoria D´Onofrio, Paola Prestes, Antonio Morcela

Introducción al dibujo tecnológico. Seminario en curso de ingreso para estudiantes de ingeniería U.T.N. – F.R.P. Pág.191

Introduction to Engineering Drawing. Seminar for Engineering Students in the Admission Course - U.T.N. – F.R.P.

Ernesto Vidal Acrich, Gerardo Martin Flores

Superficies. La importancia de su visualización Pág.198

Surfaces. The importance of your visualization

Marcela Natalia Baracco, Giuliano Ardisson, Nicolás Rubén Burgos

La Enseñanza por competencias: evaluación de estudiantes de la asignatura de Diseño de Producto en Ingeniería Industrial de la FRSF-UTN. Pág.204

Competence-based teaching: student assessment of students of the subject Product Design in Industrial Engineering of the FRSFUTN.

Fabián Rodolfo Gon, Rodrigo Mariano Agosta

Desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de Ingeniería Electrónica..... Pág.213

Development of mathematical competences in Electronic engineering students

Lorena Laugero, María Elena Schivo, Gabriel Bertero, María Celeste González

Implementación de secuencias didácticas en el Ingreso a Ingeniería en la FRSF, como estrategia para la nivelación en Química General Pág.221

Implementation of didactic sequences in the Admission to Engineering in the FRSF, as a strategy for leveling in General Chemistry

Vanina Mazzieri, Mauren Fuentes Mora, Carlos Córdoba, Maximilano Schiappa Pietra, Tomas Assenza

Enseñar Matemática a partir de la modelización Pág.231

Teaching Mathematics from modelling

Jorge Paruelo, Silvina Cafferata Ferri, Andrea Campillo, Yalile Srour

Diseño e implementación de una tarea abierta en el aula de Análisis Matemático II Pág.238

Design and implementation of an open task in a Calculus II classroom

Gabriela Righetti, Silvia Seminara

La Evaluación de los Aprendizajes y de la Enseñanza

Propuesta de Evaluación como Herramienta de Acompañamiento del Desarrollo de la Comunicación Efectiva Oral y Escrita en Inglés I..... Pág.246

Formative Assessment Proposal as a Tool to Support the Development of Effective Oral and Written Communication in English I

Graciela E. Yugdar Tófaló, Edith W. Mercaich Sartore, María L. Sollier, Valeria B. Villamonte

Análisis Estadístico para la Valoración de Rubricas de Evaluación, Aplicadas a Trabajos Prácticos de Laboratorio de Física en Carreras de Ingeniería. Estudio Preliminar. Pág.254

Statistical analysis for the evaluation of scoring rubrics, applied to practical work in physics laboratory in engineering careers.

Preliminary study.

Rodrigo Agosta, Fabián Rodolfo Gon, Matías Orué, Victoria Flores

Construyendo redes para avanzar en la Educación Superior Pág.262

Building networks to advance higher education

Johana Vanesa Acevedo, Leonardo, Gastón Barabas, Diana Analía Duré, Graciela Rossana Muchutti, Claudia Roxana Garcia

Planificación por competencias en Química General Pág.272

Planning by competencies in General Chemistry

Marcela Rodríguez, Nidia Viviana Brusadín, Susana Otoy Bet, Liliana Ferrer, Inés Grillo, Antonella Albornoz, Daniel Galvez, Gregorio Gómez, Nelson Cravero, Silvina Tonini

Los inicios en la comunicación en matemática de alumnos de Algebra y Geometría Analítica Pág.283

The beginnings in the communication in mathematics of students of Algebra and Analytical Geometry

Marta Graciela Caligaris, María Rosa Romiti, Hernan Alfredo Martínez

Análisis de la comunicación en matemática mediante una rúbrica diseñada ad hoc Pág.292

Analysis of communication in mathematics through a rubric designed ad hoc

Marta Caligaris, Georgina Rodríguez, Adriana Favieri, Milton Martín, Lucas Maggiolini

Las Innovaciones Curriculares en Ingeniería

Implementación de hackathons de innovación abierta Pág.301

Implementation of open innovation hackathons

Alejandro Gorosito, Hernán Solier Zandomeni, Leandro Gieco, Lucas Vincetín, Nicolás Balducci, Jonathan Dorella, Darío Godino, Leandro Marcipar, Alicia Carbonell

Trazabilidad aplicada al diseño curricular para la innovación curricular de la formación de ingenieros Pág.310

Traceability applied to curriculum design for curricular innovation in engineering education

Andrea Comerci, Daniela Emmanuele

Las Tecnologías aplicadas en Educación

MRM: un software didáctico para la aplicación del Método Racional Modificado - cátedra de Hidrología Urbana Pág.317

MRM: a didactic software for the application of Modified Rational Method - Urban Hydrology course

Juan Francisco Weber

Impulso Ingeniería: Potenciando el Éxito Estudiantil a través de Tutorías Motivacionales Pares en la UTN La Plata..... Pág.326

Engineering Boost: Enhancing Student Success through Peer Motivational Mentoring at UTN La Plata

Romina Istvan, Lorena Plaquin, Aldana Stirz, Azul Mauriño

SOBRE AUSENCIAS Y PRESENCIAS: El vínculo docente-estudiante y su importancia en un tiempo de transiciones Pág.334

About absences and presences: The teacher-student relationship and its importance in a time of transitions

Alejandro Daniel Spiegel, María Gabriela Despuj, Clarisa Fabiana Israel, Silvia Rita Kern, Javier Antonio Marchi, Carina Daniela Pacini, Fernando Cristian Zabala

Estudio de los sistemas masa resorte usando un teléfono móvil inteligente y GeoGebra..... Pág.341

Study of mass spring systems using a smartphone and GeoGebra

Ana Borgarello, Rodolfo Stoll, Carolina Allevi, Hernán Franchetto, Guillermo Bossio

Enseñanza y aplicación de resolución de sistemas de ecuaciones en problemas de ingeniería, utilizando la inteligencia artificial (ChatGPT) combinada Python y de trabajo colaborativo en Google Colab..... Pág.348

Teaching and application of solving systems of equations in engineering problems, using artificial intelligence (ChatGPT) combined Python and collaborative work in Google Colab.

Viviana Cappello, Diego Amiconi

Resolución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales mediante programación con OCTAVE Pág.356

Solving system of linear equations word problems programming in OCTAVE

Cristina Elizabeth Basualdo Soria, Pablo Ernesto Javier Zurita Bianchini, Ximena Natalia Villarreal, Cristian Eduardo Benites, Mauricio Alejandro Santillán, María José Benac

Implementación de un laboratorio virtual para la enseñanza de equilibrio químico Pág.365

Implementation of a virtual laboratory for teaching chemical equilibrium

María Eugenia Morgada, Liliana Aranibar

Diseño de recursos educativos digitales para la enseñanza de métodos numéricos Pág.373

Design of digital educational resources for teaching numerical methods.

Lorena Laugero, Cecilia Cardoso Dupuy, Lucía Forni

Vinculación de Investigaciones con la Enseñanza de la Ingeniería

Propuesta de optimización de producción textil animal a partir de la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático Pág.382

Proposal for the optimization of animal textile production from the application of machine learning algorithms

Blanca Carrizo, Marcelo Arcidiacono, Jorge Abet

Evaluación experimental de la modificación de propiedades funcionales de concentrados proteicos vegetales por aplicación de aditivos alimentarios..... Pág.387

Experimental evaluation of the modification of functional properties of vegetables proteic concentrates by application of food additives

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

Estrategia de articulación de contenidos entre el Ciclo Básico y el Ciclo Superior vinculada al Procesamiento Digital de Imágenes en Ingeniería Electrónica..... Pág.394

Content articulation strategy between the Basic Cycle and the Upper Cycle related to Digital Image Processing in Electronic Engineering

Luciano Emmanuel Savoie, Ernesto Klimovsky

Simulación y modelado de la red eléctrica de una cooperativa mediante el software ETAP como método para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje Pág.402

Simulation and Modeling of a Cooperative's Electric Grid Using ETAP Software as a Method to Enhance the Teaching-Learning Process

Natanael Moreno, Vanesa Hetze, Matías Tielli, Maximiliano García, Pablo Rullo



Trabajos





La Didáctica en la Universidad y la Práctica Docente Universitaria



Ambiente de Aprendizaje Inteligente desde la Gestión del Conocimiento

Intelligent Learning Environment from Knowledge Management

Ana Muñoz

Universidad Broward International, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza. Mendoza, Argentina
amunoz@faculty.biu.us

Santiago Pérez

Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza.
santiagocp@frm.utn.edu.ar

María Stefanoni

Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza.
maria.stefanoni@frm.utn.edu.ar

Daniela Carbonari.

Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza.
daniela.carbonari@docentes.frm.utn.edu.ar

Bruno Roberti.

Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza.
broberti@frm.utn.edu.ar

Higinio Facchini.

Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza.
higiniofac@frm.utn.edu.ar

Resumen

La gestión del conocimiento facilita la organización, la representación y el aprovechamiento del conocimiento. Las ontologías proporcionan una estructura formal para representar el conocimiento, lo cual es fundamental para el desarrollo de sistemas de aprendizaje inteligente.

El aprendizaje inteligente busca mejorar la personalización y adaptabilidad de los entornos del aprendizaje en línea. Estas tecnologías y enfoques permiten aprovechar el conocimiento y los datos disponibles para brindar una mejor experiencia de aprendizaje, satisfaciendo las necesidades individuales de los estudiantes y profesores. A su vez, el aprendizaje inteligente puede ayudar a extraer conocimiento útil de grandes volúmenes de datos y a mejorar los procesos de gestión del conocimiento, como la búsqueda, la clasificación y la recomendación de información relevante. La combinación de ontologías y aprendizaje inteligente puede mejorar la precisión y la eficiencia de los sistemas de gestión del conocimiento, permitiendo una mejor comprensión y utilización del conocimiento disponible para crear el ambiente de aprendizaje inteligente.

Palabras clave: gestión de conocimiento, aprendizaje inteligente, tecnologías del conocimiento, ontologías, ambientes inteligentes.

Abstract

Knowledge management facilitates the organization, representation, and exploitation of knowledge. Ontologies provide a formal structure for representing knowledge, which is fundamental to the development of intelligent learning systems.

Intelligent learning seeks to improve the personalization and adaptability of online learning environments. These technologies and approaches make it possible to leverage available knowledge and data to provide a better learning experience, meeting the individual needs of learners.

In turn, intelligent learning can help extract useful knowledge from large volumes of data and improve knowledge management processes, such as searching, classifying, and recommending relevant information. The combination of ontologies and intelligent learning can improve the accuracy and efficiency of knowledge management systems, enabling better understanding and utilization of available knowledge to create the intelligent learning environment.

Keywords: knowledge management, smart learning, knowledge technologies, ontology, smart environment

Introducción

El conocimiento es la comprensión y las experiencias prácticas de las personas (Omotayo, 2015). Se adquiere a través de múltiples procesos de razonamiento, percepción, comunicación y aprendizaje (Siregar et al., 2019). El conocimiento puede ser explícito o implícito (tácito). El conocimiento explícito está documentado, registrado y codificado para su uso futuro, mientras que el conocimiento implícito o tácito se basa en las experiencias de las personas y no está documentado. El conocimiento es un recurso clave para las organizaciones, las sociedades y los individuos (Shahzad et al., 2016). Garantiza que las organizaciones sigan siendo competitivas mediante su incorporación a la estrategia, los procesos y la cultura empresariales (Bollinger y Smith, 2001; De Boer, 2019; Kaplan et al., 2004). También desempeña un papel fundamental como base del desarrollo económico (Davenport & Prusak, 2000).

La gestión del conocimiento es multidisciplinar y muchas organizaciones se dedican a ella para aprovechar sus ventajas. La gestión del conocimiento ofrece un enfoque estructurado para aprovechar los activos de conocimiento de la organización a través de procesos de gestión del conocimiento (Girard y Girard, 2015). Heisig (2009) descubrió que los procesos de gestión del conocimiento más utilizados son identificar (extraer conocimiento explícito o tácito), crear nuevo conocimiento, almacenar (participar en el almacenamiento estructurado de activos de conocimiento), compartir (recuperar el conocimiento almacenado y compartirlo dentro o fuera de la organización). La incorporación de la tecnología para facilitar los procesos de gestión del conocimiento ha facilitado la colaboración inter e intra-organizativa, lo que ha propiciado la creación de valor, la innovación y el aprendizaje organizativo (Shahzad et al., 2016).

Las tecnologías innovadoras de la información y la comunicación han reformado la enseñanza superior, que ha pasado de la forma tradicional al aprendizaje inteligente. El aprendizaje inteligente aplica los avances tecnológicos y sociales y facilita un aprendizaje personalizado eficaz con tecnologías innovadoras, especialmente dispositivos inteligentes y tecnologías en línea. Los dispositivos inteligentes se refieren a artefactos que presentan algunas propiedades de la computación ubicua, incluida la inteligencia artificial, Internet de las cosas, la tecnología portátil en forma de accesorio como gafas, una mochila o incluso ropa. Así como también el uso de las tecnologías inteligentes, como la computación en la nube, la analítica del aprendizaje o los datos digitales, que se centran en el modo en que los datos del aprendizaje pueden ser capturados, analizados y dirigidos para mejorar el aprendizaje y la enseñanza, y apoyar el desarrollo del aprendizaje personalizado y adaptativo (Mayer et al. 2013; Picciano 2012). En el aprendizaje inteligente, la ubicación en tiempo real puede ser importante para adaptar el contenido y la situación al alumno, sin embargo, la característica más importante es que el sistema sea capaz de asesorar y soportar las necesidades de aprendizaje y de construcción del conocimiento.

En este trabajo se plantea un modelo de conocimiento que permita caracterizar el contexto del aprendizaje que soporte la toma de decisión del alumno durante su proceso de aprendizaje y del profesor en su proceso de enseñanza y construcción de conocimiento.

Gros, B. (2016) analiza los principales retos que hay que superar cuando se va a diseñar entornos educativos inteligentes. Sostiene que una de las características más importantes del aprendizaje inteligente es que los datos utilizados sirvan de retroalimentación al alumno, para apoyar el aprendizaje personalizado. Basándose en su experiencia personal, indica que la aplicación de metodologías de diseño participativo ayuda a desarrollar entornos de aprendizaje inteligentes, adaptados a las necesidades y al contexto sociocultural de los alumnos. Además que los entornos de aprendizaje inteligentes deben integrar el aprendizaje formal e informal para crear entornos de aprendizaje autónomos y adaptables, que apoyen a los alumnos. Estos entornos utilizan de big data y análisis del aprendizaje, para integrar información en tiempo real sobre la ubicación de los alumnos y datos históricos, así como para identificar patrones de aprendizaje significativos. También se deben conocer los diferentes estilos de aprendizaje, estilos cognitivos u otras características de los estudiantes y de las metodologías de enseñanza.

Yusep Rosmansyah y otros (2022) definen un entorno de aprendizaje inteligente (SLE, por sus siglas en inglés), como un sistema de aprendizaje híbrido que proporciona a los alumnos, y a otras partes interesadas, un proceso de aprendizaje divertido al tiempo que consigue resultados de aprendizaje, como resultado de las herramientas y técnicas inteligentes empleadas. Proponen un modelo que adopta como base la arquitectura de los sistemas de tutoría inteligente. Los componentes del modelo lo generaron mediante el mapeo de 12 modelos, marcos y mejores prácticas de SLE existentes. Para la formación y validación del modelo siguieron el proceso de modelado de dinámica de sistemas (DS). Validaron el modelo entrevistando a profesionales y expertos en tecnología educativa, basándose en los resultados de la evaluación de dos instancias de SLE desarrolladas, proponen un modelo de madurez.

Rahayu & Kusumawardani (2022) analizan el uso técnico de ontologías y su proceso de recomendación. Identificaron sistemas de recomendación multidisciplinares, que combinan la ontología con la inteligencia artificial, la tecnología informática, la educación, la psicología de la educación y las ciencias sociales. Los modelos de estudiante y los objetos de aprendizaje siguen siendo los principales usos de la ontología, seguidos de la retroalimentación, las evaluaciones y los datos contextuales. Describen la aplicación de metodologías ontológicas y la integración de recomendaciones basadas en ontologías, en las tecnologías de aprendizaje existentes.

Chen & Wang (2022) hacen una revisión sobre el aprendizaje inteligente, a través de un análisis de modelos sobre aprendizaje inteligente. Buscan respuestas a: 1) ¿Cuáles han sido los principales temas de investigación relacionados con el aprendizaje inteligente?, y 2) ¿Cómo han evolucionado estos temas? Los resultados demuestran la existencia de varios temas de investigación importantes. Por ejemplo, el aprendizaje interactivo y multimedia, la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), el reconocimiento de asistencia y atención, el aprendizaje combinado para el aprendizaje inteligente, y la informática afectiva y biométrica. Además, identificaron varios temas emergentes, como el análisis de aprendizaje inteligente, ingeniería de software para sistemas de aprendizaje electrónico, IoT (Internet de las cosas) y computación en nube, y educación STEM.

Estos antecedentes nos proporcionan información acerca de los diferentes componentes del aprendizaje inteligente. Algunos los caracterizan de acuerdo a modelos temáticos como en Chen & Wang (2022). En Caracterizan el modelo desde los elementos que utiliza el estudiante para aprender. En Rahayu & Kusumawardani (2022) describen un modelo que adopta como base la arquitectura de los sistemas de tutoría inteligente, desde la unión de varios modelos, y Gros, B. (2016) describe y utiliza técnicas de big data, y de análisis del aprendizaje, para integrar información en tiempo real sobre la ubicación de los alumnos, y datos históricos, para identificar patrones de aprendizaje.

Uniendo estas visiones del aprendizaje inteligente, en este artículo, se propone un modelo de conocimiento que permita crear el ambiente de aprendizaje inteligente, desde la visión del conocimiento, los procesos y los datos involucrados en el mismo.

A continuación, se plantean los elementos del modelo, desde la visión del modelado de arquitectura de conocimiento y, luego, desde las ontologías. Donde una ontología es la definición de conceptos, atributos y relaciones, para un dominio de conocimiento (en nuestro caso el aprendizaje inteligente).

Desarrollo

Los modelos de conocimiento posibilitan los espacios de conocimiento de un dominio en un lenguaje correcto. Este conocimiento debe estar representado y organizado de manera que pueda apoyar los procesos de toma de decisiones. Las Ontologías permiten la representación del conocimiento. Es por ello por lo que se utiliza para el desarrollo de nuestro modelo la metodología utilizada por Muñoz y otros (2012). Esta estructura tiene tres capas, y todas ellas están representadas a través de ontologías, que modelan el conocimiento para un ambiente de aprendizaje inteligente en tres niveles.

La primera capa describe la lógica organizacional del aprendizaje inteligente. A partir del modelo organizacional, se describen los procesos que ocurren durante el aprendizaje inteligente que representa la segunda capa. La tercera capa representa la gestión y gobernanza de los datos existentes y que se generan durante la ejecución de los procesos. Estas tres capas se representan a través de las ontologías. La ontología describe el dominio de conocimiento a través de conceptos, sus relaciones y reglas de negocio para el aprendizaje inteligente.

Modelo de Conocimiento para el Aprendizaje Inteligente

El modelo de conocimiento para el aprendizaje inteligente se define a través de una arquitectura, que proporciona un marco que define los elementos en tres capas: conocimiento organizacional, procesos y datos.

Para definir nuestra primera capa se utiliza la descripción de Koehler et al (2009), del Marco de Conocimiento del Contenido Pedagógico Tecnológico (TPACK: Technological Pedagogical Content Knowledge Framework por sus siglas en inglés), que se caracteriza por la intersección de tres componentes: tecnología, pedagogía y contenido. La primera intersección es el Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK (Pedagogical Content Knowledge), por sus siglas en inglés) que se refiere a los métodos y enfoques pedagógicos, que adoptan los profesores para enseñar los conocimientos específicos de una asignatura. La segunda es el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK, Technological Content Knowledge, por sus siglas en inglés) que responde a la pregunta "¿qué tecnologías pueden utilizarse más eficazmente en la enseñanza de una asignatura concreta? Describe el conocimiento y la comprensión que los profesores deben desarrollar sobre cómo aplicar las tecnologías y las herramientas, dentro de su materia específica. Debe prestarse especial atención a los enfoques pedagógicos nuevos e innovadores, que permiten la tecnología. Y finalmente el Conocimiento Pedagógico Tecnológico (TPK Technological Pedagogical Knowledge, por sus siglas en inglés) que responde a la pregunta "¿cómo pueden utilizarse las tecnologías en la enseñanza de una materia? Se refiere a la conciencia tecnológica, la competencia y las habilidades de los profesores en el uso de la tecnología, para apoyar la enseñanza y el aprendizaje de las asignaturas. Un aspecto importante del TPK es la comprensión por parte de los profesores de las posibilidades y limitaciones pedagógicas de los diferentes tipos de tecnologías (Benson & Ward, 2013). La segunda capa está definida por los procesos de conocimiento. A continuación se describe cada uno de ellos.

El proceso de aprendizaje Adaptativo, que describe los elementos que permiten adaptar y personalizar el proceso de enseñanza/aprendizaje, de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y profesores. En el aprendizaje adaptativo, se recopilan y analizan datos sobre el rendimiento y el progreso de los estudiantes a lo largo del tiempo. Estos datos pueden incluir resultados de evaluaciones, respuestas a preguntas, tiempos de respuesta, y otros indicadores relevantes.

A partir de estos datos, se utilizan algoritmos y modelos de aprendizaje automático, para identificar patrones y tendencias individuales, y se ajusta la instrucción en consecuencia.

El proceso de gestión del conocimiento en el aprendizaje inteligente se centra en la captura, organización y utilización de conocimientos en entornos de aprendizaje, que emplean tecnologías inteligentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. La gestión del conocimiento en el aprendizaje inteligente tiene como objetivo aprovechar las capacidades de estas tecnologías, para mejorar la adquisición y aplicación del conocimiento.

El proceso de Aprendizaje en línea está enfocado como un proceso de adquisición de conocimiento a través del acceso a la información, interacción y participación, organización y estructuración del conocimiento, evaluación y retroalimentación, aplicación y transferencia del conocimiento.

El proceso de Recomendación utiliza algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, para sugerir contenido, recursos y/o actividades educativas personalizadas a los estudiantes y profesores, a través de la recopilación de datos, análisis de datos, de acuerdo con los perfiles de usuarios.

El proceso de tutoría inteligente soporta la orientación, apoyo y retroalimentación personalizada a los estudiantes, utilizando tecnologías de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Utiliza procesos de conocimiento como recopilación de información, análisis de datos y modelado del estudiante, planificación y diseño de la instrucción, enseñanza y retroalimentación adaptativa, monitoreo y evaluación del progreso del estudiante.

El proceso de aprendizaje colaborativo consiste en la creación de un entorno, que implica la formación de grupos compatibles, el acceso a recursos compartidos, la interacción y comunicación entre estudiantes, la co-construcción de conocimiento, el apoyo y la retroalimentación, y la evaluación continua del proceso de aprendizaje.

La última capa es la de datos, que se refiere al conjunto de políticas, procesos y prácticas que aseguran la gestión adecuada y ética de los datos utilizados en los sistemas de aprendizaje inteligente. Esto implica establecer normas y procedimientos para la recopilación, almacenamiento, procesamiento, uso y compartición de datos, con el objetivo de garantizar la privacidad, seguridad, transparencia y calidad de estos. Los elementos clave de la gobernanza de datos en el contexto del aprendizaje inteligente son el marco normativo y legal, políticas y estándares, transparencia y consentimiento informado, protección de la privacidad y seguridad, la calidad de los datos, y la responsabilidad y rendición de cuentas. En la Figura 1 se muestra la arquitectura del modelo.

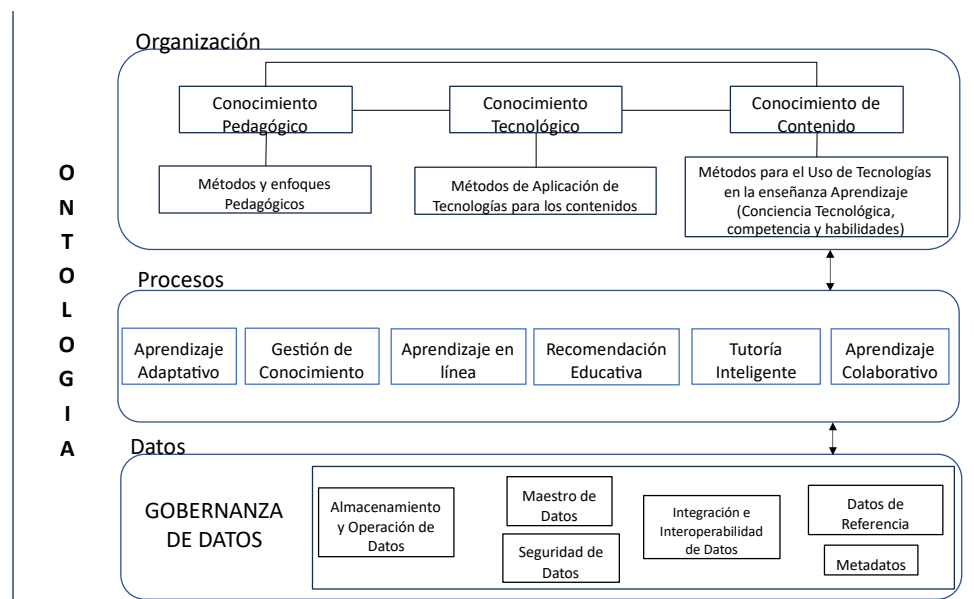


Figura 1. *Arquitectura del Modelo de Conocimiento para el Aprendizaje Inteligente*

Estos son algunos de los componentes clave que conforman la arquitectura de conocimiento del modelo. Cabe destacar que la forma en que se organiza y se implementa puede variar según los contextos educativos específicos, y los enfoques pedagógicos adoptados.

Conclusiones

¿Cómo podemos crear un ambiente de aprendizaje (ambiente que soporta tanto al que enseña como al que aprende), que ayude a crear contenidos, distribuirlos, ser utilizados por los estudiantes, y que soporte tanto al estudiante como el profesor en su desempeño? Todo basado en experiencias.

En el aprendizaje inteligente, la ubicación en tiempo real puede ser importante para adaptar el contenido y la situación al alumno. Sin embargo, la característica más importante es que el sistema sea capaz de asesorar y soportar las necesidades de aprendizaje y de construcción del conocimiento. En este trabajo se ha planteado un modelo de conocimiento, que permite caracterizar el contexto del aprendizaje, que soporte la toma de decisión, para el alumno en su proceso de aprendizaje, y el del profesor en su proceso de enseñanza y construcción de conocimiento.

Actualmente, se está desarrollando la representación del conocimiento del modelo de aprendizaje inteligente a través de las ontologías utilizando Protégé OWL Knublauch, Holger, et al.(2004).

Referencias

- Benson, S.N.K., & Ward, C.L. (2013). "Teaching with technology: Using TPACK to understand teaching expertise in online higher education". *Journal of Educational Computing Research*, 48(2),153-172.
- Bollinger, A. S., & Smith, R. D. (2001). "Managing organizational knowledge as a strategic asset". *Journal of Knowledge Management*.
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Wang, F. L. (2021). "Past, present, and future of smart learning: a topic-based bibliometric analysis". *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18, 1-29.
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (2000). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Ubiquity, 2000 (August), 6.
- De Boer, E. (2019, 21 January 2019). *The Fourth Industrial Revolution's scarcest commodity? Time*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/operationsblog/the-fourth-industrial-revolutions-scarcest-commodity-time>
- Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., and Juristo, N. (1997) "Methontology: from ontological art towards ontological engineering".
- Girard, J., & Girard, J. (2015). *Defining knowledge management: Toward an applied compendium*. *Online Journal of Applied Knowledge Management*, 3(1), 1–20.
- Gros, B. (2016). "The design of smart educational environments". *Smart learning environments*, 3(1), 1-11.
- Heisig, P. (2009). *Harmonisation of knowledge management – comparing 160 KM frameworks around the globe*. *Journal of Knowledge Management*, 13(4), 4–31.

Kaplan, R. S., Kaplan, R. E., Norton, D. P., Davenport, T. H., & Norton, D. P. (2004). *Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*: Harvard Business Press.

Knublauch, H., et al. (2004). "The Protégé OWL plugin: An open development environment for semantic web applications." *The Semantic Web—ISWC 2004: Third International Semantic Web Conference*, Hiroshima, Japan, November 7-11, 2004. *Proceedings 3*. Springer Berlin Heidelberg.

Koehler, M., and Punya, M. (2009). "What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?" *Contemporary issues in technology and teacher education* 9.1: 60-70.

Muñoz A., Lamolle M., Pérez J., Ramirez Y., Uzcátegui M., Angarita D. (2012). "Modelo Ontológico para la Educación Interactiva a Distancia a través de la Gestión del Conocimiento". *JIIISIC, The Latin American Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*.

Naik, A. H., & Chandran, M. (2016). "Knowledge management as an important tool in organizational management: a review of literature". *International Journal in Commerce, IT & Social Sciences*, 11(3), 1–11.

Omotayo, F. O. (2015). "Knowledge Management as an important tool in Organisational Management: A Review of Literature". *Library Philosophy and Practice*, 1(2015), 1–23.

Rahayu, N. W., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2022). "A systematic review of ontology use in ELearning recommender system". *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100047.

Shahzad, K., Bajwa, S. U., Siddiqi, A. F. I., Ahmid, F., & Raza Sultani, A. (2016). "Integrating knowledge management (KM) strategies and processes to enhance organizational creativity and performance: An empirical investigation". *Journal of Modelling in Management*, 11(1), 154–179.

Siregar, Z. M. E., Suryana, E. A., Ahman, E., & Senen, S. (2019). "Does knowledge management enhance innovation: A literature review". *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(9), 1991– 1994.

Uskov, Vladimir L., Jeffrey P. Bakken, and Akshay Pandey. (2015) "The ontology of next generation smart classrooms." *Smart education and smart e-learning*. Springer International Publishing.

Rosmansyah, Y; Putro, B; Putri, A; Utomo, N & Suhardi (2022): "A simple model of smart learning environment" *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2021.2020295.

El análisis lingüístico como práctica docente para la didáctica y la enseñanza de inglés en ingeniería.

Linguistic analysis as a teaching practice for the pedagogy and teaching of English in engineering.

Luciana López

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
llopez@hum.unrc.edu.ar

Verónica Muñoz

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina
vmunoz@hum.unrc.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo es ilustrar cómo el análisis lingüístico, basado en la teoría de los géneros y el modelo de múltiples niveles, permite acopiar valiosa información sobre el lenguaje que debe enseñarse en cada contexto disciplinar y, así, contribuir a la enseñanza de Inglés Técnico en Ingeniería y a la formación de los futuros ingenieros. Primero, desglosaremos los dos marcos teóricos que sustentan nuestro trabajo. Seguidamente, presentaremos, a modo ilustrativo, el análisis lingüístico del libro de texto *Advanced Engineering Electromagnetics*, material que usamos para la elaboración de guías de estudio y exámenes. Por último, expondremos algunas reflexiones finales a fin de destacar la importancia del análisis lingüístico como una práctica docente fundamental para los profesores de Inglés con Fines Específicos, considerando particularmente la especificidad disciplinar, como ocurre en la enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros, tema que nos convoca en estas jornadas.

Palabras clave: Inglés con Fines Específicos - lectura - análisis lingüístico - práctica docente

Abstract

The aim of this paper is to illustrate how linguistic analysis, based on genre theory and the multilevel model, allows us to collect valuable information about the language that should be taught in each disciplinary context, thus contributing to the teaching of Technical English in Engineering and to the training of future engineers. First, we will explain the two theoretical frameworks that support our work. Next, we will develop, by way of illustration, the linguistic analysis of the textbook *Advanced Engineering Electromagnetics*, material that we use for the design of study guides and exams. Finally, we will present some concluding remarks in order to highlight the importance of linguistic analysis as a fundamental teaching practice for English for Specific Purposes practitioners, particularly considering the specificity of the discipline, as in engineering teaching and engineers' training.

Keywords: English for Specific Purposes - reading - linguistic analysis - teaching practice

Introducción

El presente trabajo se contextualiza en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC). La institución ofrece cinco carreras de grado: Ingeniería Electricista, en Energías Renovables, en Telecomunicaciones, Mecánica, y Química. En todas las carreras se dictan las materias curriculares obligatorias *Inglés Técnico I* e *Inglés Técnico II*, ambas centradas en la enseñanza de la lectura de géneros académicos y científicos propios de la disciplina. Su objetivo principal es orientar a los estudiantes hacia el desarrollo de la competencia lectora a partir de la adquisición y aplicación de estrategias de lectura para la comprensión de géneros disciplinares en inglés, abarcando diferentes niveles: contextual, discursivo y microtextual. Los objetivos específicos son: a) comprender textos de la especialidad para acceder a bibliografía académica y científica en inglés; b) reconocer elementos lingüísticos, paralingüísticos y retóricos del discurso de la ingeniería; c) desarrollar y aplicar estrategias de lectura de orden superior y de orden inferior -antes, durante y después de la lectura; d) aplicar conocimientos lingüísticos y estratégicos que permitan a los estudiantes desarrollar una actitud crítica frente al texto.

Inglés Técnico I e *Inglés Técnico II* se encuadran teórica y metodológicamente en el área de Inglés con Fines Específicos (IFE), disciplina vinculada epistemológica y teóricamente al campo de las Lenguas con Propósitos Específicos (Basturkmen y Elder, 2004; Bhatia, 2008; Engberg, 2010; Gollin-Kies et al., 2015; Hyland, 2002; Master, 2005). Como subdisciplina de la enseñanza e investigación de Inglés, en las últimas décadas IFE ha cobrado protagonismo en las universidades a nivel nacional e internacional. Una de las principales características de los cursos enmarcados en este enfoque es que son impartidos, generalmente, a estudiantes de la misma disciplina o de disciplinas afines. Esto implica la necesidad de responder a la especificidad de cada campo disciplinar, en nuestro caso, la ingeniería. Dada la homogeneidad disciplinar, los cursos de grado de Inglés con Fines Específicos muy frecuentemente se dictan en cortos períodos de tiempo (uno o dos cuatrimestres), puntualizando la enseñanza en determinadas habilidades y géneros (tipos de textos) (Anthony, 2018; Basturkmen y Elder, 2004; Dudley-Evans y St John, 1998; Hutchinson y Waters, 1987; Hyland, 2002, 2006, 2019; Hyland y Hamp-Lyons, 2002; Johns y Swales, 2002; Kırkgöz y Dikilitaş, 2018; Paltridge y Starfield, 2011, 2013; Terauchi et al., 2020; Woodrow, 2018), en nuestro contexto la lectura de géneros académicos y científicos prototípicos de la ingeniería. El encuadre teórico que hemos presentado nos permite promover el desarrollo de una competencia genérica social, política y actitudinal fundamental para el desempeño académico y profesional de los estudiantes de ingeniería: comunicarse con efectividad para ser capaces de producir e interpretar textos técnicos (CONFEDI, 2018).

A diferencia de los cursos de Inglés General, en los que se usan materiales estandarizados (por ej., libros) producidos y comercializados por editoriales internacionales, en los cursos de IFE los docentes de Inglés se enfrentan al desafío de diseñar material pedagógico específicamente adaptado a las necesidades particulares de determinados grupos de estudiantes, culturas disciplinares e instituciones. Ahora bien, para poder enfocar la enseñanza en géneros disciplinares específicos es fundamental generar evidencia lingüística a partir del análisis y la descripción de los rasgos prototípicos (contextuales, discursivos y microtextuales) que caracterizan a los géneros objeto de enseñanza. La descripción lingüística sistemática, integrada a otros enfoques, es esencial para obtener conocimiento fundado acerca del lenguaje que se debe enseñar (Basturkmen, 2003; Bhatia, 2008; Carkin, 2005; Curry y Lillis, 2004; Dudley-Evans y St John, 1998; Hamp-Lyons, 2011; Hutchinson y Waters, 1987; Hyland, 2002; Hyland y Hamp-Lyons, 2002; Master, 2005). El estudio de las propiedades de los géneros puede realizarse desde diferentes enfoques conceptuales, como el análisis de los géneros (Bhatia, 1993, 2004, 2012, 2017; Nesi, 2013; Paltridge y Starfield, 2011; Swales, 1990) y el modelo de múltiples niveles (Ciapuscio y Kuguel, 2002; Kuguel, 2007).

El objetivo de este trabajo es ilustrar cómo el análisis del discurso, particularmente la descripción lingüística basada en la teoría de los géneros y el modelo de múltiples niveles, permite acopiar valiosa información sobre el lenguaje que debe enseñarse en cada contexto disciplinar y, así, contribuir al mejoramiento de la enseñanza de Inglés Técnico en Ingeniería y a la formación de los futuros ingenieros.

Desarrollo

Fundamentos teóricos

En esta sección intentaremos desglosar, de manera sucinta, los dos marcos teóricos que proporcionan las consideraciones conceptuales y metodológicas para el análisis y la descripción lingüística de los géneros que enseñamos en nuestro contexto pedagógico: la teoría de los géneros y el modelo de múltiples niveles.

La teoría de los géneros proporciona principios teóricos y metodológicos para el estudio de los textos y la variación funcional de la lengua en contextos sociales específicos. Es un enfoque teórico muy consolidado para la investigación de géneros convencionales en el contexto de determinadas prácticas disciplinares, institucionales y culturales con el objetivo de comprender cómo las comunidades discursivas construyen, interpretan y usan los géneros para lograr determinados objetivos (Bhatia, 1993, 2001, 2004; Hyon, 1996; Johns, 2002; Swales, 1990). Un aspecto central es entender las prácticas sociales mediadas por los géneros, que constituyen instrumentos de acción en diversos contextos sociales e institucionales. El concepto de género como constructo teórico permite ganar conocimiento sobre cómo y por qué se producen determinados textos (Bhatia, 2017; Freedman y Medway, 1994; Swales, 1990).

Los géneros se definen como eventos comunicativos estandarizados, escritos u orales, creados en respuesta a actividades sociales rutinarias para interactuar en contextos culturales e institucionales específicos (Bazerman, 2012; Berkenkotter y Huckin, 1995; Bhatia, 1993, 2001, 2004; Devitt, 2004; Martin, 1992; Miller, 1984, 2015; Swales, 1990). Desde esta perspectiva, los textos no se conciben meramente como productos lingüísticos sino como actividades retóricas socialmente contextualizadas que permiten organizar la experiencia y darle significado. El propósito comunicativo, que fundamenta la existencia de cada género y determina los rasgos lingüísticos y retóricos que lo identifican, representa un aspecto central que distingue los distintos textos como ejemplares de un género (Askehave y Swales, 2001; Bhatia, 1993, 2001; Miller, 1984; Swales, 1990). En cuanto a la estandarización de las actividades comunicativas, los géneros se caracterizan por ser estructurados y por poseer determinados recursos lingüísticos y patrones convencionales de organización que los distinguen de otros géneros y que sistematizan las distintas situaciones de comunicación.

El modelo de múltiples niveles (Ciapuscio y Kuguel, 2002; Kuguel, 2007) parte de la hipótesis básica de que el saber sobre clases textuales se origina a través de ordenamientos multidimensionales de representaciones prototípicas en distintos niveles, cada uno representado por diferentes parámetros. El nivel situacional corresponde a los elementos integrantes del contexto de producción, al propósito comunicativo y al ámbito de uso; el nivel funcional incluye la función del texto, las partes textuales funcionales y las secuencias textuales; el nivel semántico se refiere a la temática y la organización de la información, y el nivel formal se representa en la superficie textual mediante los recursos lingüísticos y no lingüísticos.

Los diversos niveles o módulos que se utilizan para caracterizar los textos se vinculan entre sí, es decir, se establece entre ellos un condicionamiento estrecho y recíproco. Las dimensiones superiores determinan los aspectos microestructurales; en tanto que los rasgos microestructurales son aquellos aspectos que permiten describir con fundamento al texto en sus niveles globales (Ciapuscio, 2003). Esta tipología tiene la finalidad no sólo de ofrecer criterios útiles para caracterizar el discurso especializado en tanto tipo textual, sino también para clasificar los textos en función de su grado de especialización.

La teoría aplicada: análisis lingüístico

A continuación presentaremos, a modo ilustrativo, el análisis lingüístico de un género que se emplea para la comunicación de la ciencia y la tecnología: el libro de texto. Hemos escogido el libro *Advanced Engineering Electromagnetics* (Balanis, 2012), uno de los libros que usamos para la elaboración de material de clase, guías de estudio y exámenes. La primera parte del libro está

dirigida a estudiantes de grado avanzados en la carrera de ingeniería y alumnos que se están iniciando en carreras de posgrado en el área de ingeniería. La segunda parte del libro está dirigida a alumnos avanzados de posgrado e ingenieros en ejercicio.

		Información
Género / clase textual		Capítulo de libro Se anuncia explícitamente en el extremo superior de la primera página del texto, donde dice "Chapter 2". Además, se infiere el género del texto a partir de las distintas dimensiones analizadas.
Nivel I. Situación	Ámbito de comunicación	Comunicación interna a la disciplina: de circulación restringida al ámbito académicocientífico
	Interlocutores	Especialista–semilego/especialista Especialista (ingeniero y docente con muchos años de experiencia en la disciplina - Arizona State University- información que se recupera en el prefacio del libro) Semi-lego/especialista (estudiantes de grado avanzados en la carrera de ingeniería, alumnos que se están iniciando en carreras de posgrado en el área de ingeniería, alumnos avanzados de posgrado e ingenieros en ejercicio). Información provista explícitamente en el prefacio del libro: <i>Although the first part of the book is intended for senior undergraduates and beginning graduates in electrical engineering and physics, the later chapters are targeted for advanced graduate students and practicing engineers and scientists.</i>
	Relación entre interlocutores	Asimétrica
	Número	Grupo numeroso: Un autor a muchos lectores. Tal como está pautado en la estructura convencional de los libros, el nombre del autor aparece en la portada.
	Parámetros espacio-temporales	Comunicación gráfica Año 2012
Nivel II. Funciones	Jerarquía funcional	La función dominante es informar (transmitir información). La función complementaria es dirigir (hacer que los lectores comprendan, aprendan y adquieran conocimiento). Ambas funciones se evidencian a lo largo de todo el texto. - Evidencia lingüística de la función dominante: <i>The revolving electrons that surround the nucleus exist in various shells, and they exert forces of repulsion on each other and forces of attraction on the positive charges of the nucleus.</i> - Evidencia lingüística de la función complementaria: <i>For an electron to be freed from an atom, it must acquire sufficient energy to allow it to escape its atomic forces and become a free body. This is analogous to the energy required by a projectile to escape the earth's gravity and become a free body.</i> Además, el capítulo contiene muchos ejemplos y remite (como el resto del libro) al material complementario de multimedia que se ofrece en el sitio web que acompaña al libro. En el capítulo analizado se ofrece una presentación en Powerpoint. Por otro lado, al final del capítulo hay problemas y actividades para que resuelvan los alumnos.
	Dominio	Ingeniería
	Subdominio	Electromagnetismo
	Tema	Propiedades eléctricas de la materia
	Perspectiva sobre el tema	Didáctica: De un especialista a futuros especialistas o ingenieros en ejercicio El texto tiene como objetivo principal transmitir información en el marco de la enseñanza, para que sea comprendida por los estudiantes.

<p>Nivel III. Contenido semántico</p>	<p>Tipo de despliegue temático</p>	<p>Predominan las secuencias expositivas y descriptivas. Ejemplos: <i>An atom of an element consists of a very small but massive nucleus that is surrounded by a number of negatively charged electrons revolving about the nucleus.</i></p> <p><i>Dielectrics (insulators) are materials whose dominant charges in atoms and molecules are bound negative and positive charges that are held in place by atomic and molecular forces, and they are not free to travel.</i></p> <p><i>When a material is subjected to an electric field, the polarization dipoles of the material interact with the applied electromagnetic field.</i></p>
<p>Nivel IV. Forma</p>	<p>Recursos sintácticos</p>	<p>Se advierte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gran cantidad de verbos de relación utilizados para definir conceptos, para proveer explicaciones, y exponer información: <i>There <u>is</u> also a class of dielectric materials that are usually referred to as ferroelectrics [3].</i> <p><i>Thus the polarization vector <u>P</u> <u>is</u> a result of the bound surface charge density – q sp found on the upper and + q sp found on the lower surface of the dielectric slab.</i></p> <p><i>Depending on the element, that number ranges from 1 to 118 and <u>represents</u> the atomic number of the element.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Muchas instancias de voz pasiva, utilizada para definir y explicar conceptos o referirse a fenómenos: <i>The outer shell of an atom <u>is referred to as</u> the valence shell (band) and the electrons occupying that shell <u>are known as</u> valence electrons.</i> <p><i>The total dipole moment p t of a material <u>is obtained</u> by summing the dipole moments of all the orientational polarization dipoles, each of which <u>is represented</u> by (2-1).</i></p>

Recursos léxicos	<p>Se advierte una gran cantidad de léxico especializado. Predominan las palabras técnicas que claramente designan conceptos de la disciplina pero que no tienen significados altamente especializados. Son palabras que probablemente sean fácilmente interpretadas por los lectores: <i>radiation, permeability, conductivity, molecule, atom, electrical charges, hydrogen</i></p> <p>Se observan muchas instancias de definiciones de la terminología especializada a través de diferentes recursos:</p> <p>- Verbos de relación: <i>Magnetic materials <u>are</u> those that <u>exhibit</u> magnetic polarization when they are subjected to an applied magnetic field.</i></p> <p>- Verbos que explícitamente introducen la definición: <i>The electric polarization vector <u>P</u> <u>can</u> then <u>be defined as</u> the dipole moment per unit volume...</i></p> <p><i>Materials that possess strong magnetic moments, but whose adjacent atoms are about equal in magnitude and opposite in direction, with zero net total magnetic moment in the absence of an applied magnetic field, <u>are called</u> antiferromagnetic.</i></p> <p><i>For dielectrics, the formation of the electric dipoles <u>is usually referred to as</u> orientational polarization.</i></p> <p>- Cláusulas relativas: <i>The nucleus contains neutrons, <u>which are neutral particles</u>, and protons, <u>which are positively charged particles</u>.</i></p> <p>- Uso de paréntesis: <i>Since there are several shells (<u>orbits</u>) around the nucleus of an atom, there exist several discrete energy levels (<u>fixed states</u>) each representing a given shell (<u>orbit</u>).</i></p> <p>- Explicaciones: <i>1. Dipole or Orientational Polarization: <u>This polarization is evident in materials that, in the absence of an applied field and owing to their structure, possess permanent dipole moments that are randomly oriented.</u></i></p> <p>- Referencia a la historia y etimología de la palabra: <i>The decades of the 1990s and 2000s have introduced interest and excitement into the field of electromagnetics, especially as they relate to the integration of special types of artificial dielectric materials, coined metamaterials. The word meta, in metamaterials, is a Greek word that means beyond/after, and the term has been coined to represent materials that are artificially fabricated so that they have electromagnetic properties that go beyond those found readily in nature. In fact, the word has been used to represent materials which usually are constructed to exhibit periodic formations whose period is much smaller than the freespace and/or guided wavelength.</i></p>
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 1 – Caracterización del texto a partir del modelo de múltiples niveles

Desde la teoría de los géneros, distinguimos el libro de texto de otros géneros académicos y científicos, y lo caracterizamos como un género pedagógico iniciático empleado en la formación universitaria de grado con el objetivo comunicativo de introducir a los estudiantes de distintas carreras a los conceptos propios de las diferentes teorías que confluyen en una determinada disciplina. Desde el modelo de múltiples niveles, analizamos el texto escogido desglosando sus características más relevantes en cada uno de los niveles, enfocando el análisis en aquellos aspectos que consideramos necesarios para su aplicación pedagógica (Tabla 1),

no sólo en el contexto de las materias en las cuales enseñamos IFE en la Facultad de Ingeniería de la UNRC sino también para la enseñanza de la lectura de textos académicos en otras disciplinas.

Como se desprende de la Tabla 1, el análisis de las distintas dimensiones en cada uno de los cuatro niveles permite establecer criterios y parámetros tanto para la selección de los textos (material de lectura) como para el diseño de materiales pedagógicos en cursos de Inglés con Fines Específicos. Puntualmente en nuestro contexto, los datos arrojados a partir del análisis sirven de base para elaborar guías de trabajo en los manuales de cátedra que debemos diseñar específicamente de acuerdo a las necesidades particulares de nuestros estudiantes y de la cultura disciplinar de ingeniería en la UNRC. A continuación presentaremos, a modo ilustrativo, cómo la evidencia recogida del análisis puede aplicarse en el diseño de guías de trabajo en nuestros manuales de cátedra.

Cabe aclarar que nuestros manuales de cátedra están organizados en guías de trabajo, cada una estructurada en cuatro secciones: 1) contextualización, 2) aproximación al tema, 3) actividades de lengua, y 4) actividades de comprensión. En la primera sección, nos enfocamos en aspectos contextuales donde el género objeto de enseñanza es usado y adquiere valor funcional, tales como propósito comunicativo y social, productores textuales y destinatarios, medios de publicación y circulación del género. En este sentido, la información provista en el nivel situacional y en el nivel funcional nos permite contextualizar el género y familiarizar a los estudiantes con sus características prototípicas, de este modo proporcionando información a los alumnos para que sean capaces de reconocer el género frente a otros tipos de textos académicos y no académicos. Por otra parte, en la siguiente sección, aproximación al tema, puntualizamos sobre el material de lectura en particular que los estudiantes leerán en cada guía, brindando información sobre el título del texto, los autores, la fuente de publicación, el subdominio y el tema sobre el cual tratará el material de lectura. Para ello, se incluyen actividades cuyo objetivo es activar el conocimiento previo de los estudiantes sobre el subdominio y sobre el tema específico desarrollado en el texto. Desde esta perspectiva, aplicamos la evidencia obtenida del nivel de contenido semántico para seleccionar criteriosamente distintos recursos, tales como imágenes, gráficos y preguntas que apuntan a la reflexión de los estudiantes, particularmente en relación a las materias que han cursado o a sus áreas de interés. Seguidamente, en la tercera sección, actividades de lengua, nos proponemos trabajar con actividades de distinta naturaleza que tienen como objetivo destacar los aspectos léxico-gramaticales, retóricos y discursivos más relevantes del texto seleccionado como material de lectura, tales como vocabulario, morfología, gramática, referencia, conectores, entre otros. La elaboración de estas actividades es informada por los datos recolectados en el nivel formal, los cuales indican las principales características lingüísticas que distinguen el género textual objeto de enseñanza de otros tipos de texto. En la última sección de cada guía, actividades de comprensión, presentamos distintas consignas que permiten a los estudiantes tanto integrar como aplicar las estrategias y los conceptos trabajados en las secciones anteriores con el propósito de comprender un texto especializado del área de ingeniería.

Conclusiones

Para finalizar, nos interesa destacar la importancia del análisis lingüístico como una práctica docente ineludible y de mayor importancia para los profesores de Inglés con Fines Específicos, considerando particularmente la especificidad disciplinar, como ocurre en la enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros, tema que nos convoca en estas jornadas. Esperamos, por un lado, haber explicitado los dos marcos teóricos que tomamos como referencia, a saber la teoría de los géneros y el modelo de múltiples niveles, y por otro lado, haber podido mostrar cómo el análisis del discurso, particularmente la descripción lingüística fundada en los lineamientos conceptuales de ambos enfoques teóricos, permite recolectar información sobre las características predominantes de los géneros objeto de enseñanza en los distintos contextos disciplinares, tales como el libro de texto en ingeniería. El acervo de evidencia lingüística redundará, sin duda, en el diseño sistemático de materiales pedagógicos para la enseñanza de inglés, que respondan a la especificidad de cada cultura disciplinar.

Todo esto, por lo tanto, ofrecerá valiosas herramientas para asistir a los estudiantes en el desarrollo de estrategias de lectura que les permitan acceder a bibliografía especializada en inglés y que promuevan su alfabetización académica para transitar las distintas materias a lo largo de toda la carrera. La competencia lectora para la comprensión de textos de especialidad les permitirá a los estudiantes no sólo abordar bibliografía específica del área sino también buscar y seleccionar criteriosamente fuentes de información pertinentes. La enseñanza explícita de la lectura en los cursos de IFE promueve la capacidad de los estudiantes para comunicarse con efectividad mediante la interpretación de textos técnicos (una importante competencia genérica social pautada por el CONFEDI) y la alfabetización académica, fundamental para participar y pertenecer a la cultura y comunidad discursiva de la disciplina, y realizar actividades de recepción de textos requeridas para aprender en la universidad (Carlino, 2005, 2013).

Referencias

- Anthony, L. (2018). *Introducing English for specific purposes*. Routledge.
- Askehave, I., y Swales, J. (2001). "Genre identification and communicative purpose: a problem and a possible solution". *Applied Linguistics*, 22(2), 195-212.
- Balanis, C. (2012). Electrical properties of matter. En C. Balanis, *Advanced Engineering Electromagnetics* Wiley, 39-98.
- Basturkmen, H. (2003). "Specificity and ESP course design". *RELC*, 34(1), 48-63.
- Basturkmen, H., y Elder, C. (2004). The practice of LSP. En A. Davies, y C. Elder (Eds.), *The handbook of applied linguistics*. Blackwell, 672-694.
- Bazerman, C. (2012). Genre as social action. En J. Gee y M. Handford (Eds.), *The Routledge handbook of discourse analysis*. Routledge, 226-238.
- Berkenkotter, C., y Huckin, T. (1995). Rethinking genre from a sociocognitive perspective. En *Genre knowledge in disciplinary communication. Cognition/ culture/ power*. Lawrence Erlbaum, 1-25.
- Bhatia, V. (1993). *Analyzing genre: language use in professional settings*. Longman.
- Bhatia, V. (2001). Analysing genre: some conceptual issues. En S. M. Hewing (Ed.), *Academic writing in context*. University of Birmingham Press, 79-92.
- Bhatia, V. (2004). *Worlds of written discourse: A genre-based view*. Continuum.
- Bhatia, V. (2008). "Lenguas con propósitos específicos: perspectivas cambiantes y nuevos desafíos". *Revista Signos*, 41(67), 157-176.
- Bhatia, V. (2012). "Critical reflections on genre analysis". *Ibérica*, 24, 17-28.
- Bhatia, V. (2017). *Critical genre analysis. Investigating interdiscursive performance in professional practice*. Routledge
- Carkin, S. (2005). English for academic purposes. En E. Hinkel (Ed.), *Handbook of research in second language teaching and learning*. Lawrence Erlbaum, 85-98.

- Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de Cultura Económica.
- Carlino, P. (2013). "Alfabetización académica. Diez años después". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 18(57): 355-381.
- Ciapuscio, G., y Kuguel, I. (2002). *Hacia una tipología del discurso especializado: aspectos teóricos y aplicados*. In J. García Palacios, y M. T. Fuentes (Eds.), *Entre la terminología, el texto y la traducción*. Almar, 37-73.
- Ciapuscio, G. (2003). *Textos especializados y terminología*. IULA. Universitat Pompeu Fabra.
- CONFEDI (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina*. Universidad FASTA Ediciones.
- Curry, M., y Lillis, T. (2004). "Multilingual scholars and the imperative to publish in English: negotiating interests, demands, and rewards". *TESOL Quarterly*, 38(4), 663-688.
- Devitt, A. (2004). *Writing genres*. Southern Illinois University Press.
- Dudley-Evans, T., y St John, M. (1998). *Developments in English for specific purposes. A multi-disciplinary approach*. Cambridge University Press.
- Engberg, J. (2010). *Languages for specific purposes*. En M. Berns (Ed.), *Concise encyclopedia of applied linguistics*. Elsevier, 144-148.
- Freedman, A., y Medway, P. (1994). *Locating genre studies: antecedents and prospects*. En A. Freedman, y P. Medway (Eds.), *Genre and the new rethoric*. Taylor & Francis, 1-20.
- Gollin-Kies, S., Hall, D., y Moore, S. (2015). *Language for specific purposes*. Palgrave Macmillan.
- Hamp-Lyons, L. (2011). *English for academic purposes*. En E. Hinkel (Ed.), *Handbook of research in second language teaching and learning*. Routledge, 89-105.
- Hutchinson, T., y Waters, A. (1987). *English for specific purposes. A learning-centered approach*. Cambridge University Press.
- Hyland, K. (2002). "Specificity revisited: how far should we go now?" *English for Specific Purposes*, 21(4), 385-395.
- Hyland, K. (2006). *English for academic purposes. An advanced resource book*. Routledge.
- Hyland, K. (2019). *English for specific purposes: some influences and impacts*. En X. Gao (Ed.), *Second Handbook of English Language Teaching*. Springer, 337-353.
- Hyland, K., y Hamp-Lyons, L. (2002). "EAP: issues and directions". *Journal of English for Academic Purposes*, 1(1), 1-12.
- Hyon, S. (1996). "Genre in three traditions: implications for ESL". *TESOL Quarterly*, 30(4), 693-719.

Johns, A. M. (2002). Introduction: genre in the classroom. En A. M. Johns (Ed.), *Genres in the classroom. Multiple perspectives*. Lawrence Erlbaum, 3-13.

Johns, A. M., y Swales, J. (2002). "Literacy and disciplinary practices: opening and closing perspectives". *Journal of English for Academic Purposes*, 1(1), 13-28.

Kırkgöz, Y., y Dikilitaş, K. (2018). Recent Developments in ESP/EAP/EMI Contexts. En Y. Kırkgöz, y K.

Dikilitaş (Eds.), *Key issues in English for specific purposes in higher education*. Springer, 1-10.

Kuguel, I. (2007). *La semántica del léxico especializado: los términos en los textos de ecología*. Tesis de doctorado. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada. Universitat Pompeu Fabra. Martin, J. R. (1992). *English text. System and structure*. John Benjamins.

Master, P. (2005). Research in English for specific purposes. En E. Hinkel (Ed.), *Handbook of research in second language teaching and learning*. Lawrence Erlbaum, 99-115.

Miller, C. (1984). "Genre as social action". *Quarterly Journal of Speech*, 70, 151-167.

Miller, C. (2015). "Genre as social action (1984), revisited 30 years later (2014)". *Letras&Letras*, 31(3), 56-72. Disponible en <<http://www.seer.ufu.br/index.php/letraseletras/article/view/30580/16706>>

Nesi, H. (2013). ESP and corpus studies. En B. Paltridge, y S. Starfield (Eds.), *The handbook of English for specific purposes*. Wiley-Blackwell, 407-426.

Paltridge, B., y Starfield, S. (2011). Research in English for specific purposes. En E. Hinkel (Ed.), *Handbook of research in second language teaching and learning*. Routledge, 106-121.

Paltridge, B., y Starfield, S. (Eds.). (2013). *The handbook of English for specific purposes*. Wiley-Blackwell, 407-426.

Swales, J. M. (1990). *Genre Analysis. English in academic and research settings*. Cambridge University Press.

Terauchi, H., Noguchi, J., y Tajino, A. (2020). *Towards a new paradigm for English language teaching. English for specific purposes in Asia and beyond*. Routledge.

Woodrow, L. (2018). *Introducing course design in English for specific purposes*. Routledge

Estrategia innovadora de Aprendizaje Basado en Proyectos con estudiantes de Ingeniería Electrónica

An innovative strategy of Project-Based Learning with Electronic Engineering students

Hernán Duarte

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.
hernanduarte@frp.utn.edu.ar

Gustavo Romero

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.
gustavoromero@frp.utn.edu.ar

Mónica Krenz

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.
gustavoromero@frp.utn.edu.ar

Fabio Vincitorio

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.
fabiovincitorio@frp.utn.edu.ar

Resumen

En la era digital, es esencial que los estudiantes desarrollen habilidades diversificadas para poder adaptarse a diferentes situaciones. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque pedagógico centrado en el estudiante que busca que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades a través de la resolución de problemas reales o la creación de productos tangibles. En la cátedra de Física Electrónica de la FRP-UTN, se aplicó ABP incentivando la construcción de dispositivos para visualizar las propiedades de las ondas. Los estudiantes presentaron sus proyectos, y se seleccionaron tres para su construcción con recursos de un proyecto de extensión y algunos materiales reciclados. Este proceso permitió a los estudiantes construir su propio conocimiento, desarrollar habilidades prácticas fundamentales de trabajo en equipo, análisis crítico de información, argumentación y comunicación científica. La aplicación del ABP tuvo un impacto positivo en la apropiación del conocimiento, las habilidades adquiridas, la motivación y la calidad del producto por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos; Aprendizaje centrado en el estudiante; Ingeniería Electrónica; Ondas.

Abstract

In the digital age, it is essential that students develop diversified skills to be able to adapt to different situations. Project-Based Learning (PBL) is a student-centered pedagogical approach that seeks to have students acquire knowledge and skills through solving real problems or creating tangible products. In the Electronic Physics course at FRP-UTN, PBL was applied by encouraging the construction of devices to visualize the properties of waves. Students presented their projects, and three were

selected for construction with extension project resources and some recycled materials. This process allowed the students to build their own knowledge, develop teamwork, critical analysis of information, argumentation, and scientific communication skills. The application of PBL had a positive impact on the appropriation of knowledge, acquired skills, motivation, and quality of the product by students.

Keywords: Project-based learning; Student centered learning; Electronic Engineering; Waves.

Introducción

Una de las principales características de la era digital que transitamos es la constante evolución de los ámbitos sociales, políticos y, especialmente, tecnológicos, lo que dificulta la identificación de las herramientas que serán necesarias para el desempeño del futuro ingeniero (Krajcik y Shin, 2014). Por ello, resulta fundamental que se fomente en los estudiantes el desarrollo de habilidades generales lo más diversificadas posibles, a fin de que estén preparados para adaptarse a diferentes contextos y situaciones. En este sentido, se han propuesto diversas metodologías de aprendizaje centrado en el estudiante como el Aprendizaje Basado en Problemas y el Aprendizaje basado en Proyectos. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un enfoque pedagógico centrado en el estudiante que busca que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades a través de la realización de proyectos o tareas prácticas que implican la resolución de problemas reales o la creación de productos tangibles. En lugar de centrarse únicamente en la transmisión de información teórica, el ABP fomenta la participación activa de los estudiantes, promoviendo el trabajo en equipo, la investigación, la toma de decisiones y la aplicación de conocimientos en situaciones reales. La creación de dispositivos reales es lo que distingue al ABP de otras pedagogías centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en problemas (Guo et. al.). Este proceso de creación requiere que los estudiantes trabajen juntos para encontrar soluciones a problemas auténticos en el proceso de integración, aplicación y construcción del conocimiento. Los docentes cumplen el rol de guías y facilitadores, brindan retroalimentación y apoyo a los estudiantes para ayudar en su proceso de aprendizaje. En la literatura, se han reportado resultados que sugieren que la técnica del ABP mejora la participación de los estudiantes al permitir el intercambio y la discusión de conocimientos e información (Almulla, 2020). Por lo tanto, se recomienda enfáticamente el uso del método ABP en la formación de ingenieros para lograr que los estudiantes se involucren en su proceso de aprendizaje.

En este trabajo, presentamos una experiencia innovadora de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) aplicada a la asignatura de Física Electrónica en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad Regional Paraná de la Universidad Tecnológica Nacional (FRP-UTN). Nuestro objetivo principal fue crear un entorno de enseñanza de la Física que involucrara activamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Específicamente, fomentamos el trabajo en equipo entre los estudiantes para que diseñaran y construyeran dispositivos que les permitieran explorar de manera didáctica el comportamiento de las ondas. Cada equipo presentó su proyecto, que incluía detalles sobre los fundamentos teóricos, antecedentes, materiales y costos. Aquellos proyectos calificados como viables recibirían financiamiento para que los propios estudiantes los construyeran y formaran parte de una muestra científico-tecnológica en nuestra institución.

Esta propuesta buscaba transformar el Laboratorio de Física en un espacio de ABP, donde los estudiantes no solo comprendieran las ideas principales sobre el comportamiento de las ondas, sino que también profundizaran y exploraran de manera autónoma, construyendo así su propio conocimiento. Finalmente, presentamos los resultados de una encuesta de percepción realizada a los estudiantes para evaluar la experiencia.

Se construyeron tres dispositivos, que actualmente integran la muestra de Ciencia y Tecnología de FRP-UTN. Se logró reducir significativamente los costos, debido a que los estudiantes decidieron utilizar materiales reciclados que complementaron la compra de componentes y materiales con fondos de un proyecto financiado por el Fondo de Incentivo a las Artes, la Ciencia y la Cultura (FEICAC) de la Municipalidad de Paraná. Se fomentó el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo, análisis crítico de información argumentación y comunicación de la Ciencia.

Desarrollo

La Universidad Pública juega un papel fundamental en la promoción y comunicación de la Ciencia y la Tecnología a la sociedad. En este sentido, es su responsabilidad fomentar la divulgación científica, ofrecer recursos y servicios para la investigación y el desarrollo tecnológico y establecer programas de formación que permitan el crecimiento académico y profesional de los estudiantes en estas áreas.

En la cátedra de Física se han estado implementando una serie de actividades tendientes a transformar el tradicional modelo de Aprendizaje Basado en Teoría, en el cual el docente actúa como depositario del conocimiento y el estudiante cumple el rol de simple receptor de información, por un modelo de enseñanza centrado en el estudiante, que genere aprendizajes significativos. En esa línea, es deseable transformar el Laboratorio de Física en un espacio de exploración, experimentación y construcción del conocimiento de manera colaborativa e interactiva donde los estudiantes puedan adquirir habilidades prácticas que son fundamentales para su futuro desempeño laboral. Asimismo, los docentes de la cátedra sabemos de la importancia de la componente actitudinal en el proceso de apropiación de conocimientos y la necesidad de mantener motivados a los alumnos. Por todo esto, nos propusimos implementar la metodología de ABP durante el curso de Física Electrónica.

Por su parte, en 2022 la FRP-UTN decidió enfrentar el desafío de crear una muestra itinerante de Ciencia y Tecnología canalizado principalmente a partir de docentes del GIF y otros dos Laboratorios. Dentro de este proyecto, en la asignatura de Física Electrónica, se incentivó a los estudiantes para que sean ellos mismos quienes construyan y comuniquen el conocimiento relacionado con propiedades y comportamiento de las ondas de sonido.

En una primera etapa, los estudiantes recibieron una clase teórica con las ideas principales relacionadas con las características, propiedades y comportamientos de las ondas. Este tema es muy importante en ingeniería electrónica, ya que las ondas son una parte fundamental en la transmisión de señales y datos en sistemas electrónicos y de telecomunicaciones. Los ingenieros electrónicos necesitan comprender cómo se propagan y se comportan las ondas, y cómo se pueden manipular para lograr los objetivos del diseño de sistemas electrónicos. Por lo tanto, es esencial para los estudiantes de ingeniería electrónica tener una comprensión sólida de las ondas y sus propiedades, lo que les permitirá desarrollar habilidades críticas para su futura carrera en el campo de la ingeniería.

Luego se les propuso a los estudiantes que, en grupos, investigaran y buscaran información acerca de dispositivos que permitieran visualizar las propiedades de las ondas, como la frecuencia y la amplitud, así como los fenómenos de propagación e interferencia de ondas. Esta actividad no solo tenía como objetivo ampliar sus conocimientos, sino también desafiar la percepción de que el diseño y la construcción de dispositivos electrónicos son exclusivos de expertos, fomentando así la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes.

Durante esta etapa de actividades, se observó una fuerte motivación por parte de los alumnos, quienes se entregaron a la tarea con entusiasmo y dedicación. A medida que avanzaban en sus investigaciones y proyectos, se les planteó la posibilidad de elaborar, presentar y defender sus propuestas para construir alguno de los dispositivos que habían estado estudiando, recibiendo el acompañamiento y la guía de los docentes.

Como incentivo adicional, se estipuló que el mejor proyecto recibiría financiamiento para su construcción y sería incluido como parte de la muestra de Tecnología y Ciencia de la FRP-UTN, brindando a los estudiantes la oportunidad de mostrar su trabajo y compartir los conocimientos adquiridos con la comunidad. Cumplido el plazo previsto, todos los grupos presentaron sus proyectos ante el cuerpo docente, respetando los estándares establecidos tanto en aspectos técnicos como didácticos.

Los resultados fueron satisfactorios, ya que los estudiantes lograron comunicar de manera efectiva lo aprendido e investigado a través de sus proyectos, demostrando un sólido dominio de los conceptos y habilidades adquiridos. Este logro no solo refuerza su comprensión de las propiedades y fenómenos de las ondas, sino que también promueve el desarrollo de habilidades de comunicación, presentación y trabajo en equipo, aspectos fundamentales en su formación académica y profesional.

Finalmente, como resultado del proceso de evaluación y selección, se tomaron decisiones con respecto a los proyectos a ser construidos. Los estudiantes descubrieron que podrían utilizar materiales reciclados y encontrar alternativas más económicas sin comprometer la calidad y funcionalidad de los dispositivos. En base a esto, se seleccionaron tres proyectos que destacaron por su originalidad, viabilidad técnica y capacidad de utilizar materiales de bajo costo. Esta elección no solo permitió optimizar los recursos disponibles, sino que también brindó a los estudiantes la oportunidad de explorar la creatividad y el ingenio en la búsqueda de soluciones sustentables y económicamente accesibles. En la Fig. 1 se muestran imágenes de los artefactos terminados y expuestos. Los tres artefactos seleccionados fueron:

Placas de Chladni, es un dispositivo utilizado para generar patrones de interferencia de ondas estacionarias. Estos patrones se forman cuando dos ondas de la misma naturaleza se encuentran con desplazamientos iguales y opuestos, creando un patrón de nodos y antinodos que se pueden observar en la superficie de la placa. La superficie de Chladni permite visualizar estos patrones y así estudiar y analizar las propiedades y el comportamiento de las ondas. Este dispositivo es útil en áreas como la acústica, donde se estudian las ondas sonoras y su interacción, y en la física, donde se investigan las ondas electromagnéticas y mecánicas. En resumen, la superficie de Chladni es una herramienta útil para observar los fenómenos de interferencia de ondas y el comportamiento de las ondas estacionarias de manera visual y práctica.

Tubo de Kundt, es un dispositivo que sirve para visualizar y estudiar las ondas sonoras. Consiste en un tubo con partículas, que se agitan al vibrar el aire mediante un generador de sonido. Su propósito es mostrar las características de las ondas sonoras, como la propagación, la interferencia y la formación de nodos y antinodos. Además de su valor educativo, el experimento tiene aplicaciones prácticas en el diseño y la ingeniería de sistemas de sonido, mejorando la calidad acústica en recintos y espacios específicos.

Levitador ultrasónico, es un dispositivo que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para levitar y manipular objetos sin contacto físico. Su utilidad abarca desde investigaciones científicas hasta aplicaciones industriales, y se basa en conceptos físicos relacionados con las ondas sonoras y la acústica, aprovechando fenómenos como la interferencia de ondas y la formación de nodos y antinodos de presión en el aire. Este dispositivo ofrece una forma precisa y sin contacto de manipular objetos en entornos delicados, encontrando aplicaciones en diversas áreas de estudio y desarrollo tecnológico.

Es importante resaltar que la construcción de los módulos didácticos no solo implicó el desarrollo y aplicación de sistemas eléctricos y electrónicos, sino también el uso de técnicas de impresión 3D que permitieron desarrollar habilidades relacionadas con la mecánica y la programación. Todas estas técnicas resultan fundamentales para la formación y desempeño profesional de los ingenieros electrónicos. Finalmente, se les solicitó a los estudiantes que realicen la publicación de los dispositivos que construyeron en una plataforma de compras en línea (Mercado Libre). Esta tarea implicó determinar un precio de venta basado en los costos y los márgenes de beneficio, así como elaborar una ficha técnica detallada que incluya información relevante sobre

los dispositivos. Además de esto, también se requirió que los estudiantes respondieran de manera oportuna y efectiva a todas las preguntas y consultas que puedan tener los posibles compradores, lo que les permitió practicar sus habilidades de comunicación

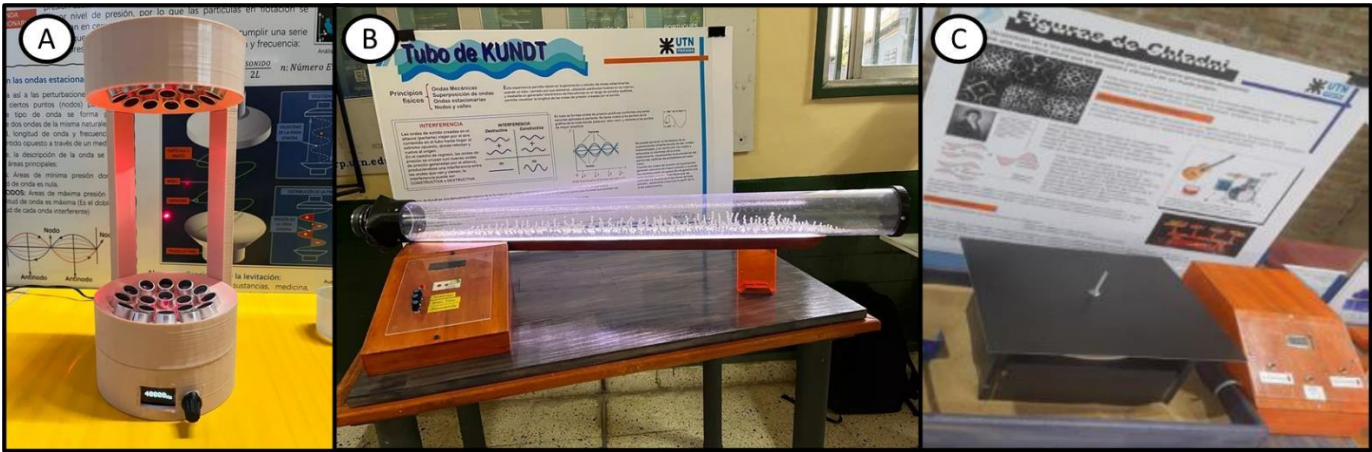


Figura 1. Módulos didácticos construidos. A) Levitador ultrasónico. B) Tubo de Kundt. C) Placa de Chladni.

y mejorar su capacidad para trabajar en equipo. Asimismo, los estudiantes expusieron los módulos didácticos en eventos como, por ejemplo, la Competencia Nacional de Robótica, el Laboratorio de Física (FRP-UTN) y el Centro Provincial de Convenciones. En resumen, la tarea de publicar y exponer sus producciones no solo ayudó a los estudiantes a mejorar sus habilidades técnicas, sino también a desarrollar otras habilidades importantes y altamente valoradas en el mundo profesional actual.

La evaluación se llevó a cabo a través de observaciones, cuestionarios, entrevistas personales y grupales. A su vez, con el objetivo de estudiar el impacto del ABP en resultados de aprendizaje concreto, se extendió la observación al desempeño de los alumnos en temas correlativos como ondas electromagnéticas. Los resultados mostraron que ABP tuvo un impacto positivo en apropiación del conocimiento, las estrategias de aprendizaje, las habilidades adquiridas, la motivación y la calidad del producto diseñado por los estudiantes. Asimismo, el desempeño posterior de los estudiantes en la asignatura, mostró un efecto positivo del ABP. En relación a la percepción de los estudiantes de la experiencia de ABP, se observó un alto grado de compromiso, gran motivación y predisposición al trabajo colaborativo.

Conclusiones

Se observó que el proceso de Aprendizaje Basado en Proyectos utilizado en la asignatura de Física Electrónica tuvo un impacto positivo en los estudiantes. Los estudiantes trabajaron en equipos para diseñar y construir dispositivos que les permitieran explorar de manera didáctica el comportamiento de las ondas, fomentando así la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. El ABP promovió el trabajo en equipo, la investigación, la toma de decisiones y la aplicación de conocimientos en situaciones reales. El resultado fue la construcción de tres dispositivos, una reducción significativa en los costos y el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo, análisis crítico de información, argumentación y comunicación de la ciencia. Además, se observó que el

ABP tuvo un impacto positivo en la apropiación del conocimiento, las estrategias de aprendizaje, las habilidades adquiridas, la motivación y la calidad del producto diseñado por los estudiantes. Los estudiantes lograron comunicar de forma eficiente sus investigaciones y proyectos. Se recomienda que se sigan implementando metodologías de aprendizaje centrado en el estudiante en la formación de ingenieros para que los estudiantes estén preparados para adaptarse a diferentes contextos y situaciones y que las universidades fomenten la divulgación científica, ofreciendo recursos y servicios para la investigación y el desarrollo

tecnológico, así como establecer programas de formación que permitan el crecimiento académico y profesional de los estudiantes en estas áreas.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo para las Artes, la Ciencia y la Cultura (FEICAC) de la Municipalidad de Paraná por el financiamiento.

Referencias

Krajcik, J. S., Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.). *The Cambridge handbook of the learning sciences*. (2nd ed.). 275–297

Almulla, M.A. (2020) “The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning”. *SAGE Open*, 10(3), 215824402093870.

Guo, P., Saab, N., Post, L. S., Admiraal, W. (2020) “A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures” *International Journal of Educational Research*, 102, 101586

Juego de roles: analizando partes interesadas

Role play: analyzing stakeholders

Marina Migueles

Mejora continua, Calidad y Medio Ambiente. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Mar del Plata
mmigueles@fi.mdp.edu.ar

María Betina Berardi

Mejora continua, Calidad y Medio Ambiente. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Mar del Plata
mmigueles@fi.mdp.edu.ar

Mariela Ambrústolo

Mejora continua, Calidad y Medio Ambiente. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional de Mar del Plata
mmigueles@fi.mdp.edu.ar

Resumen

El juego de roles es una herramienta muy valiosa en el desarrollo del aprendizaje centrado en el estudiante. El objetivo del presente trabajo es mostrar su utilización como estrategia didáctica para mejorar la comprensión y vivencia de la gestión de las partes interesadas de una organización y el análisis del contexto. La misma fue implementada en la asignatura Gestión de la Calidad en la Carrera Ingeniería Industrial. La metodología abarcó cuatro etapas: contextualización, organización de la clase, desarrollo del Juego de roles y cierre de la actividad. Dentro de las conclusiones más importantes se puede resaltar que permitió motivar y movilizar la clase en un ambiente innovador y creativo favoreciendo el apropiamiento y significancia del conocimiento. Los estudiantes valoraron principalmente el dinamismo, el trabajo en equipo, el desarrollo de competencias de comunicación y expresión oral y la toma de decisiones en situaciones similares a la realidad en un ambiente seguro.

Palabras clave: Juego de roles, partes interesadas, aprendizaje centrado en el estudiante, sistema de gestión de la calidad.

Abstract

Role playing is a very valuable tool in the development of student-centered learning. The objective of the present work is to show its use as a didactic strategy to improve the understanding and experience of the management of the interested parties of an organization and the analysis of the context. It was implemented in the Quality Management subject in the Industrial Engineering Career. The methodology included four stages: contextualization, organization of the class, development of the Role Play and closing of the activity. Among the most important conclusions, it can be highlighted that it allowed motivating and mobilizing the class in an innovative and creative environment, favoring the appropriation and significance of knowledge. The students mainly valued dynamism, teamwork, the development of communication and oral expression skills, and decision-making in situations similar to reality in a safe environment.

Keywords: Role play, stakeholders, student-centred learning, quality management system.

Introducción

El aprendizaje centrado en el estudiante en el mundo académico universitario ha ofrecido resistencia, como lo señala Gaete Ouezada (2011), los profesores universitarios se oponen a cambiar sus estrategias docentes y entregar protagonismo en el proceso formativo a los estudiantes, insistiendo en clases magistrales, evaluaciones basadas en la memorización, etc. Sin embargo, cada vez son más los docentes que se encuentran en la búsqueda de estrategias innovadoras que contribuyan a un aprendizaje significativo que impacte sobre el desarrollo del futuro profesional.

En esta línea el juego de roles o role play en inglés es una herramienta muy valiosa para centrar el aprendizaje en el estudiante. El juego propiamente dicho y el juego de roles generalmente se asocia con los niveles iniciales de la educación, primarios y secundarios. No obstante, su correcta aplicación en la educación superior ha favorecido creación de conocimientos significativos (Crespo Rosales, 2021). Para Piaget (1972) el propulsor del juego de roles en los espacios educativos es una forma de aprendizaje activo y significativo que permite generar experiencias y desarrollar habilidades sociales, comunicativas, cognitivas, en ambientes simulados de la vida real, resolver problemas y fortalecer la creatividad. Desde otro enfoque Rodríguez Prieto (2016,166) define al juego de roles como un “juego en el que los jugadores asumen la personalidad de personajes en un mundo de ficción. Los jugadores son responsables de la actuación de su personaje en el marco de una serie de reglas y de acuerdo a una narrativa que marca su actuación mediante un proceso estructurado de toma de decisiones, que desarrollan el carácter del personaje”. La riqueza del juego de roles según Crespo Rosales (2021,12) radica en que “es una estrategia lúdica que transforma el aprendizaje teórico, a un aprendizaje práctico vivencial y contextualizado.” Para Polo et al (2018) esta estrategia busca que los estudiantes mediante la actuación representen y asuman roles en situaciones similares a la vida académica y o profesional. Si bien el juego puede tener requerimientos a los que el estudiante tiene que ajustarse, tiene la libertad para pensar y tomar decisiones de acuerdo con las características de los personajes. Por su parte, Martín García (1992) señala la necesidad de dramatizar mediante el diálogo una situación o conflicto abierto que pueda dar lugar a diferentes interpretaciones y soluciones con la incorporación de diferentes puntos de vista.

El juego de roles como estrategia promueve diferentes aspectos:

Aprendizaje significativo: Barbato (citado en Gaete Ouezada, 2011) señala que el juego permite al estudiante organizar ideas, relacionarlas con otras situaciones, generando un aprendizaje significativo.

Aprendizaje activo: Crespo Rosales (2021) señala que aumenta la interacción y participación entre ambos sujetos del proceso de enseñanza aprendizaje, generando una participación activa del estudiante. En la misma línea Gaete Ouezada (2011) considera que “el estudiante adquiere un mayor protagonismo e interacción con sus conocimientos, habilidades y compañeros de clase”.

Creatividad e Imaginación: el aprendizaje a través de la dramatización da lugar a un pensamiento crítico, creativo, espontáneo e innovador (Crespo Rosales, 2021).

Competencias académicas y profesionales: se estimula el desarrollo de competencias propias de cada carrera, facilitando la transferencia del aprendizaje a situaciones de la vida profesional (Cobo and Valdivia, 2017). Se favorece a la experimentación, en un contexto donde no hay represalias por las acciones pero si la posibilidad de reflexionar sobre lo ocurrido (Espeso, 2023).

Toma de decisiones y responsabilidad: Martín García (1992) señala que se trabajan aspectos de las relaciones interpersonales y emocionales que actúan en la toma de decisiones y que luego podrán ser analizados. Por su parte Porter (2008) expresa que es una motivación para el estudiante interpretar distintas posiciones e ideas y empoderarse en la toma de decisiones.

Trabajo en equipo: se favorece esta competencia ya que se requiere que los participantes debatan y se pongan de acuerdo en cómo resolver las problemáticas y colaboren para llegar a un fin (Espeso, 2023). Así mismo Fernández Castillo (2017) manifiesta que el juego de roles contribuye al desarrollo de esta habilidad necesaria en muchas situaciones de la vida real.

Habilidades de comunicación: Se estimula el desarrollo de habilidades de comunicación y las relaciones interpersonales (Cobo and Valdivia, 2017).

El presente trabajo tiene como objeto describir la experiencia y las ventajas de la implementación del juego de roles en la enseñanza de la temática de la Gestión de las Partes Interesadas del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). La estrategia didáctica se implementó en la asignatura Gestión de la Calidad de quinto año de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Una parte interesada se define como “persona u organización, que puede afectar, verse afectada o percibirse como afectada por una decisión o actividad” (ISO 9000:2015). Podemos señalar diferentes partes interesadas en una organización: clientes, proveedores, accionistas, trabajadores, sindicatos, entes gubernamentales, sociedad, etc. Cada organización debe determinar e identificar las necesidades y expectativas de las partes interesadas pertinentes para el SGC y gestionarlas (ISO 9001:2015). La importancia de la gestión de las partes interesadas radica en garantizar el cumplimiento de los requisitos y la satisfacción del cliente, promover la mejora continua y gestionar los riesgos y oportunidades de manera efectiva en un contexto cambiante.

A la luz de sus beneficios, el juego de roles constituye una estrategia muy interesante para el abordaje de esta temática donde surgen diversos actores y partes intervinientes. Y de esta manera propiciar un espacio de aprendizaje motivador y activo donde el estudiante es el protagonista de su propio aprendizaje, aprenda de manera entretenida y significativa y donde principalmente se favorezcan las competencias y habilidades de los futuros profesionales.

Desarrollo

Metodología

El objetivo de la utilización de esta estrategia didáctica es comprender y vivenciar cómo afecta el contexto en el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad y en el desempeño de una organización. Así mismo establecer metodologías para identificar las partes interesadas, comprender las necesidades y expectativas y, gestionarlas.

La experiencia se realizó en el primer cuatrimestre de 2023 en la Asignatura Gestión de la Calidad. La cantidad de estudiantes que participaron fue de 42 en 8 grupos de aproximadamente entre 5 y 6 integrantes. La implementación didáctica del juego de roles se desarrolló en cuatro etapas de acuerdo a Cobo and Valdivia (2017;7-8).

Etapas 1- Contextualizar el Juego: El profesor presenta la situación y contexto en el cual se desarrollará el juego de roles. Se proporciona la información necesaria a los estudiantes respecto a las características y condiciones de los personajes, las reglas de juego, cuestiones que pueden cambiar y las que no podrán modificar. Así mismo, los autores destacan que “En esta fase, es importante no perder de vista cuáles son las competencias que buscamos que los estudiantes desarrollen, de modo que los elementos de la situación contribuyan al desarrollo de las mismas” (Cobo and Valdivia, 2017;7-8). Por su parte, Martín García (1992;64) remarca la necesidad de generar motivación como un primer paso para el desarrollo de juego de roles creando “en el aula un clima de confianza y participación, intentando que todos los alumnos reconozcan el problema que se plantea y lo acepten como un tema de interés”.

En esta fase, el equipo docente comenzó con una breve clase sobre las partes interesadas para las organizaciones, distintos tipos de partes interesadas, necesidades y expectativas y la forma de gestión. Se explicó el objetivo del trabajo, del juego de roles

y a continuación, se presentó el caso de estudio de una empresa productora de jugo de frutas denominada “Todo Fruta” realizado por la cátedra sobre el cual se va a desarrollar la práctica.

Debido a la gran cantidad de estudiantes y de manera de poder realizar la actividad de manera amena y activa se planificó la realización de 4 juegos de roles que permitan analizar diferentes partes interesadas, sus necesidades y expectativas, en un contexto que simule situaciones cercanas a la realidad. De este modo se experimenta la implementación del requisito de la Norma ISO 9001 destacando que las metodologías utilizadas son algunos de los métodos reales para el abordaje de las partes interesadas, algunas de las cuales se estudiarán en mayor detalle luego.

Eta 2- Organización de la Clase para el Juego: En esta fase se establece quienes representarán los roles y quienes serán observadores. Las personas que actuarán en el juego de roles tendrán un tiempo para comprender el papel a representar y elaborar el personaje, de ser posible se debe proporcionar un lugar apartado para interiorizar los personajes. Por su parte los estudiantes espectadores deberán analizar la situación de acuerdo a criterios correspondientes a la temática y la guía del docente (Cobo and Valdivia, 2017).

Martín García (1992) señala esta fase como la de preparación de la Dramatización, aportando que se puede guiar a los estudiantes con un breve escrito en el que se explique el problema y si fuese necesario, proporcionar una breve descripción de las características de cada personaje animando a participar de manera voluntaria.

El equipo docente entregó a cada grupo la situación a representar y cartas/fichas con las principales características de los personajes como se observa en la Figura 1 algunos ejemplos de los personajes intervinientes.



Figura 1. Ejemplos de Cartas del Juego

Cada grupo con libertad podía elegir a los estudiantes que personifiquen los roles y en equipo generar argumentos con los elementos descriptivos respecto de la posición de cada personaje para el juego de roles asignado. Para el armado del personaje se debían tener en cuenta dos aspectos importantes:

- Cuestiones que la parte interesada requiere o información que necesita relevar la organización - Expectativas a futuro que puede tener la parte interesada asignada y la organización deba conocer.

Respecto a los observadores, todos los estudiantes en algún momento tomaron ese rol cuando actuaron otros equipos e identificaron las necesidades y expectativas de cada personaje, utilizando la Tabla 1.

PARTE INTERESADA	NECESIDADES	EXPECTATIVAS	PODER	INTERES

Tabla 1. *Necesidades y Expectativas de las partes interesadas*

Se diagramaron 4 situaciones a representar una por cada 2 grupos. Es decir, cuatro grupos que representaron distintos actores de la empresa/Consultores y otros 4 grupos a diversas partes interesadas de la organización.

Juego de Roles 1: La empresa realiza un Focus Group o Grupo Focal con consumidores. Todo Fruta sufre una fuerte disminución en el consumo de una línea de jugo. Motivo por el cual, contrata a una consultora para la realización de un grupo focal para conocer las preferencias y gustos de los consumidores de jugos.

Juego de Roles 2: La empresa realiza entrevista a proveedores. La organización necesita cubrir una mayor demanda de jugo de naranja y requiere de proveedores adecuadamente seleccionados y evaluados para ser aprobados para el SGC. Para ello realiza una entrevista de contacto con proveedores críticos para explicar las necesidades, conocer sus demandas y requerimientos con el fin de que puedan postularse para la evaluación.

Juego de Roles 3: La empresa realiza Reunión para resolver una problemática interáreas. En este juego de roles intervienen partes interesadas internas de la organización. A partir de las evaluaciones de desempeño del personal se detectó un grave problema que afecta a los equipos de Gestión del Personal y de Producción respecto a la falta de coordinación en las capacitaciones, es por ello, que el gerente de planta propone realizar una reunión para aclarar y resolver la situación.

Juego de Roles 4: La empresa realiza una reunión con los inspectores de un ente gubernamental de control. El responsable legal y el responsable de calidad se reúnen con los inspectores del ente gubernamental que controla los productos procesados y listos para su consumo para hacer una devolución de una inspección.

Etapas 3-Desarrollo del Juego: En esta etapa se desarrolla el juego. Previamente el docente recordará a los estudiantes la importancia de interpretar a los personajes de acuerdo a sus características (Cobo and Valdivia, 2017). En la fase de dramatización o juego, Martín García (1992;64) marca la importancia de la intervención del profesor para dar cierre a la situación “la improvisación y el tener que situarse en un punto de vista ajeno requieren por parte del individuo un esfuerzo considerable que no conviene mantener durante mucho tiempo. Es por ello que, una vez hayan surgido elementos suficientes para el debate, el profesor pondrá fin a la interpretación”. Así mismo, para esta fase Martín García recomienda para facilitar la observación de la escena la conformación de clase en semicírculo con los actores frente al grupo de observadores.

Cada equipo jugó el Juego de roles y el resto de la clase observó para tratar de identificar las necesidades y expectativas de cada personaje, teniendo en cuenta en cada interpretación las distintas metodologías y formas de evaluar las partes interesadas mostradas. Se pautó un tiempo para cada juego de roles, se designó en algunos casos moderador a estudiantes para dar cierre a la interpretación y en otros casos lo realizó el equipo docente. Los juegos se realizaron en un aula cómoda y grande con tarima elevada donde los actores estaban dispuestos en semicírculo para poder interactuar entre ellos y facilitar la observación del resto de los equipos.

Etapas 4-Cierre del Juego: Luego del juego se realiza un debate o plenario para analizar las situaciones y problemáticas, las acciones y decisiones que tomarán los diferentes personajes. El docente puede preparar una guía de preguntas que oriente a la discusión (Cobo and Valdivia, 2017). La articulación del cierre puede iniciarse con la experiencia de los actores, seguidamente de los observadores y luego la apertura al dialogo (Martín García, 1992). El rol del docente es muy importante en esta instancia para establecer relaciones significativas entre el juego de roles y la realidad (Cobo and Valdivia, 2017). Por su parte Martín García

(1992) señala que para aprovechar al máximo esta instancia, el educador debe tener en cuenta la búsqueda de soluciones nuevas y alternativas, las consecuencias de las decisiones tomadas, la transferencia a situaciones reales y las conclusiones como grupo.

Finalizado el juego, el equipo docente comenzó preguntando las sensaciones y experiencias respecto al juego y se dio un espacio para analizar en los equipos lo observado y determinar las necesidades y expectativas de cada personaje y sus relaciones de poder versus interés como parte interesada de la organización. Por una cuestión de tiempo, el cierre se realizó en la clase siguiente donde se expusieron las diferentes actividades y conclusiones de la actividad. Luego de la implementación de la estrategia se realizó una encuesta para conocer la percepción de los estudiantes respecto a diferentes aspectos tales como grado de motivación, dinamismo, comprensión, aprendizaje activo y significativo, toma de decisiones, entre otros y las principales desventajas de la actividad.

Resultados

En esta sección se muestran los resultados de la implementación de la estrategia didáctica mediante la valoración de los estudiantes y las percepciones por parte de los docentes. La encuesta fue respondida por 31 estudiantes correspondiendo al 74% del curso y se realizó en formato de google forms.

Respecto de uno de los objetivos principales del juego de roles, la facilitación y promoción de aprendizaje significativo, el 52% de los estudiantes consideraron el desarrollo de este aspecto entre muy alto y alto respectivamente (Figura 2). Así mismo, el 55% de los estudiantes que participaron de la dinámica se sintieron protagonistas de su aprendizaje con un rol activo como se observa en la figura 3.

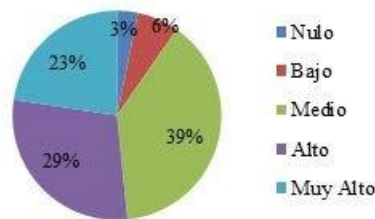


Figura 2. Facilitación aprendizaje significativo

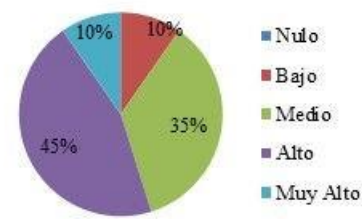


Figura 3. Protagonismo en el aprendizaje

Respecto al nivel global de motivación, el 29% de los estudiantes señalaron una motivación media, el 19 % alta y un 16% muy alta siendo sólo un 10% que manifestó que la misma fue nula. Estas últimas valoraciones pueden deberse a que la actividad requiere de un alto nivel de exposición de las personas e involucramiento en la interpretación de los personajes. Sin embargo, el dinamismo fue uno de los aspectos más valorados con un 64%.

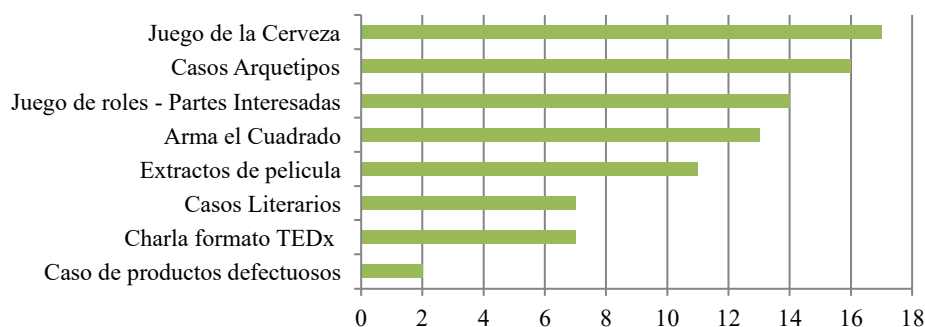


Figura 4. Actividades que más le gustaron al estudiante

En la figura 4 se observan las actividades que más les gustaron a los estudiantes durante la primera mitad de la asignatura. En primer lugar, se observa el juego de simulación “Juego de la Cerveza” desarrollado por el Massachusetts Institute of Technology para el análisis de pensamiento sistémico; en segundo lugar, los casos de aplicación de arquetipos sistémicos y en tercer lugar el juego de roles de las partes interesadas. De acuerdo con la experiencia del equipo docente es importante incorporar diferentes puertas de entrada al conocimiento para generar aprendizaje significativo y en función de lo observado, el juego de roles resultó una de las estrategias adecuadas para sumar a la cursada.

La creatividad y la imaginación son otros de los aspectos que se desarrollan en el juego. Un 42% de los estudiantes señalaron entre muy alto y alto el desarrollo de estas características (32% y 10%), mientras que un 48% manifiestan que las desarrollaron de manera media y un 0% nula.

El 49% de los estudiantes expresó que el juego contribuyó en un alto y muy alto grado (13% y 36%) al desarrollo de competencias académicas y profesionales y la experimentación con situaciones similares a la realidad, como se observa en la figura 5. Así mismo se observa un 32% con grado medio, 16% bajo y 3% nulo. Teniendo en cuenta que debido al tamaño de la clase un 45% de los estudiantes fue observador con menor grado de experimentación.

Desde el equipo docente se observó en líneas generales situaciones bien resueltas con un buen nivel de involucramiento, uso de creatividad e imaginación para la personificación de las diferentes partes interesadas generando situaciones en la mayoría de los casos muy similares a las reales en las organizaciones y con uso acorde a las metodologías y herramientas requeridas.

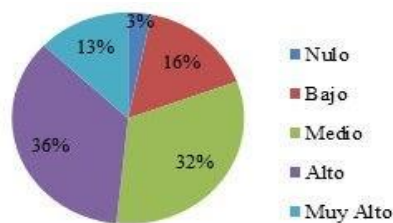


Figura 5. Experimentación

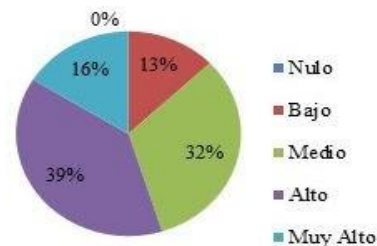


Figura 6. Toma de decisiones

De acuerdo con la figura 6 los estudiantes señalaron que el juego contribuyó en un 55% al desarrollo de la competencia de toma de decisiones entre muy alto con 16% y alto con 39%. Es importante destacar que, para la preparación de los personajes, la creatividad, la toma de decisiones y las actividades posteriores se requirió de trabajo en equipo cuestión que también se vio favorecida con la estrategia propuesta. Para este aspecto, el 62% de los estudiantes señaló un grado de desarrollo entre muy alto y alto (23% y 39%), un 22% medio, un 16% bajo y ningún participante mencionó que sea nulo el grado de aplicabilidad de esta competencia.

En cuanto a la expresión oral y comunicación, el juego de roles permitió que los participantes hagan activamente uso de esta competencia señalando un 61% de ellos que la actividad favoreció al desarrollo y uso de la misma en un muy alto y alto grado (19% y 42%), un 26% grado medio, un 13% bajo y ningún encuestado señaló grado nulo.



Figura 7. Desventajas vivenciadas durante el juego

Respecto a las principales desventajas que señalaron los estudiantes (figura 7), en primer lugar, la percepción de falta de conclusión y la no afinidad a la interpretación de juego de roles, en segundo lugar, objetivo confuso y en tercer lugar la extensión de la actividad y el no haber participado de la actuación. Desde la perspectiva docente se observó como desventajas que la cantidad de estudiantes es la principal limitante para este tipo de actividad, motivo por el cual la clase fue extensa y se debió programar el cierre para la siguiente clase una semana después, generándose un desfase importante entre la experiencia del juego y el debate e interpretación de los conceptos. Por otra parte, alguna de las situaciones fueron sobre actuadas generando una interpelación por parte de los personajes de la empresa hacia las partes interesadas que no respondía al objetivo de los diferentes juegos de roles. No obstante, sirvieron para el análisis posterior permitiendo la reflexión de los comportamientos organizacionales y el repaso de las herramientas para identificar sus necesidades y expectativas. Todo el aprendizaje de esta experiencia sentará las bases de acciones de mejora en la planificación y rediseño para evitar desfases y sensación de falta de conclusión en las próximas cohortes.

Conclusiones

La implementación del juego como estrategia didáctica para la enseñanza de la gestión de las partes interesadas permitió motivar y movilizar la clase en un ambiente innovador y creativo. Cumpliendo el propósito de centrar el aprendizaje en el estudiante como protagonista y favoreciendo el apropiamiento y significancia del conocimiento. Así mismo, surge la necesidad de mejorar su implementación con menor cantidad de situaciones de manera de evitar el desfase entre el juego y la etapa de cierre identificada como oportunidad de mejora. Por su parte, los estudiantes valoraron principalmente el dinamismo, el trabajo en equipo para desarrollar la actividad, el desarrollo de competencias de comunicación y expresión oral y la toma de decisiones en situaciones similares a la realidad en un ambiente seguro.

Referencias

Cobo, G. G.; Valdivia, C. S. (2017). Juego de Roles. Colección Materiales de Apoyo a la Docencia. Instituto de Docencia

Universitaria. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170376>

Crespo Rosales, T. B. (2021). El role play como estrategia lúdica para el aprendizaje en el área de estudios sociales en los niños y niñas de la unidad educativa salinas innova del tercer año de educación básica general. Tesis (Licenciada en Educación básica). La Libertad. UPSE, Matriz. Facultad de Ciencias de la Educación e Idiomas. 62p. (2021). Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6558>

Espeso, P. (2023). Lo que los juegos de rol pueden aportar a educación. Educación 3.0. Disponible en <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/juegos-de-rol-en-educacion-beneficios/>

Fernández Castillo, R. (2017). "Calidad de la enseñanza a través de los juegos de rol en el espacio europeo de educación superior". Revista Electrónica sobre Educación Media y Superior, (vol 4, nº7). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/328388757_Calidad_de_la_ensenanza_a_traves_de_los_juegos_de_rol_en_el_espacio_europeo_de_educacion_superior

Gaete Ouezada, R. A. (2011). El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios. Educación y Educadores, (vol14, nº2), 289-307. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012312942011000200004&lng=en&lng=es.

ISO 9000:2015. (2015) Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y Vocabularios e ISO 9001:2015. (2015). Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.

Martín García, M. J. (1992). El role-playing, una técnica para facilitar la empatía y la perspectiva social. CL & E: Comunicación, lenguaje y educación, ISSN 0214-7033, (nº 15), 63-68. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=126264>

Piaget J. (1972). Psicología de la inteligencia. Buenos Aires. Editorial Psique.

Polo, C; Carrillo Estrada, M; Rodríguez Barrio, M; Gutiérrez Meriño, O.; Pertuz Guette, C; Guette Granados, R; Osorio, A.

(2018). Juego de roles: estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la convivencia. Cultura, Educación y Sociedad, (vol 9, nº 3), 869-876. Disponible en doi:<http://dx.doi.org/10.17981/culteducusoc.9.3.2018.103>

Porter, A. (2008). Role-playing and religion: Using games to educate millennial. Teaching Theology and Religion Journal, (vol. 11, nº 4), 230-235.

Rodríguez Prieto, R. (2016). Filosofía política en acción. El juego de rol como estrategia de enseñanza. Revista de

Estudios y Experiencias En Educación, (vol 15, nº 29), 165–174. <https://doi.org/10.21703/rexe.20162916517410>

Perspectiva de género en los currículos de ingeniería y arquitectura: una experiencia de formación del profesorado

Gender mainstreaming in engineering and architecture curriculum: A teacher training experience

Ana J. López

Grupo de Innovación Docente Multidisciplinar en Igualdade de Xénero Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Universidade da Coruña, España
ana.xesus.lopez@udc.es

Alberto Ramil

Grupo de Innovación Docente Multidisciplinar en Igualdade de Xénero Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol, Universidade da Coruña, España
alberto.ramil@udc.es

María Carreiro

Grupo de Innovación Docente Multidisciplinar en Igualdade de Xénero Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidade da Coruña, España
maria.carreiro@udc.es

Cándido López

Grupo de Innovación Docente Multidisciplinar en Igualdade de Xénero Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidade da Coruña, España
candido.lopez@udc.es

Eva Aguayo

Grupo de Innovación Docente Multidisciplinar en Igualdade de Xénero (GIDMIX), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidade de Santiago de Compostela, España
eva.aguayo@usc.es

Resumen

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible contemplan la igualdad de género en el ODS 5 y, transversalmente, en los diecisiete Objetivos. Es necesario, por tanto, fortalecer su presencia en todos los ámbitos sociales. En el universitario la perspectiva de género mejora la calidad docente, aportando un enfoque crítico, motor de transformación social. Para su incorporación en las distintas carreras, y en particular en las del campo de la Ingeniería/Arquitectura, es fundamental la formación en género del profesorado. En este trabajo presentamos una acción formativa desempeñada por nuestro grupo de innovación docente en el curso 2022-23, dirigida al profesorado de la Universidade da Coruña. En ella se aportaban las herramientas básicas para despertar la reflexión del profesorado sobre su actividad docente en clave de género, así como ejemplos de experiencias docentes desarrolladas por los miembros de nuestro grupo en las titulaciones de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Naval y Oceánica y Arquitectura.

Palabras clave: ODS, perspectiva de género, ingeniería y arquitectura, formación, profesorado universitario

Abstract

Gender equality is present in the Sustainable Development Goals; not only as SDG 5, but transversally in the 17 Goals. Therefore, it is necessary to strengthen the gender perspective in all social agents. At the university level, the gender perspective improves teaching quality, providing a critical approach and driving force for social transformation. For their incorporation into different careers, and particularly in those in the field of Engineering/Architecture, gender training for teachers is essential. In this paper we present a training action carried out by our teaching innovation group in the 2022-23 academic year, aimed at the teaching staff of the University of A Coruña. It provided the basic tools for teachers to reflect on their teaching activity in terms of gender; as well as examples of teaching experiences carried out by the members of our group in the degrees of Mechanical Engineering, Naval and Ocean Engineering and Architecture.

Keywords: SDG, gender mainstream, engineering and architecture, training, university teaching staff

Introducción

Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el ODS 5, “Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas” es, en muchas ocasiones, el gran olvidado y, sin embargo, la igualdad entre mujeres y hombres no solo es un derecho humano fundamental, sino que es uno de los fundamentos esenciales para construir un mundo pacífico, próspero y sostenible y por tanto transversal a todos los Objetivos.

En el informe de ONU Mujeres El progreso en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Panorama de género 2021 (Women, 2021) se presenta la evidencia más reciente sobre igualdad de género en la totalidad de los ODS y, en concreto, se señala cómo el Objetivo 17 “Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible” se ha tornado más imperativo que nunca, debido a la devastación económica de la pandemia, las violaciones a los derechos de las mujeres y la amenazante crisis climática. Para ello, se apunta la necesidad de fortalecer la perspectiva de género en la alianza y la cooperación globales, incluidas las asociadas a las finanzas, al comercio justo y equitativo y al apoyo para la innovación y el progreso tecnológicos.

Para conseguir la plena igualdad efectiva entre mujeres y hombres no basta, por tanto, con el desarrollo de leyes y normas. Es necesaria una revisión crítica de nuestra historia y nuestra cultura, en la que se ha venido identificando hombre con varón; relegando a las mujeres a un segundo plano, ocultando sus contribuciones en todos los ámbitos de nuestra sociedad; pero también olvidando sus necesidades. La igualdad entre mujeres y hombres pasa por romper con este modelo androcéntrico e incorporar la perspectiva de género en la organización, la mejora, el desarrollo y la evaluación de los procesos de decisión, de modo que la igualdad de género como valor se incorpore a todas las políticas, a todos los ámbitos y en todas las fases por parte de los diferentes actores involucrados. En este sentido, y dado su interés e implicaciones sociales, la incorporación transversal de la perspectiva de género en las distintas disciplinas académicas constituye una dimensión esencial para avanzar hacia una docencia universitaria que combine la adquisición de conocimientos sin sesgos androcéntricos y la transmisión de valores como la igualdad entre mujeres y hombres (Calvo Iglesias, 2022: 131-140).

La integración de España en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supuso una revisión completa de los currículos universitarios, proporcionando una excelente oportunidad para incorporar la perspectiva de género en la docencia. Sin embargo, aunque se promovieron los estudios de género en las universidades españolas, no ha ocurrido lo mismo con la incorporación de la perspectiva de género. Así, los diagnósticos sobre su grado de integración indican la disparidad entre universidades y, en general, una incorporación muy parcial (Anguita, 2011). Entre las causas apuntadas, se señala la falta de formación del profesorado en materia de género (Carreiro et al., 2021; Donoso-Vázquez, et al., 2013; García-Pérez et al., 2011; Rebollo, 2013), la carencia de guías metodológicas sobre cómo introducir la dimensión de género, así como ejemplos prácticos de cómo llevarla a cabo en las distintas materias (Aguayo Lorenzo, et al., 2017). En este contexto, cobran especial relevancia acciones formativas dirigidas

al profesorado universitario que inviten a la reflexión sobre su práctica docente, y le aporten las herramientas teóricas y prácticas necesarias para la inclusión de la dimensión de género en el diseño curricular y en la interacción en las aulas. A este respecto, hay que destacar interesantes iniciativas como la elaboración de guías específicas para incorporar la perspectiva de género en distintas carreras, llevada a cabo desde la Red Vives, <<https://www.vives.org/>>, que engloba a 22 universidades en la región Pirineos-Mediterráneo de España, Francia, Andorra e Italia.

En este trabajo compartimos la experiencia en el desarrollo de una acción formativa para el profesorado universitario, llevada a cabo en el curso 2022-23 en la Universidade da Coruña, dedicando especial atención al ámbito de conocimiento Ingeniería/Arquitectura mediante la presentación de ejemplos prácticos desarrollados por nuestro grupo de innovación docente en las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Naval y Oceánica y Arquitectura que se imparten en nuestra universidad.

Descripción de la acción formativa

La experiencia que presentamos forma parte del Plan de Formación en Igualdad de la UDC, llevada a cabo a través del Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa de esta universidad. Estaba dirigida al profesorado y se llevó a cabo en línea. Se combinaron las sesiones síncronas a través de la plataforma MS Teams con el trabajo individual utilizando los materiales y recursos que poníamos a su disposición en la plataforma Moodle. Se realizó durante el primer cuatrimestre del curso 2022-23, perteneciendo el grupo asistente a distintas áreas de conocimiento, entre ellas un 21% al área de Ingeniería/Arquitectura. El grupo reunía además a personas con distinta formación en género. Algunas de ellas con participación activa en distintas acciones y estudios sobre el tema; otras con aproximaciones iniciales, centradas principalmente en el uso de un lenguaje inclusivo, y una mayoría que no había recibido formación específica para incorporar la perspectiva de género en la docencia.

La variabilidad en la formación en género, así como la diversidad de áreas implicadas requería abordajes diversos. A su vez generó expectativas muy distintas que el curso trató de satisfacer, incidiendo en las diferentes estrategias que se pueden aplicar según la situación y el ámbito docente. Remarcando, eso sí, que no existen fórmulas ni plantillas ni métodos universales, de manera que en ciertas materias la perspectiva de género entra de lleno en los contenidos que se desarrollan, mientras en otras, relacionadas con procesos técnicos, experimentales o contenidos más abstractos, podría enfocarse en aspectos relacionales y de interacción en el aula o irse a un estadio anterior, visibilizando la participación de las mujeres en ese ámbito de conocimiento.

El curso se organizó en tres módulos: Fundamentos para una docencia con perspectiva de género, Estrategias y actividades para los contenidos docentes y Perspectiva de género en el diseño curricular. Se trata de una estructura que nos permitió abordar unos contenidos enfocados a proporcionar las bases teóricas y dar a conocer distintas iniciativas implementadas en materias muy diversas para facilitar la aplicación práctica en las aulas universitarias. Entre los aspectos abordados en el primer módulo, además de una introducción al sistema sexo-género, a la socialización de género o el androcentrismo en la ciencia, cabe destacar la presentación del marco legal en que se encuadra la integración de la dimensión de género en la actividad docente universitaria. Evidentemente este marco se refería a la legislación española, muy avanzada en materia de igualdad, y a la de la Unión Europea. También al contexto de la Universidade da Coruña en la cual estaba vigente el II Plan de Igualdad entre Mujeres y Hombres, uno de cuyos ejes es, precisamente, la incorporación de la perspectiva de género en la docencia. Es, a nuestro entender, relevante dar a conocer el marco normativo, puesto que la aplicación de la perspectiva de género aún parece resultar molesta o incomprensible para una parte del colectivo académico, tanto profesorado como alumnado. Sin embargo, trasciende el encuadre potestativo propio de las buenas prácticas o de la responsabilidad social, con el que a menudo se presenta. Es una acción preceptiva, obligatoria por ley, que

afecta a toda la colectividad universitaria y es necesario que el personal docente lo conozca para aplicarlo con total seguridad.

Como hemos señalado anteriormente, y se puso de manifiesto durante el desarrollo del curso, especialmente en las intervenciones las personas asistentes durante las sesiones síncronas, el profesorado universitario necesita herramientas para poder incorporar la perspectiva de género en las materias que imparte. A veces reclama “fórmulas mágicas” olvidando que, como en otros aspectos de su docencia, lo más importante es tomar conciencia del problema, formarse y reflexionar sobre su actividad docente, sus propios sesgos inconscientes, el contexto en el cual se desarrolla su docencia, las características de su materia y del alumnado, entre otras. En este sentido, en el curso también se abordó el análisis de los elementos del diseño curricular y se aportaron recursos adecuados, incluyendo iniciativas implementadas en materias próximas a cada área temática.

Currículo de Ingeniería y Arquitectura

Desde los años ochenta del siglo XX, en España las mujeres son mayoría entre el alumnado universitario, pero continúan siendo minoría en las carreras científico-técnicas, especialmente en las denominadas PECS (Physics, Engineering and Computer Sciences) (Cimpian et al., 2020). Las jóvenes ya cursan en su etapa preuniversitaria materias como la física o las matemáticas; se interesan por la tecnología; participan en los programas para fomentar las vocaciones científico-tecnológicas y obtienen mejores calificaciones que los chicos. Sin embargo, a la hora de elegir estudios superiores se decantan por carreras más ligadas a los cuidados (de las personas, del medioambiente), que ven más útiles para la sociedad. Una evidencia del fracaso de la imagen que transmiten disciplinas como la física o la ingeniería y de las personas que desarrollamos nuestro trabajo en esos campos. Fracaso del cual somos en gran medida responsables al no cuestionar, al no examinar en clave de género nuestras disciplinas.

En el curso 2020-21 el porcentaje de mujeres matriculadas en ingeniería no llegó al 30% y las egresadas en 2019-20 apenas superaron el 32% del total. En cuanto al profesorado en el ámbito Ingeniería/Arquitectura, las mujeres representaban el 24% del total, frente al 50% en Artes y Humanidades o en Ciencias de la Salud (Ministerio de Universidades, 2022). En conclusión, puede afirmarse que la formación docente y la actividad investigadora en estas áreas están en manos de un 25% de mujeres, situación que no es exclusiva de nuestro país, sino que se da en la mayoría de los países occidentales. Por otra parte, según un estudio del Observatorio de la Ingeniería de España presentado en 2022 (OIE, 2022), las mujeres tienen una presencia global en la ingeniería en nuestro país cercana al 20%, proporción que está en los mismos niveles que los de las grandes economías de la UE, pero que evidencia la pérdida de oportunidades para ellas en ocupaciones en crecimiento y bien remuneradas al tiempo que la tecnología, y la sociedad en general, desaprovechan gran parte del talento femenino, perdiendo, en definitiva, la necesaria diversidad de puntos de vista para dar respuestas efectivas a las necesidades de un desarrollo sostenible.

La incorporación de la perspectiva de género en los currículos se considera una de las principales acciones para cerrar la brecha de género en la educación superior. Los programas educativos deben abordar los desajustes conceptuales entre género o sexo y cambiar sus fundamentos para garantizar la igualdad educativa para cualquier persona limitando la influencia de los estereotipos sociales y la cultura dominante (García-Holgado et al., 2018). En este sentido, dentro de las competencias transversales a desarrollar en todas las titulaciones que se imparten en la Universidad de Coruña, incluidas las ingenierías y la arquitectura, está “Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género”. A continuación recogemos, de forma esquemática, algunas de las experiencias prácticas de incorporación de la perspectiva de género llevadas a cabo en nuestra actividad docente en las titulaciones de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Naval y Oceánica y Arquitectura que se orientan al desarrollo de la

competencia transversal señalada, lo cual no excluye que puedan incorporarse en otras competencias tanto propias como transversales de la titulación.

Materia: Mecánica, 2º curso. Grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Naval y Oceánica. En esta materia que se imparte en el 2º curso de las titulaciones Ingeniería Mecánica e Ingeniería Naval y Oceánica hemos propuesto la realización de trabajos tutelados bajo epígrafes: Mecánica, femenino singular (López, 2021); Machismos, de micro

nada y Género en la innovación. A continuación se describen los aspectos más destacados de cada una de estas propuestas:

Mecánica, femenino singular

Objetivos: visibilizar a las mujeres que contribuyeron al avance de la mecánica.

Metodología: búsqueda de información sobre las contribuciones de las mujeres al ámbito de la mecánica o a otros relacionados con la mecánica (desarrollos matemáticos, aplicaciones prácticas o extensiones a otros ámbitos no mecánicos). El trabajo se realiza en grupo y la información recogida se presenta al resto de compañeros y compañeras del curso a través de la plataforma Moodle. No se trata de realizar un ejercicio de redacción, un “copia y pega”, sino que cada grupo debe contextualizar el trabajo de la científica seleccionada dentro de los contenidos desarrollados en el curso. Se trata de dar sentido a esas aportaciones, de valorizarlas, de integrarlas plenamente y que cada estudiante las recuerde al asociarlas a un aspecto concreto de la materia.

Machismos, de micro nada

Objetivos: identificar y modificar prejuicios y actitudes sexistas. Fomentar valores de respeto e igualdad.

Metodología: dos sesiones formativas de discusión y debate sobre temas de igualdad, seguidas de la realización de un trabajo en formato libre sobre violencia de género de baja intensidad y su persistencia en entornos universitarios. El trabajo ha de contener la identificación, descripción y análisis de al menos tres situaciones que reflejen la persistencia de los denominados “micromachismos” en su vida universitaria (Montes-López y Groves, 2019), así como propuestas de acción para el cambio.

Género en la innovación

Objetivos: Conocer y analizar experiencias de incorporación de la perspectiva de género en la investigación en el ámbito de la ingeniería

Metodología: cada grupo debe elegir uno de los ejemplos del campo de la ingeniería en el sitio web Gendered

Innovations <<http://genderedinnovations.stanford.edu/>> desarrollado por Londa Schiebinger, de la Universidad de Stanford, explicar su interés por ese tema y elaborar una memoria en la que se analice el reto u objetivo del proyecto seleccionado. La memoria ha de contener una explicación de las razones para considerar el sexo o el género (o ambos) en el desarrollo del proyecto, la metodología que se ha utilizado para incorporar la perspectiva de género en ese proyecto, así como unas conclusiones personales sobre la experiencia y su aplicabilidad al trabajo en ingeniería.

Materia: Proyectos Arquitectónicos. Estudios de Arquitectura, en niveles de grado y máster. En sendas asignaturas de proyectos arquitectónicos de primer curso de Arquitectura (Carreiro-Otero y López-González, 2016: 77-88) y del Máster Universitario de Arquitectura (Carreiro-Otero y López-González, 2021: 508-531) se aplicaron de modo experimental una serie de medidas para incorporar la perspectiva de género en la docencia de esta materia, central en la formación de las arquitectas y arquitectos. En ella, la perspectiva de género se incorpora de pleno, transformando el modelo de enseñanza tradicional, con el rol productivo como esencia, a un modelo de enseñanza inclusiva, en el que se aúnan y equiparan los roles productivo y reproductivo.

Proyectos 1 (cursos académicos 2014/15 y 2015/16)

Objetivos: incorporar patrones inclusivos en el proyecto de arquitectura; incorporar obras de arquitectas entre las referencias explicadas en las sesiones de teoría; incorporar un lenguaje inclusivo en los enunciados de las prácticas e incorporar personajes femeninos en los enunciados, como comitentes, destinatarias o usuarias de los proyectos de arquitectura propuestos como ejercicios de curso.

Metodología: señalar, al menos en cada sesión de teoría, una obra proyectada por una arquitecta. Dar protagonismo a las mujeres en los enunciados: un refugio para una arquitecta; el museo de Barbie; una casa para Miss Marple. De esta manera, el alumnado toma conciencia de que existen 'arquitectas' ya que en la bibliografía de las materias de historia de primer curso no se incluye ninguna, y del papel de las mujeres como agentes activos de la sociedad.

Trabajo Fin de Máster (cursos académicos 2017/18, 2018/19, 2019/20)

Objetivos: incorporar la perspectiva de género dentro de la práctica profesional arquitectónica, considerando las necesidades cotidianas de las personas y el rol de cuidados en los programas propuestos para el desarrollo de los trabajos fin de máster.

Metodología: se consideraron siete herramientas de desarrollo, a saber, la explicación de experiencias arquitectónicas y urbanísticas que habían aplicado la perspectiva de género en el planeamiento urbano y en el diseño arquitectónico de barrios, viviendas o equipamientos; la incorporación de visiones de profesionales que se hayan implicado en el desarrollo de políticas de igualdad, sensibles a las transformaciones de las demandas sociales y vinculados a los diferentes contenidos temáticos; la sistematización en la recogida y procesado de datos del día a día propios del rol asignado al género femenino; la aplicación de la mirada de género en la construcción y renovación de la ciudad; la generación de patrones y modelos alternativos para el diseño arquitectónico y urbano, ya que los existentes responden a estereotipos androcéntricos; el aula de trabajo, asignada exclusivamente para este cometido, convertida en un lugar propio, en un marco singular y punto de referencia y, finalmente, el uso del lenguaje inclusivo, superando las rutinas y estereotipos que suelen reproducirse en los enunciados, textos, esquemas y guías docentes.

Conclusiones

Para la consecución del ODS5, y por tanto la plena igualdad efectiva entre mujeres y hombres, es necesaria una revisión crítica de nuestra actividad docente, impregnada de los sesgos culturales androcéntricos que invisibilizan a las mujeres, sus aportaciones, sus puntos de vista y sus necesidades.

En este trabajo se ha presentado una experiencia de acción formativa orientada al profesorado universitario en la cual se les aportaban las herramientas básicas para reflexionar sobre su actividad docente en clave de género.

El alumnado participante procedía de distintas disciplinas y partía de un nivel dispar de experiencias y formación previa en materia de género, reflejando por tanto la diversidad existente dentro del profesorado de la universidad.

El 21% de participantes pertenecía a los ámbitos de Ingeniería/Arquitectura, lo cual refleja un creciente interés en incorporar la perspectiva de género en estas carreras tradicionalmente masculinizadas.

Dentro de los materiales de trabajo del curso se incluyeron ejemplos de experiencias prácticas, llevadas a cabo por nuestro grupo de innovación docente, para incorporar la perspectiva de género en las titulaciones de estos ámbitos.

La buena acogida de esta experiencia puso de manifiesto la importancia del enfoque crítico y transformador que aporta la perspectiva de género en la docencia en las aulas universitarias. Asimismo, la necesidad de ofertar itinerarios formativos para el profesorado universitario que proporcionen desde los conocimientos y las herramientas básicas a cursos específicos para profundizar en los recursos útiles para las distintas áreas de conocimiento.

Referencias

Aguayo Lorenzo, Eva; Freire Esparís, María Pilar y Nérida Lamelas Castellanos (2017). "Incorporación de la perspectiva de género en el TFG: una experiencia en el Grado de Economía de La USC", *Revista Complutense de Educación*, 28(1), 11–28.

Anguita, Rocío (2011). "El reto de la formación del profesorado para la igualdad", *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 14(1), 43–51.

Calvo Iglesias, Encina (2022). "Termodinámica y ODS". En: Cobos Sanchiz, David; López Meneses, Eloy; Martín Padilla, Antonio Hilario; Molina García, Laura y Alicia Jaén Martínez (coords.). *Educación para transformar: innovación pedagógica, calidad y TIC en contextos formativos*. Madrid: Dykinson, 131-140.

Carreiro-Otero, María y Cándido López-González (2016). "Una transgresión docente: integración de la perspectiva de

género en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la UDC". En: Universidade de Santiago; Univesidade

Coruña; Universidade de Vigo (2016). *Perspectiva de xénero na docencia universitaria IV XUGeX*. Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: Servicio de publicacións e intercambio científico da USC, 77–88.

Carreiro -Otero, María y Cándido López-González (2021). "La incorporación de la perspectiva de género en los TFM de Arquitectura: la experiencia trianual de una estrategia." En: Rebollo, María Ángeles y Alicia Arias Rodríguez (eds.). *Hacia una docencia sensible al género en la educación superior*. Madrid: Dykinson, 508–531.

Carreiro, María; Aguayo, Eva; López, Cristina y Ana J. López (2021). "Hacia una docencia universitaria sin sesgos androcéntricos: una experiencia formativa en la Universidade da Coruña". En: Rebollo, María Ángeles y Alicia Arias Rodríguez (eds.). *Hacia una docencia sensible al género en la educación superior*. Madrid: Dykinson, 210– 236

Cimpian, Joseph R.; Kim, Taek H., and Zachary T. McDermott (2020). "Understanding persistent gender gaps in STEM", *Science*, 368(6497), 1317–1319.

Donoso-Vázquez, Trinidad y Anna Velasco-Martínez (2013). “¿Por qué una propuesta de formación en perspectiva de género en el ámbito universitario?”, *Profesorado*, 17(1), 71–88.

García-Holgado, Alicia; Mena, Juanjo; García-Penalvo, Francisco J., y Carina González (2018). “Inclusion of gender

perspective in computer engineering careers: elaboration of a questionnaire to assess the gender gap in tertiary education”. En: *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 17-20 April 2018, Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. USA: IEE, 1553-1560.

García-Pérez, Rafael; Rebollo, María-Ángeles; Vega, Luisa; Barragán-Sánchez, Raquel; Buzón, Olga y Joaquín Piedra (2011). “El patriarcado no es transparente: competencias del profesorado para reconocer desigualdad”, *Cultura y Educación*, 23(3), 385–397.

López, Ana J (2021). “Mecánica femenino, singular. Una actividad para visibilizar a las mujeres científicas.” En: Rebollo, María Ángeles y Alicia Arias Rodríguez (eds.). *Hacia una docencia sensible al género en la educación superior*. Madrid: Dykinson, 460–481.

Ministerio de Universidades. Gobierno de España (2022). *Datos y Cifras Del Sistema Universitario Español*. Publicación

2021-2022. En línea. [Disponible: 30/05/2023]
<https://www.universidades.gob.es/wpcontent/uploads/2022/11/Datos_y_Cifras_2021_22.pdf>

Montes-López, Estrella y Tamar Groves (2019). “Micro-machismo and discrimination in academia: the violation of the right to equality in university”, *Culture & History Digital Journal*, 8(1), 010.

OIE (2022). *Primer estudio Observatorio de la ingeniería de España*. En línea. [Disponible: 30/05/2023]

<http://www.observatorioingenieria.es/uploads/1/2/5/9/125943317/estudio_observatorio_de_la_ingenieri%CC%81a_de_espan%CC%83a__2_.pdf>

Rebollo, María Ángeles (2013). “La innovación educativa con perspectiva de género. Retos y desafíos para el profesorado”, *Profesorado*, 17(3), 3–8.

Women, UN (2021). *El progreso en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Panorama de género*

2021. En línea. [Disponible: 30/05/2023] <<https://www.unwomen.org/sites/default/files/202112/Progress-on-the-sustainable-development-goals-the-gender-snapshot-2021-es.pdf>>

Ventajas de la aplicación de test de detección rápida frente a técnicas analíticas clásicas como alternativa académica

Advantages of the rapid detection test application against classical analytical techniques as an academic alternative

Aldana A. Chesta

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María Av. Universidad 450 — XGB5900 Villa María, Cba., Argentina.
achesta@frvm.utn.edu.ar

Romina A. Beltrán

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María Av. Universidad 450 — XGB5900 Villa María, Cba., Argentina.
rbeltran@frvm.utn.edu.ar

Agostina B. Bragas

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María Av. Universidad 450 — XGB5900 Villa María, Cba., Argentina.
agostinabragas14@gmail.com

Camila Bellotti

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María Av. Universidad 450 — XGB5900 Villa María, Cba., Argentina.
camibellotti@hotmail.com

Sofía B. Huerta

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María Av. Universidad 450 — XGB5900 Villa María, Cba., Argentina.
sofiahuerta@outlook.com

Resumen

Los métodos de detección rápida tienen como ventaja su sencilla aplicación ya que pueden realizarse en el lugar de toma de muestra por ser fácilmente transportable y son cada vez más utilizados en la industria. En la asignatura Química Analítica Aplicada se implementaron dos test, nitratos y cloro residual, en muestras de agua de red. Los alumnos debieron interiorizarse del manejo del producto comercial, planificar y ejecutar las tomas de muestras. Una vez recolectadas, realizaron las determinaciones con apoyo docente. Los resultados obtenidos fueron evaluados teniendo en cuenta los valores límites indicados por OMS y establecidos por CAA para aguas de consumo. Además, fueron comparados a los publicados por una empresa local abastecedora de agua. Como conclusiones se indica que la experiencia les permitió a los estudiantes adquirir habilidades, familiarizarse con nuevas herramientas de uso habitual en la práctica profesional, ampliar y diversificar las experiencias frente a determinaciones analíticas tradicionales.

Palabras clave: técnicas analíticas, aplicación académica, test de detección rápida.

Abstract

Rapid detection methods have the advantage of their simple application, since they can be carried out in the place of sampling because they are easily transportable and are increasingly used in the industry. In the subject Applied Analytical Chemistry, two tests, nitrates and residual chlorine, were implemented in samples of network water. The students had to learn about the management of the commercial product, plan and execute the sampling. Once the samples were collected, they made the determinations with teachers' support. The results obtained were evaluated taking into account the limit values indicated by the WHO and established by the CAA for drinking water. In addition, they were compared to those published by a local water supply company. As conclusions, it is indicated that the experience allowed students to acquire skills, become familiar with new tools commonly used in professional practice, expand and diversify experiences compared to traditional analytical determinations.

Keywords: analytical techniques, academic application, rapid screening test.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) norma para el nitrato un máximo permitido en aguas de consumo de 50 mg/L para proteger a los lactantes alimentados con biberón contra la metahemoglobinemia y recomienda concentraciones menores a 10 mg/L (OMS, 2013). En tanto que, a nivel nacional, el máximo permitido es de 45 mg/L, según lo indica el Código Alimentario Argentino (CAA), en su capítulo XII dedicado a aguas. La contaminación por nitratos en zonas urbanas es una de las principales causas del deterioro de la calidad del agua subterránea y puede impactar sobre la salud humana a través de enfermedades de origen hídrico. Los nitratos son reducidos a nitritos, y generan una disminución en el transporte de oxígeno en la sangre, especialmente en menores de 6 meses, que pueden sufrir cianosis y síntomas de hipoxia (bajo nivel de oxígeno). La presencia de nitratos en el agua subterránea puede estar asociada principalmente a causas de origen urbano, industrial y rural. Su concentración en aguas subterráneas no contaminadas raramente excede los 10 mg/L. Los efluentes domiciliarios y la actividad agrícola intensiva pueden significar una contribución al deterioro en la calidad del agua, debido a la aplicación de fertilizantes y pesticidas que son transportados al sistema fluvial como contaminantes dispersos (De Miguel-Fernández C., 2006; Perdomo et al., 2020).

Para la determinación de nitratos en aguas naturales y residuales, actualmente, existe una gran variedad de técnicas que se aplican. Se continúa experimentando para mejorar las existentes y para desarrollar nuevas metodologías y procedimientos que permitan asegurar resultados cada vez más confiables. Esto resulta de importancia para los laboratorios que prestan servicios científicos técnicos en materia de agua, debido a que requieren contar con determinaciones analíticas cuyos resultados sean exactos. Con respecto a los diferentes métodos existentes, se tienen los directos, tal como Espectrofotométrico ultravioleta, Electrodo selectivo, y por otro lado los de forma indirecta, que se realizan a través de una especie reducida del ión nitrato, como lo es el método de reducción con ion Cd (Molina Guevara S. J., 2010; Valdez Martínez D., 2013; Rujaimes Cruzata M., 2016).

La técnica de monitoreo espectrofotométrico ultravioleta (UV) mide la absorbancia del nitrato a 220 nm y es adecuada en monitoreo de aguas de bajo contenido de materia orgánica, como aguas naturales sin contaminar y fuentes de agua potable. La materia orgánica disuelta, los agentes tensioactivos y el NO_2^{-1} interfieren en tal método (Vives De Andrés J.B., 2003; Rodríguez, C.H., 2007; Vives De Andrés J.B., 2003).

Las técnicas estandarizadas de análisis de nitratos son muy apropiadas para analizar muestras puntuales o discretas, ya que estas se preservan y se llevan al laboratorio para su análisis. Sin embargo, no son adecuadas para el análisis continuo y en el sitio, pues los equipos de laboratorio son grandes, costosos y no pueden llevarse a campo (Hernández-Alpízar, L., 2015).

En el caso del cloro, el CAA en su capítulo XII, establece para agua potable (apta para alimentación y uso doméstico) un mínimo de 0,2 mg/L de cloro residual. Es muy determinante un correcto abastecimiento de agua potable ya sea para el consumo o lavar los alimentos, lo que disminuye la transmisión de enfermedades asociadas con algunos microorganismos. A fines de garantizar la provisión de agua potable para consumo, la misma debe ser sometida a un proceso esencial de desinfección y el cloro ha sido la sustancia más empleada durante el último siglo, para la desinfección de los suministros de agua. Su principal función es destruir o eliminar microorganismos que producen enfermedades, también tiene la capacidad de mejorar la calidad del agua que resulta de la interacción del cloro con el hierro, amoníaco, manganeso, sulfuro entre otros compuestos orgánicos (Zhou et al., 2021). Una medición precisa de la concentración de cloro residual en el agua es de gran importancia ya que éste puede reaccionar con otros productos generando sustancias no deseadas (Li et al., 2021).

La concentración de cloro libre se puede establecer por cromatografía líquida. Ésta técnica requiere el empleo de reactivos y soluciones de referencia para la calibración que necesitan mantenimiento y rellenado, por lo tanto, no es adecuada para realizar un monitoreo continuo, autónomo y de bajo costo (Hoque et al., 2017). Además, se puede determinar por método gravimétrico, amperométrico y espectrofotométrico. También se han informado varios métodos de detección como quimioluminiscencia y fluorescencia (Zhou et al., 2021).

La colorimetría resulta de gran utilidad ya que permite una gestión fácil y en el sitio debido al tamaño de los instrumentos componentes. Además, dietil-p-fenilendiamina (DPD) se ha convertido en el sustituto dominante de la ortotolidina, el cual ha sido reconocido como cancerígeno (Li et al., 2021).

Con el propósito de ampliar y diversificar las habilidades de los estudiantes en técnicas analíticas se ha propuesto familiarizarlos con el uso de métodos de detección rápida, particularmente determinaciones de nitratos y cloro residual en aguas, como una alternativa frente a métodos tradicionales utilizados usualmente en los laboratorios.

La implementación de la experiencia en el contexto de la asignatura Química Analítica Aplicada tiene como objetivo una interrelación de conocimientos que resulte significativo para el aprendizaje del alumno, considerando la necesidad de integrar saberes que adquiere a lo largo de la carrera y durante el cursado de las distintas asignaturas que debe quedar debidamente consolidado, por cuanto al aprobar esta materia habrá alcanzado la titulación intermedia de Técnico Universitario en Química.

La actividad experimental propuesta demanda que el alumno ponga en práctica varias temáticas del programa de la asignatura, entre ellas el muestreo. Los alumnos fueron los que realizaron la toma de muestras de agua con los procedimientos estudiados con anterioridad, para luego ejecutar las técnicas en cuestión. Además, debieron interiorizarse con la normativa relativa a aguas de consumo, atendiendo a los límites máximo y/o mínimos de las sustancias a determinar.

Desarrollo

El método aplicado para detección rápida de nitratos consiste en una técnica colorimétrica donde los iones nitrato se reducen a iones nitrito que, en solución ácida, forman con el ácido sulfanílico una sal de diazonio. Ésta reacciona con un derivado del ácido benzoico dando un azocolorante amarillo anaranjado de distinta intensidad. La concentración de nitratos se determina semicuantitativamente por comparación visual del color de la solución analizada con la tarjeta colorimétrica, incluida en el contenido del kit (Figura 1). Cabe aclarar, que los colores de la tarjeta se observan a través de una muestra de la misma agua analizada sin el agregado del reactivo, con el objetivo de que factores como la coloración propia de la muestra no afecten la percepción del color. El intervalo de medida y la cantidad de determinaciones se visualiza en la Tabla 1. Para muestras con más

de 150 mg/l de NO₃-1 deben realizarse diluciones con agua destilada. Este test está diseñado para análisis rápidos y sensibles de cualquier tipo de muestra de agua, por ejemplo: aguas subterráneas, potables, superficiales, de acuicultura, de piscinas, industriales, entre otras, pero no es adecuado para agua de mar.

Intervalo de medida/ Graduación de la escala colorimétrica	Número de determinaciones
10 — 25 — 50 — 75- 100 — 125 — 150 mg/l de NOT	200

Tabla 1. Intervalo de medida y número de determinaciones del kit de nitratos.



Fig. 1. a) Contenido del kit. b) Estuche cerrado e instrucciones. c) Tarjeta colorimétrica

En el caso de la detección rápida de cloro libre, el mismo reacciona, en solución débilmente ácida, con dietil-p- fenilendiamina (DPD) dando colorante violeta rojizo. La concentración de cloro se determina semicuantitativamente por comparación visual de color de la solución de medición con las zonas de color de una tarjeta colorimétrica. El intervalo de medida y la cantidad de determinaciones se visualiza en la Tabla 2. Si el color de la solución de medición correspondiera a la tonalidad más oscura de la escala o fuera más intenso aún, deberá repetirse la medición con nuevas muestras diluidas. El test de cloro, está diseñado para análisis rápidos de varios tipos de muestra de agua, por ejemplo: aguas potables, residuales, de la acuicultura, soluciones desinfectantes, entre otras y no es apropiado para agua de mar. (Figura 2).

Intervalo de medida/ Graduación de la escala colorimétrica	Número de determinaciones
0,010 — 0,025 — 0,045 — 0,06 — 0,08 — 0,10 — 0,15 — 0,02 — 0,03 mg/l de Cl ₂	400

Tabla 2. Intervalo de medida y número de determinaciones del kit de cloro.

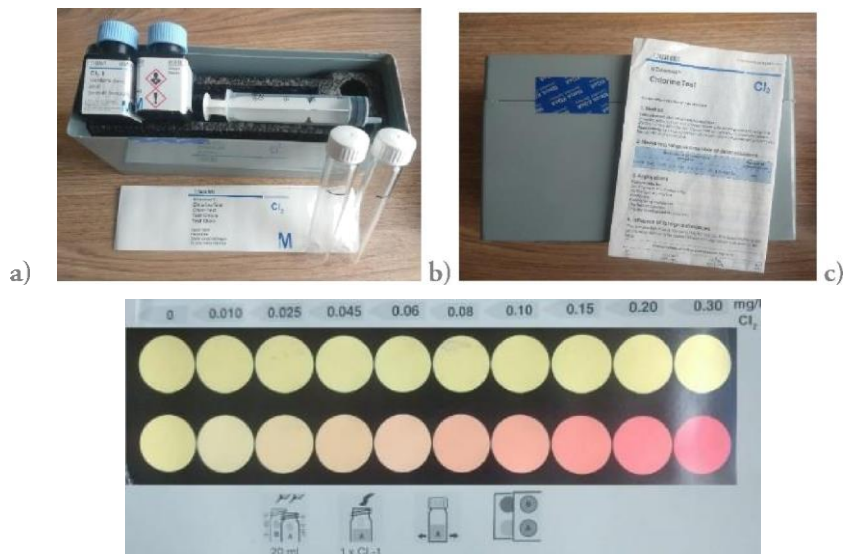


Fig. 2. a) Contenido del kit. b) Estuche cerrado e instrucciones. c) Tarjeta colorimétrica

Se analizaron 15 muestras de aguas de red de diferentes puntos de la localidad de Villa María. Las mismas se extrajeron en frascos estériles (por cuestiones de confidencialidad no se menciona en el presente trabajo exactamente los puntos de extracción). Las muestras de agua de red fueron recogidas por los alumnos en los recipientes de acuerdo a las indicaciones generales de recolección: se deja correr libremente el agua durante 2 a 5 minutos, seguidamente se llena completamente el recipiente, sin dejar cámaras de aire, luego se tapa e identifica la muestra. Es importante que las muestras sean tomadas menos de 24 horas antes de realizar la medición. Seguidamente se llevaron a cabo las técnicas de acuerdo a las instrucciones de cada uno de los kits, los cuales conllevan procedimientos muy similares. Los mismos se detallan a continuación.

Determinación de nitratos

En primer lugar, se enjuagan varias veces ambos tubos con agua destilada y luego con la muestra a medir. Seguidamente se colocan 5 ml de muestra en cada tubo medidos con la jeringa, uno corresponde al blanco y al otro se le agregan 2 microcucharadas rasas del reactivo NO_3^{-1} (en la tapa del frasco, ver Figura 3 a), se cierra firmemente el tubo al que se le agregó el reactivo y se agita vigorosamente durante 1 minuto. Una vez finalizada la agitación, se colocan los tubos de ensayo en el comparador desplazable y se sitúa el comparador sobre la tarjeta colorimétrica tal como lo indica (Figura 1 c). Se deja reposar 5 minutos. A continuación, se desplaza el comparador sobre la escala colorimétrica hasta que, observando por encima de ambos tubos abiertos, los colores coincidan con los de la escala. Se lee en la tarjeta la concentración en mg/l de NO_3^{-1} que señala el extremo puntiagudo del comparador desplazable (Figura 3 b). El frasco superior es el que contiene sólo la muestra (blanco) y el inferior es el que contiene la muestra con el reactivo y adquiere la coloración a comparar.

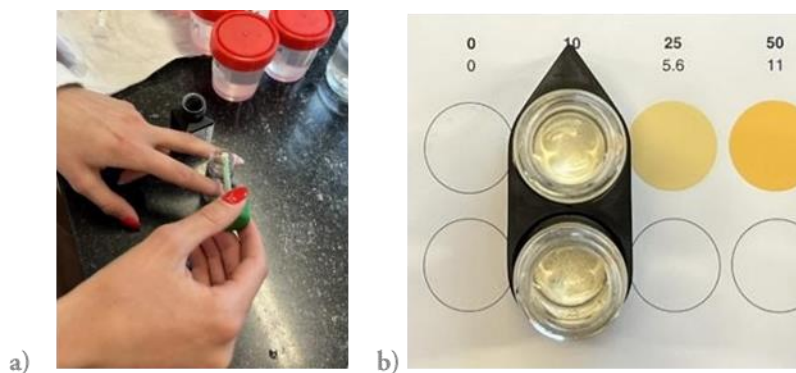


Fig. 3. a) *Microcucharada del reactivo* b) *Lectura del contenido de NOT.*

Determinación de cloro residual

En este caso, para comenzar se enjuagan varias veces ambos tubos con agua destilada y luego con la muestra a medir. Luego se colocan 20 ml de muestra en cada tubo medidos con jeringa, uno corresponde al blanco y al otro se le agrega 1 microcucharada rasa del reactivo Cl_2^{-1} (en la tapa del frasco), se cierra firmemente el tubo al que se le agregó el reactivo y se agita vigorosamente hasta que el reactivo se encuentre perfectamente disuelto. Seguidamente, se colocan los tubos de ensayo en el dispositivo desplazable sobre la tarjeta colorimétrica. Se desplaza el comparador sobre la escala hasta que, observando por encima de ambos tubos abiertos, los colores coincidan con los de la escala. Se lee en la tarjeta colorimétrica el valor en mg/l de Cl_2 que corresponde al color leído (Figura 4). El frasco superior es el que contiene sólo la muestra (blanco) y el inferior es el que contiene la muestra con el reactivo y adquiere la coloración a comparar.



Fig. 4. *Lectura de contenido de Cl_2 en la tarjeta colorimétrica*

Resultados

Las concentraciones de ambas mediciones se muestran en Tabla 3 para el total de muestras analizadas.

Muestras	Contenido (mg/l)	
	Nitratos	Cloro residual
1	10-25	0,20-0,30
2	10	0,20-0,30
3	15	0,4
4	25	0,08-0,1
S	25	0,06-0,08
6	25	0,3
7	10	0,3

8	10	0,3
9	10	0,5
10	10 -25	0,1
11	25-50	0,45
12	10	0,3
13	25-50	0,3
14	0-10	0,2
15	10	0,2

Tabla 3. *Contenido de nitratos y cloro residual en las muestras de aguas de red.*

Al realizar la lectura puede que el color no coincida exactamente con una concentración de la tarjeta colorimétrica, por lo que es válido estimar un valor intermedio entre ambas concentraciones. Apareciendo en la Tabla 3 intervalos de concentración. Por ejemplo, el contenido de nitratos de la muestra 10, debe interpretarse como una concentración algo mayor a 10 mg/l no alcanzando los 25 mg/l. Esto ocurre de igual manera en la determinación de cloro. En la Figura 5 y 6 se exponen fotografías de algunas de las muestras medidas para nitratos y cloro respectivamente.

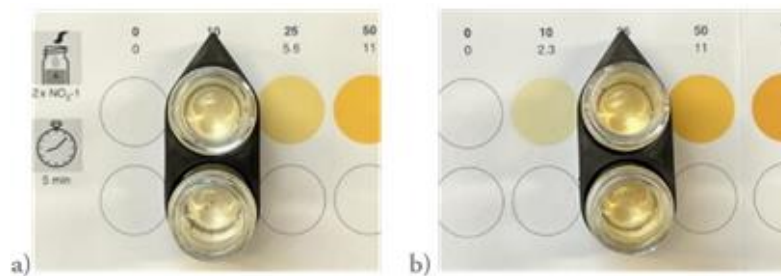


Fig. 5. *a) Medición de nitratos, muestra 2. B) muestra 4.*

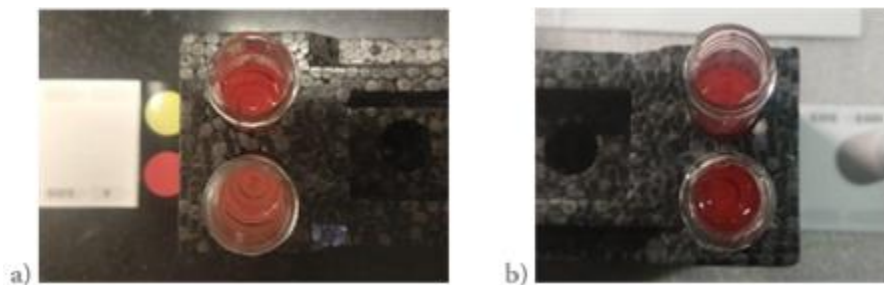


Fig. 6. *Medición de cloro a) muestra 1 ubicada sobre 0,2 mg/l. B) muestra 1 ubicada sobre 0,3 mg/l.*

Una vez obtenidos los resultados, los alumnos pudieron confrontar los mismos frente a los publicados por la Cooperativa de agua. Dicha institución pone a disposición pública los resultados mensuales de los análisis físico-químicos realizados a las muestras de agua de diferentes puntos de la ciudad. También los mismos fueron comparados con los límites establecidos que las normativas vigentes.

La obtención de resultados de las técnicas aplicadas aun cuando no obligan a contar con significativa destreza en el manejo de elementos de laboratorio de control de calidad, si demanda, para su cabal comprensión e interpretación de resultados, una asociación de conocimientos que el alumno ha ido desarrollando durante el cursado y aprobación de las distintas cátedras de química de los niveles anteriores.

De este modo, el alumno tiene claramente entendido que la obtención de resultados con una metodología sencilla que presenta además la ventaja de su rapidez de aplicación, resultará muy significativo para su desempeño técnico en un laboratorio de calidad de una empresa o institución, y que aun cuando la situación no lo demande puntualmente cuenta con una integralidad de conocimientos que le permite interpretar fehacientemente la validez del resultado alcanzado, las limitaciones o interferencias que podrían afectar la medición y las condiciones que permiten su aplicación. Siendo capaz de discernir acerca de la conveniencia o no de aplicar otras técnicas clásicas que demandaran mayores tiempos, otro tipo de instalaciones y/o equipamiento, para alcanzar el objetivo pretendido.

Conclusiones

Como principales conclusiones se indica:

La experiencia realizada permitió familiarizar al estudiante con herramientas de uso habitual en la práctica profesional.

Los alumnos han desarrollado nuevas habilidades, potenciando su autonomía de trabajo y generado confianza en el trabajo experimental.

Se alcanzaron nuevos conocimientos relacionados con la interpretación del método, la técnica de toma de muestra, su preparación y posterior ejecución.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los datos publicados por una empresa abastecedora de agua regional y con los límites establecidos por la normativa vigente, permitiendo al alumno determinar si los resultados se encontraban dentro de los valores previstos para el agua de consumo.

Los alumnos han comprendido tanto las ventajas potenciales que presenta del método, así como sus limitaciones para determinadas condiciones de aplicación.

Se vio en la necesidad de analizar y encontrar fundamentos para comprender tales situaciones problemáticas y evaluar posibles alternativas para su resolución.

Pudo evaluarse la conveniencia de utilizar estas técnicas frente a las tradicionales y reconocer la factibilidad o no de aplicación.

Resultó un aprendizaje significativo de conceptos asociados con la temática tratada, que despertó interés en cada uno de ellos.

Referencias

De Miguel-Fernández C. y Vázquez-Taset Y. M. (2006). "Origen de los nitratos y nitritos y en influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas", *Minería y Geología*, vol. 22, N° 3, 1-9.

FAO/OMS (2002) Los nitratos y nitritos en el agua de consumo. Disponible en <https://goo.gl/gKUIAh> Hernández-Alpizar, L; Coy-Herrera, R. (2015). "Evaluación de técnicas de cuantificación de nitratos en agua potable para análisis en línea". *Tecnología en Marcha*. Vol. 28, N° 4, 86-93.

Hoque, E., Hsu, L.H.H., Aryasomayajula, A., Selvaganapathy, P.R. y Kruse, P. (2017). "Pencil-Drawn Chemiresistive sensor for free chlorine in water". *IEEE Sensors Letters*, 1(4), 1-4.

Rodríguez C.H. (2007). "NiWnio en agua por Espectrofotometría UY". Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente, Colombia.

Ley 18.284 CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Capítulo XII. Disponible:
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/fdes/anmat_caa_capitulo_xii_aguas_actualiz_2021-08.pdf

Li, P., Furuta, T. y Kobayashi T (2021). "Micro-particles as interfering substances in colorimetric residual chlorine measurement". *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207, 111279.

Molina Guevara S. J. (2010). "Estandarización de metodos de análisis para la determinación de nitratos, nitritos, compuestos fenólicos y, aceites y grasas utilizados como indicadores de contaminación en aguas naturales y residuales industriales", Thesis (Ph. D Química) Universidad Industrial de Santander, Colombia.

OMS (Organización Mundial de la Salud). (2013). Guías para la calidad del agua potable. 3 ed.

Perdomo S., Ainchil J.E., Ruiz M. S., Kruse E. E., Walhmann A. (2020). "Problemática de nitratos en el agua subterránea de zonas urbanas• caso de estudio Pergamino-Argentina". *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, número especial, 44-52.

Rujaimes Cruzata M. (2016). "Determinación de iones nitrato, cloruro y cianuro en aguas naturales y residuales empleando electrodos selectivos", Thesis (Ph. D Licenciatura en Química) Facultad de Química-Farmacia Departamento de Licenciatura en Química, Cuba.

Valadez Martínez, D. (2013). Anteproyectos de norma mexicana para la medición de nitritos, nitratos, cromo hexavalente y ortofosfatos en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, mediante análisis por inyección en flujo (FIA) acoplado a UV/MS. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Vives De Andrés J.B. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros físicoquímicos y contaminantes marinos. Instituto de Investigaciones marinas y costeras, Colombia.

Zhou, M., Li, T., Zu, M., Zhang, S., Liu, Y. y Zhao, H. (2021). "Membrane-based colorimetric flow-injection system for online free chlorine monitoring in drinking water. *Sensors and Actuator, B: Chemical*, 327, 128905.

Enseñar a leer y escribir en el nivel de posgrado en UTN. La experiencia de la Facultad Regional Rosario desde la perspectiva estudiantil

Teaching reading and writing at the postgraduate level at UTN. The experience of the Rosario Regional Faculty from the students' perspective

María Isabel Pozzo

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario, Argentina
pozzo@irice-conicet.gov.ar

Florencia Rosso

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario, Argentina
rosso@irice-conicet.gov.ar

Nara Alegre

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario, Argentina
naraalegre1997@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta la experiencia del Curso de actualización de posgrado denominado "Leer y escribir en el nivel de posgrado. Retos de la autoría científica" que desde el año 2021 dicta la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional. El mismo se propone superar las dificultades que presentan los cursantes de las distintas Maestrías que se ofrecen en la Regional para la escritura de trabajos finales de seminarios y la tesis final. El objetivo de este trabajo consiste en relevar expectativas estudiantiles con respecto al seminario y experiencias de aprendizaje luego del cursado del mismo. Los resultados señalan expectativas iniciales sobre el curso virtual, relacionadas con el aprendizaje de la escritura en diferentes contextos y la tesis de maestría en particular. En las experiencias de aprendizaje, el estudiantado remarca el valor del curso en su formación, a la vez que presenta sus demandas y dificultades frente a la propuesta. Este sondeo exploratorio, como parte de un proyecto de investigación y desarrollo en evaluación, contribuye a la mejora de la propuesta local con el uso de tecnologías educativas e incentiva la puesta en práctica de esta estrategia institucional a nivel nacional.

Palabras clave: Lectura. Escritura. Posgrado. Ingenierías

Abstract

This paper presents the experience of the postgraduate refresher course called "Reading and writing at the postgraduate level. Challenges of scientific authorship" that since 2021 is dictated at the Rosario Regional Faculty of the National Technological University. It intends to overcome the difficulties presented by the students of the different Masters that are offered in the Regional when writing the final works of seminars and the thesis. The aim of this work is to relieve the expectations of the students at the beginning and the evaluation they make about it at the end. The results indicate initial expectations about the virtual course, related to the learning of writing in different contexts and the master's thesis in particular. In the experience of learning, students highlight

the value of the course in their training and present their demands and difficulties regarding the proposal. This exploratory study, as part of a research and development project under evaluation, contributes to the improvement of the local proposal with the use of educational technologies and encourages the implementation of this institutional strategy nationwide.

Keywords: Reading. Writing. Postgraduate. Engineering.

Introducción

Las carreras de posgrado (conformadas por Especializaciones, Maestrías y Doctorados) constituyen el máximo nivel educativo y es el elegido por los profesionales que desean continuar su formación una vez concluida su carrera de grado. La lectura y escritura, por su parte, consisten en habilidades fundamentales que se cultivan desde los inicios de la escolaridad. Parece, entonces, una paradoja plantear la necesidad de enseñar a leer y escribir en el nivel de posgrado. Sin embargo, existe evidencia (Ochoa y Cueva, 2017; Osorio, 2018; Giraldo-Giraldo, 2019; Cassany, 2021; Pozzo et al., 2021; Perdomo y Morales, 2022) acerca de las dificultades que estas prácticas básicas deparan para los estudiantes de posgrado. Conscientes de tales dificultades, las instituciones universitarias despliegan diferentes dispositivos para superarlas tales como seminarios de tesis o talleres de escritura. A la discusión habitual acerca de la conveniencia de uno u otro formato, la pandemia ha acelerado la consideración de otro factor: la modalidad, que puede ser presencial, virtual o híbrida. Las variedades no se agotan en esas alternativas, sino que adoptan matices en función de distintos recursos: clases sincrónicas, actividades asincrónicas tales como foros, etc. El abanico de alternativas es, por tanto, diverso y desafía al docente a considerar las ventajas y desventajas de cada recurso en función del perfil del grupo. A su vez, la predisposición de los cursantes condiciona el éxito –incluso– de las mejores propuestas. Por lo tanto, resulta fundamental considerar las expectativas iniciales de los destinatarios así como sus dificultades, que pueden ser atribuidas a déficits personales, falta de ejercicio académico, particularidades de su práctica profesional cotidiana, etc. Asimismo, ambas instancias (propuesta y expectativas iniciales) configuran una ponderación final de parte de cada cursante que impactará en la aplicación que realice de sus aprendizajes en su desempeño en el posgrado.

En este contexto, la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional implementa desde el año 2021 el curso “Leer y escribir en el nivel de posgrado. Retos de la autoría científica”. El mismo se basó en una propuesta similar pre-existente a cargo de la Facultad Regional de Tucumán, aprobada en 2018. Es interesante señalar que mientras que la propuesta de Tucumán se concibió en el marco de la Especialización y la Maestría en Docencia Universitaria, en Rosario el curso fue propuesto por el Comité Académico de dichas carreras pero destinado a todas las carreras de posgrado que allí se dictan: Ingeniería en Calidad, en Ingeniería Ambiental, Tecnología de los Alimentos, Docencia Universitaria, Especialización en Ingeniería Gerencial y Maestría en Administración de Negocios.

El curso se estructura en torno a dos módulos sucesivos: el primero relativo a la lectura y escritura en general, y el segundo referido a la lectura y escritura académica. El dictado está a cargo de un cuerpo de profesores especializados (Tabla 1) bajo la coordinación académica de María Isabel Pozzo.

Edición	Módulo 1	Módulo 2
2021	Alejandra Mac y Federico Ferroggiaro	Mariano Castellaro y Nadia Peralta
2022		Mariano Castellaro
2023		María Isabel Pozzo y Thalita Camargo Angelucci

Tabla 1: Docentes a cargo del curso

Las condiciones descritas suponen concebir una propuesta para público heterogéneo en cuanto a carreras de grado y sus respectivas prácticas de lectura y escritura. En efecto, diversos estudios examinan la relación entre prácticas de escritura y carrera de grado en su dimensión disciplinar e institucional, y proponen diversas estrategias para orientar la enseñanza con propósitos sociales y epistémicos, entrelazada con los contenidos de una asignatura (Ibáñez y González, 2017; Parodi y Burdiles, 2015; Parodi, 2010; Natale y Stagnaro, 2018). En particular, las Ingenierías constituyen un caso de especial interés dado que sus estudiantes identifican la importancia de la escritura tanto como de la lectura y la oralidad para comunicarse en contextos profesionales. Sus modelos típicos de comunicación incluyen informes prácticos, definiciones de mecanismos o proyectos de desarrollo tecnológico (Flores, 2018), así como procedimientos de escritura vinculados con la resolución de problemas (Waigandt et al., 2019). Este tipo de escritura puede diferir de la de otros géneros discursivos en el nivel de posgrado, como el proyecto de tesis y la tesis de investigación, cuya elaboración requiere otros mecanismos discursivos, como la intertextualidad o el posicionamiento autoral (Castelló *et al.*, 2010). Con todas las complejidades mencionadas, el curso se propone superar las dificultades que presentan los cursantes de las distintas Maestrías que se dictan en la Regional para la escritura de trabajos finales de seminarios y la tesis final. En tanto “nacido” en pandemia, el curso se dicta completamente en línea. Por otra parte, dado que los inscriptos cursan distintas carreras en diferentes días de la semana, se decidió hacerlo enteramente asincrónico por la imposibilidad de encontrar días libres en común.

La coordinación del curso en la Regional Rosario implementa asimismo una batería de instrumentos (ver sección Desarrollo) para recabar la opinión de los cursantes al inicio y al final, por la importancia que ya fuera mencionada en la Introducción. En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en relevar las expectativas de los cursantes al inicio y la evaluación que realizan acerca de experiencias de aprendizaje al finalizarlo. Con estos datos se pretende optimizar el diseño de ediciones futuras y estimular, a su vez, implementaciones en otras unidades académicas. Desde el punto de vista teórico, la propuesta se enmarca en estudios socioculturales de la escritura que, más que un logro garantizado, comprenden a la enseñanza de la escritura como un emprendimiento de investigación en tanto apelan a la colaboración y participación activa de sus participantes. En tal sentido, más que algo a ‘remediar’, esta práctica constituye un punto de despliegue de la actividad creativa en función de los conocimientos disciplinares previos del estudiantado (Lillis, 2021; Carlino, 2005).

Desarrollo

En vistas a cumplimentar los objetivos propuestos, se diseñaron dos cuestionarios destinados a los cursantes implementados al inicio y al final del curso. En los límites de la presente ponencia nos focalizamos en las siguientes preguntas, correspondientes al inicio (I) y a la finalización (F):

I.1. ¿Qué espera de este curso?

F.1. ¿El curso cumplió con sus expectativas? Justifique su respuesta.

F.2. ¿Siente que mejoró su forma de escribir luego de cursar el seminario? Justifique su respuesta.

F.3. ¿En qué medida lo aprendido aportó a la escritura de su tesis o Plan de tesis? Justifique su respuesta.

Los datos obtenidos a partir de la pregunta inicial fueron triangulados con las respuestas recolectadas al finalizar el curso, consistentes en tres preguntas y su respectiva ampliación. En el análisis de la información se agruparon los datos de acuerdo a similitudes y diferencias a partir del método de comparación constante (Glaser y Strauss, 1967), lo cual habilitó conceptualizaciones emergentes sobre la experiencia estudiantil.

En el presente trabajo analizamos las respuestas correspondientes a la edición 2022 del curso en cuestión.

Expectativas de estudiantes de posgrado al inicio del curso de lectura y escritura

Respecto al cuestionario implementado al inicio del curso, se obtuvieron 49 respuestas en total. Respecto a las carreras que cursan, 14 estudian Administración de Negocios, 14 Docencia Universitaria, 11 Ingeniería en Calidad, 6 Ingeniería Ambiental, 1 Tecnología de los Alimentos, 1 Doctorado en Humanidades y Artes con mención en Ciencias de la Educación —externa— y 2 no responden. Según detallamos a continuación, tipificamos las respuestas obtenidas en 5 categorías: “Aportes a la escritura de la tesis”, “Aporte instrumental de la escritura”, “Aportes a la propia práctica”, “Aportes a la práctica profesional” y “Aporte al conocimiento de otros contenidos”.

En sus expectativas iniciales al respecto, por un lado, la mayoría de estudiantes (22) refiere a la tesis y espera que el curso les aporte herramientas conceptuales para su elaboración. En cuanto a su proceso de escritura, plantean la expectativa de que el curso les ayude a proyectarla, desarrollarla y/o mejorarla: *“Herramientas para agregar valor y ampliar conocimientos para el armado y elaboración de la tesis”*.

Por otro lado, 14 respuestas constituyen aspectos genéricos de la escritura, vinculados con el abordaje instrumental de esta práctica, en tanto aluden aspectos gramaticales, normativos así como la comunicación escrita y oral. Un aspecto destacable en este punto es que algunos cursantes puntualizan el término “científica”, resaltando la importancia del lenguaje específico del ámbito académico: *“Espero que me ayude gramaticalmente. Si bien, ya en mi carrera de grado, tuve que redactar mi tesina, pasó hace muchos años. Hay una realidad, me cuesta mucho la escritura y su expresión”, “Aprender a organizar la escritura para presentar en trabajos y darle un marco técnico”*.

En el mismo sentido, 3 respuestas aluden específicamente a expectativas en torno a los aportes que podría brindarles el curso a la cualidad científica de la escritura en la formación de posgrado: *“Aprender sobre la escritura de textos específicos y mejorar así, la calidad de mis apuntes. Facilitar el desarrollo de trabajos de investigación”, “Poder entender la forma de la escritura y lectura académica, poder conseguir herramientas que me faciliten la expresión en trabajos y exposiciones”, “Aprender estrategias que me ayuden a mejorar mi escritura científica sobre todo respecto a un lenguaje más preciso (objetivo), ya que mis textos generalmente son muy extensos”*.

Así también, de acuerdo con los resultados, se esperaba que el curso aporte a la propia práctica profesional. Esto es, 4 respuestas expresan la expectativa de aplicar lo aprendido en sus respectivos ámbitos laborales y/o profesionales: *“concluirlo con las orientaciones suficientes para poder mejorar mis estrategias de enseñanza, llevarme ideas y nuevos conceptos para aplicar en el cotidiano engranaje que representa el proceso de aprender a apprehender y enseñar a enseñar”*.

Entre las respuestas obtenidas, se destacan 2 que aluden al aprendizaje de otros contenidos, por lo cual infieren el potencial epistémico de la escritura ya que expresan que esperan: “lograr más conocimientos para poder profundizar y fortalecer los conocimientos adquiridos”, “Obtener el mayor conocimiento posible de todas las materias del cursado”. Finalmente, se obtuvieron 4 respuestas que no responden a lo consultado o no son claras.

Experiencias de estudiantes de posgrado al finalizar el curso de lectura y escritura

Pasando al instrumento implementado al finalizar el curso, 25 cursantes respondieron al finalizar, siendo de las siguientes carreras: Administración de Negocios (9), Docencia Universitaria (5), Ingeniería en Calidad (4), Ingeniería Ambiental (3), Tecnología de los Alimentos (1), Doctorado en Humanidades y Artes, mención Cs. de la Educación -externa- (1), 2 no informaron.

Gráfico 1. Nivel de cumplimiento de las expectativas estudiantiles en el curso de posgrado



En su evaluación del curso (pregunta F.1), el Gráfico 1 muestra que el curso cumplió las expectativas del estudiantado; mientras la mayoría (88 %) lo afirma convencidamente, el 12 % responde parcialmente. En su justificación, quienes responden afirmativamente consignan recursos técnicos, vinculados con el estilo y lo gramatical, que les aportó el curso en cuanto a la escritura de su tesis: “*Se desarrollaron múltiples herramientas y técnicas para la elaboración de la tesis de posgrado*”. Otros refuerzan el valor de esta formación al salvaguardar dificultades escriturarias “*Dado que es una falencia importante que tengo, me entregó variadas herramientas y estrategias para poder paliar este problema*”, “*Gracias al curso identifique gran cantidad de falencias que existían en mis habilidades para la redacción de textos*”. Así también, se hace alusión al aporte profesional, especialmente a quienes se dedican a la dirección de una tesis de grado.

Las personas que respondieron “Parcialmente” justifican que, si bien aporta herramientas para su aplicación, hubiese cumplido sus expectativas si presentaban pautas y ejemplos sobre la escritura de la tesis o enfocado a los propios temas de investigación. Presentamos algunos ejemplos: “*hubiese sido más provechoso que tenga las pautas y ejemplos de cómo redactar las tesis y no realizar análisis sintáctico y de sintaxis de textos de investigación, ya que algunos trabajos tenían cierta complejidad que no resultó fácil de desarrollar*”, “*puedo decir que quizás me resultó breve, me interesaría seguir profundizando respecto de la práctica de escritura en articulación con la escritura de mi tesis. Es decir, avanzar en un trabajo más individualizado o recortado a los temas de investigación*”. Vale aclarar que proponen la importancia de realizar encuentros sincrónicos más allá de las actividades asincrónicas en el aula virtual.

Gráfico 2. Percepciones de mejora de la escritura tras el seminario

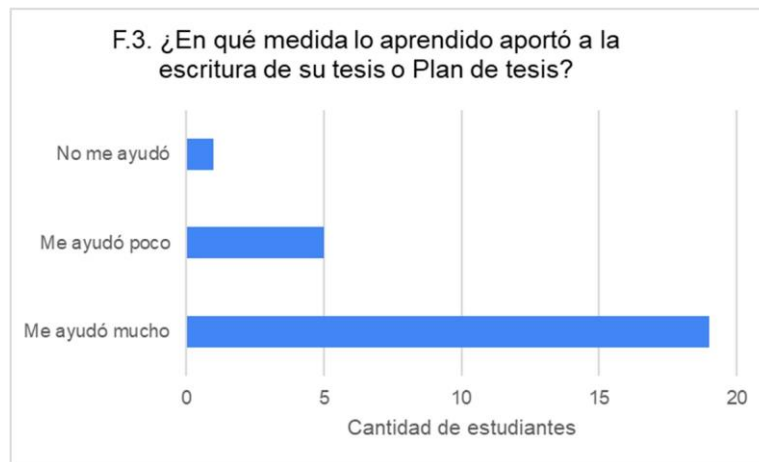


En cuanto a la segunda pregunta del instrumento de finalización (pregunta F.2), el Gráfico 2 presenta percepciones sobre el propio desempeño en la escritura luego de cursar el seminario. Mientras un 32 % de encuestados selecciona “Parcialmente”, en la mayoría de casos (66 %), se afirma que han mejorado la forma de escribir.

En el grupo de quienes responden afirmativamente, las respuestas apuntan a la mejora en la forma de escribir tanto como el contenido, que abarca la organización de las ideas, la argumentación y las articulaciones entre datos y conceptos. Destacan el aporte en torno a las reglas de puntuación, el vocabulario y el aprendizaje sobre la estructura de una investigación luego del análisis de géneros discursivos académicos.

Quienes responden “Parcialmente”, en particular, hacen referencia las dificultades de poner en práctica estos requerimientos porque no fueron estudiados en las respectivas maestrías. Al respecto, presentamos un testimonio: *“creo que una falencia de la carrera es no tener un conjunto de 5 tesis bien hechas y pertinente a disposición por cada materia. Que sean ofrecidas por la carrera y no que haya que buscarlas, si bien la tarea de investigación implica búsqueda, ésta debería ocurrir en las materias de metodología o en las de trabajo final o en la de Escritura científica (ésta materia). La búsqueda es una tarea en sí misma muy compleja. Estar acostumbrado a ver tesis de calidad allanaría esta tarea fuertemente y mi hipótesis es que se terminarían las tesis mucho más rápido”*. Otras respuestas aluden al aprendizaje de la escritura en la propia práctica profesional: *“Considero que uno va adquiriendo práctica en materia de lectoescritura”*, así como también expresan las dificultades para evaluar en términos de mejora.

Gráfico 3. Aportes del curso a la escritura de la tesis



En respuesta a la pregunta 3 del cuestionario de finalización (F.3), el Gráfico 3 muestra los aportes del curso de lectura y escritura a la propia tesis. La mayoría de respuestas (19) se concentra en “Me ayudó mucho”, mientras que en cinco y un caso se responde, respectivamente, “Me ayudó poco” y “No me ayudó”. En la justificación de estas respuestas, quienes optaron por la primera (“Me ayudó mucho”) afirman que el cursado les permitió apuntalar la escritura de sus tesis, dado que intentan ‘aplicar’ los conceptos aprendidos a la propia elaboración en cuanto a aspectos léxicos, de redacción y estructura retórica de los géneros discursivos. Por su parte, quienes consignaron que el curso ha contribuido poco o nada a la escritura de la tesis reconocen que aún no comenzaron a escribirla.

Conclusiones

Al comparar los resultados al inicio y al final del curso, observamos que las expectativas iniciales con respecto a esta instancia de formación se orientan a la escritura de la propia tesis; es decir, se espera que el curso aporte lineamientos para su construcción. En cambio, hacia el final, si bien la mayoría cumplió sus expectativas, en las experiencias de aprendizaje de la escritura el estudiantado define a esta práctica como una actividad transferible en los diferentes ámbitos profesionales, incluso en la construcción de la tesis. Por lo tanto, las estrategias de enseñanza en los próximos cursos pueden orientar la escritura de este género discursivo de una forma situada en las propias disciplinas y problemáticas de interés.

Con respecto a la modalidad virtual, en tanto habilita el uso interactivo de recursos, la tecnología educativa puede contribuir con estos fines. No obstante, es necesario seguir explorando sus usos en preguntas específicas acerca de la modalidad virtual asincrónica de modo de suplir la tan necesaria interacción “cara a cara”.

Considerando la diferencia de las carreras de posgrado ofrecidas en la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional (al igual que otras Regionales), futuros estudios podrían filtrar los datos obtenidos por carrera. Asimismo, el dictado acumulado de tres ediciones podrían engrosar las respuestas obtenidas con una muestra mayor y, asimismo, establecer cohortes y tendencias longitudinales.

En cualquier caso, el interés que depara este curso como estrategia institucional ha dado lugar a la propuesta de un proyecto de investigación y desarrollo (PID) en evaluación. Específicamente, se trata del proyecto titulado: “Enseñar y aprender a investigar en carreras ingenieriles y de educación en el nivel de posgrado por medio de las tecnologías”. El mismo parte de una propuesta a cargo de un grupo interdisciplinario –incluyendo a las autoras de este trabajo- con experiencia en la enseñanza de la escritura académica y vinculado a la Universidad Tecnológica Nacional desde distintos roles.

Referencias

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Fondo de cultura económica.

Cassany, D. (2021). *Claves y casos para formar doctoras. Sobre la tutorización de investigadoras jóvenes*. En F. Navarro (Ed.), *Escritura e inclusión en la universidad. Herramientas para docentes* (pp. 245-275). Santiago de Chile: Editorial universitaria.

Giraldo-Giraldo, C. (2020). “Dificultades de la escritura y desaprovechamiento de su potencial epistémico en estudiantes de posgrado”. *Revista Colombiana de Educación*, 1(80), 173-192. <https://doi.org/10.17227/rce.num80-9633>

Glaser, B. y Strauss, A. (1967). *The Constant Comparative Method of Qualitative Analysis*. En B. Glaser y A. Strauss, *The Discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. Aldine Transaction.

Ibañez, R. y González, C. (2017). *Alfabetización disciplinar en la formación inicial docente. Leer y escribir para aprender*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Lillis, T. (2021). *Prefacio. Principios para construir una pedagogía inclusiva de la escritura*. En F. Navarro (Ed.), *Escritura e inclusión en la universidad. Herramientas para docentes*. Universidad de Chile.

Natale, L. y Stagnaro, D. (2018). *La lectura y la escritura en las disciplinas Lineamientos para su enseñanza*. Ediciones Universidad Nacional de General Sarmiento.

Ochoa, L & Cueva, A. (2017). “El bloqueo en el proceso de elaboración de una tesis de maestría: angustias y desazones percibidas por sus protagonistas”. *Lenguaje*, 45 (1), 61-87.

Osorio, L. V. (2018). “Situaciones que facilitan o dificultan la escritura de tesis de posgrado”. *Revista Perspectivas Metodológicas* (18)22, 49-74.

Parodi, G. (Ed.). (2010). Alfabetización académica y profesional en el siglo XXI: leer y escribir desde las disciplinas. Ariel.

Parodi, G. y Burdiles, G. (2015) (Eds.). Leer y escribir en contextos académicos y profesionales: Géneros, Corpus y Métodos. Editorial Planeta Chilena.

Perdomo, B. y Morales, O. A. (2022). “Errores y dificultades en la elaboración de las tesis de pre y postgrado del estudiantado peruano: Implicaciones pedagógicas”. Revista Electrónica Educare 26(1), 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.26-1.21>

Pozzo, M.I., Camargo Angelucci, T. y Cardoso, A.L. (2021). Formación de profesores universitarios en posgrados interdisciplinarios. Dificultades en la escritura del Plan de Tesis. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 15(2), e1238. <https://doi.org/10.19083/ridu.2021.1238>

Co-evaluaciones como recurso didáctico y motivacional en UDB Cultura e Idiomas UTN-FRBA

Co-evaluation as a didactic and motivational resource in Culture and Language teaching unit in Argentinian's Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires

Marcelo Oscar Gottardo

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

Milena Ramallo

Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Buenos Aires - Argentina
mramallo@frba.utn.edu.ar

Claudio Dominighini

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

Zulma Cataldi

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

Resumen

La co-evaluación es implementada como estrategia colaborativa entre estudiantes y profesores para diseñar evaluaciones, buscando mejorar el rendimiento y satisfacción estudiantil. Basado en la ley de Pareto, se divide el contenido en 80% textual y 20% conceptual. Sobre el contenido textual, los alumnos identifican ideas clave y crean preguntas de opción múltiple. Los resultados muestran que la co-evaluación aumenta el desempeño y satisfacción, al involucrar a los estudiantes en la reflexión, identificación de fortalezas y trabajo en equipo para desarrollar preguntas que evalúen comprensión. Entre las ventajas señalamos la participación activa, reflexión sobre el aprendizaje (metacognición) y fomento de la autoevaluación. En conjunto, la co-evaluación eleva el rendimiento, satisfacción y habilidades de autorregulación de los estudiantes.

Palabras clave: co-evaluación, autorregulación, participación, rendimiento académico, co-autoría

Abstract

Co-evaluation is implemented as a collaborative strategy between students and teachers to design assessments, aiming to enhance student performance and satisfaction. Based on the Pareto principle, the content is divided into 80% textual and 20% conceptual. Centering the activity in textual content, students find key ideas and create multiple-choice questions. The results prove that co-evaluation enhances performance and satisfaction by engaging students in metacognition, finding strengths, and teamwork to develop comprehension-assessing questions. Advantages include active participation, meta learning, and fostering self-assessment. Collectively, coevaluation elevates student performance, satisfaction, and self-regulation skills. Keywords: co-evaluation, autoregulation, participation, performance, co-authoring

Introducción

El diseño curricular abierto (Andrade et al, 2011) implica la participación activa de los estudiantes en la creación de evaluaciones, normas de presencialidad y virtualidad, mediante la colaboración y el diálogo constante con los docentes (Andrews, 2007). Esto promueve una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades de los estudiantes. La co-evaluación, donde estudiantes y profesores evalúan mutuamente (Luft, 1955) y comparten responsabilidades, mejora el rendimiento y la satisfacción de los alumnos al reflexionar sobre su aprendizaje y el de sus compañeros (metacognición) (Aranzadi y Capdevila, 2011), fomentando la autorregulación y la autoevaluación. Aprender técnicas de estudio, como resumir y hacer preguntas sobre el contenido, es esencial para comprender textos y desarrollar habilidades analíticas y de pensamiento crítico (Cachia et al, 2020).

Diversos estudios respaldan el diseño curricular abierto, ya que aumenta la colaboración estudiantil y mejora la calidad del currículo y el aprendizaje. Es importante incluir múltiples perspectivas en el diseño de aulas y equilibrar la participación estudiantil con la experiencia docente (Conole, 2013; Ferguson y Sharples, 2014; Zawacki-Richter y Naidu, 2021).

El uso del aprendizaje profundo en la educación permite personalizar el aprendizaje y adaptarse a las necesidades de cada estudiante (Marín y Villar-Onrubia, 2022). Mediante redes neuronales, se analizan las respuestas de los alumnos y se proporciona retroalimentación personalizada, lo que mejora la práctica del diseño de co-evaluaciones y favorece la personalización del proceso de enseñanza y aprendizaje (Zawacki-Richter y Naidu, 2021).

Desarrollo

Desde el año 2015, en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires - Argentina (UTN FRBA), se ha llevado a cabo una experiencia en la asignatura cuatrimestral "Ingeniería y Sociedad". En esta experiencia, se establece un contrato didáctico el primer día de clases para definir las pautas que se tendrán en cuenta para el desarrollo curricular de la asignatura, acordando las fechas de los dos exámenes parciales y determinando qué clases serán presenciales y cuáles virtuales (modalidad híbrida) después del confinamiento producido por la pandemia de Covid-19.

Debido a la gran cantidad de contenidos que se deben desarrollar en la asignatura, se decidió agrupar los contenidos siguiendo la ley de Pareto, donde el 80% corresponde al contenido textual y el 20% al contenido conceptual. El objetivo es que los alumnos dominen el contenido textual y sobre éste practiquen una técnica de estudio específica, que consiste en encontrar la idea principal de un párrafo y redactar una pregunta de opciones múltiples. Para evaluar el desempeño de los alumnos, se establecen dos instancias de evaluación con objetivos diferentes.

En la primera instancia, se evalúa la comprensión del contenido textual y la capacidad de los alumnos para elaborar preguntas de opciones múltiples. En la segunda instancia (que no se trata en este informe), se evalúa la comprensión del contenido conceptual. Además, se tiene en cuenta el tiempo dedicado al estudio y la dificultad de la tarea para establecer un porcentaje de efectividad.

Los resultados obtenidos en la tarea de comprensión del contenido textual muestran un alto porcentaje de efectividad, con un 84,5% de alumnos que obtuvieron 8 o más puntos en una escala de 1 a 10. Después de los exámenes recuperatorios, este porcentaje se incrementó a 89%, lo que indica que la técnica de construcción de coevaluaciones utilizada es efectiva y ayuda a los alumnos a comprender mejor el contenido textual de la asignatura.

La asignatura "Ingeniería y Sociedad" busca ir más allá del conocimiento técnico y se enfoca en la relación de la ingeniería con la sociedad y el impacto de la tecnología en la misma. Por lo tanto, el dominio del contenido textual implica no solo la comprensión en sí, sino también la capacidad de aplicar este conocimiento a situaciones de la vida real.

La técnica de construcción de co-evaluaciones utilizada tiene como objetivo fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de análisis de los alumnos. Al tener que encontrar la idea principal de un párrafo (o un conjunto reducido de párrafos) y elaborar preguntas de opciones múltiples, los alumnos deben prestar atención a los detalles y entender cómo estos se relacionan con el tema central. Esto no solo ayuda en la comprensión del contenido, sino también en la habilidad de los alumnos para identificar y resolver problemas.

Es importante mencionar que la evaluación del contenido conceptual, que no se trata en este trabajo, también es fundamental en la asignatura. Si bien se dedica menos tiempo a este tipo de contenido, es necesario para comprender el impacto de la tecnología y la ingeniería en la sociedad. Por lo tanto, los alumnos deben ser capaces de relacionar el contenido conceptual con el contenido textual para lograr una comprensión completa de la asignatura.

La dedicación horaria de una asignatura es un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de diseñar la estructura y los objetivos de la misma. En el caso de la asignatura "Ingeniería y Sociedad" de la UTN FRBA, se dedican 4 horas-reloj semanales para la realización de la misma. Para cumplir con la normativa de la universidad, que establece que los alumnos no deben dedicar más del 20% adicional al tiempo presencial para el estudio, se ha implementado una estructura que permite a los estudiantes aprovechar al máximo el tiempo dedicado al estudio.

Una de las estrategias utilizadas para optimizar el tiempo en clase es la dedicación de tiempo específico para la elaboración de preguntas. Después de las primeras tres clases, donde se explican las técnicas de elaboración de preguntas, se les da tiempo a los alumnos para que elaboren sus preguntas en forma individual. Esta técnica no solo permite que los alumnos se enfoquen en el material que se está discutiendo, sino que también les ayuda a desarrollar su capacidad de análisis y comprensión del contenido. Durante este trabajo individual, el docente está presente para consultas y dudas sobre el contenido y/o sobre la mejor forma de redactar una pregunta y distractores.

Además, la metodología utilizada en la asignatura implica la elaboración de un número específico de preguntas por cada párrafo del contenido textual de la asignatura. Cada alumno tiene la tarea de elaborar una pregunta sobre los 80 "conjuntos de párrafos". El total de los "conjuntos de párrafos" conforman, además, el 80% del contenido textual de la asignatura. Al finalizar la tarea, el docente tiene n conjuntos de 80 preguntas de cada uno de los n alumnos. Estas $(80 \cdot n)$ preguntas son subidas a una planilla de Google Forms para su posterior revisión por parte del profesor y de los compañeros. Al finalizar todas las preguntas, el docente permite la publicación de las $(80 \cdot n)$ preguntas para que todos los alumnos tengan acceso a ellas y puedan comparar su trabajo con el de los demás.

En el contrato didáctico de la asignatura se establece que el docente elegirá 50 preguntas de entre esas $80 \cdot n$ que redactaron los n alumnos. Es decir, el docente elige la "mejor" (situada, bien redactada, con una respuesta correcta corta, con distractores correctos) pregunta Nro1, la mejor pregunta Nro2, ... la mejor pregunta Nro80, de entre todas las elaboradas por los n alumnos, que serán las que conformen el parcial (50 preguntas con 5 opciones cada una donde sólo una opción es correcta). Lógicamente, 30 preguntas sobre los conjuntos de párrafos, quedan afuera del parcial, pero formarán parte de los distintos temas o de los recuperatorios. Esto significa que los alumnos deben esforzarse por hacer las mejores preguntas posibles, lo que ayuda a garantizar que dediquen tiempo y esfuerzo en la tarea asignada.

La democratización del acceso a la lectura y la comprensión se ha vuelto una realidad gracias a la implementación de una metodología innovadora en la asignatura de 1er año. A través de esta técnica de construcción de co-evaluaciones, se ha logrado nivelar el campo de juego para alumnos de diferentes escuelas secundarias, eliminando la disparidad en el grado de avance en la comprensión lectora.

La metodología consiste en que todos los alumnos leen y trabajan sobre el mismo texto (conjunto de 80 “grupo de párrafos” que constituyen los 6 apuntes de la parte textual de la materia. Luego se les pide que resalten lo más importante de cada párrafo o “conjunto de párrafos” y comparen lo que sus compañeros han marcado, lo que les permite darse cuenta de qué es lo realmente importante sin necesidad de corrección directa del profesor. Además, esta técnica de construcción de co-evaluaciones fomenta la metacognición del proceso de aprendizaje, permitiéndoles estudiar “sin darse cuenta” y adquirir hábitos de estudio por semana, no todo junto.

El resultado ha sido más que satisfactorio, ya que los alumnos dedican el tiempo del horario de clases más un 20% adicional, sin sentirse abrumados. De esta forma, toman conciencia de su propio aprendizaje y avanzan en la comprensión lectora de manera significativa. En definitiva, esta metodología ha permitido mejorar la calidad educativa, la homogeneización de alumnos ingresantes a la universidad y acelerar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Los comentarios de los alumnos no dejan lugar a dudas: la mayoría ha resaltado la efectividad de esta técnica de construcción de co-evaluaciones en su proceso de aprendizaje (respuesta real anónima del curso 2022 K1623 a la pregunta: Mencione las características del docente que ayudaron en su aprendizaje “Da un plan de organización para hacer las tareas que deja y son cortas entonces lo sentís más ligero, pero en realidad terminas haciendo más que si te pones a hacer todo junto.”). Han logrado avanzar de manera significativa en la comprensión lectora y han mejorado notablemente sus hábitos de estudio, lo que les ha permitido obtener mejores resultados en la asignatura y esperamos que ellos mismos transfieran este hábito a otras asignaturas (respuesta real anónima del curso K. A nuestro entender, esta metodología representa un gran avance en la educación, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades y competencias fundamentales para su futuro académico y profesional.

Conclusiones

En este trabajo se presenta una experiencia innovadora en la enseñanza universitaria, que consiste en la implementación de una metodología basada en la técnica de construcción de coevaluaciones con preguntas de opciones múltiples.

Esta metodología se ha aplicado exitosamente durante ocho años en la asignatura "Ingeniería y Sociedad" de la UTN FRBA en Argentina, con resultados altamente satisfactorios.

La técnica de construcción de coevaluaciones se basa en que los alumnos deben leer un texto y elaborar preguntas de opciones múltiples cuya respuesta correcta sea la idea principal del texto. Estas preguntas son luego compartidas con el resto de los alumnos. Es tarea del docente la evaluación y selección de las mejores preguntas para la evaluación final, pero el hecho de la redacción de las mismas por parte de los alumnos es lo que fomenta la responsabilidad individual en el aprendizaje y el desarrollo de habilidades de estudio y análisis crítico. Los resultados obtenidos con esta metodología han sido altamente satisfactorios, con una tasa de aprobación del 95% de los alumnos y una mejora significativa en la comprensión lectora y los hábitos de estudio.

Los alumnos han destacado la efectividad de esta técnica en su proceso de aprendizaje y han valorado positivamente la oportunidad de participar en la coautoría y en la construcción de su propia evaluación.

La utilización de Google Forms ha permitido agilizar el proceso de sistematización de las preguntas y facilitar que los alumnos tengan todas las preguntas disponibles para su estudio y repaso, lo que ha contribuido a mejorar la calidad educativa y promover la democratización del acceso a la lectura y la comprensión.

Es por lo antedicho que creemos que la técnica de construcción de coevaluaciones con preguntas de opciones múltiples es una herramienta didáctica eficaz para promover el aprendizaje activo y colaborativo, desarrollar habilidades de estudio y análisis crítico, y mejorar la comprensión lectora de los alumnos. Su implementación en la asignatura "Ingeniería y Sociedad" ha tenido resultados altamente positivos y ha sido valorada positivamente por los estudiantes. Se espera que esta experiencia pueda ser

replicada en otras asignaturas y contextos educativos para seguir promoviendo la mejora de la calidad educativa y el desarrollo integral de los alumnos.

Referencias

Andrade, A., Ehlers, U. D., Caine, A., Carneiro, R., Conole, G., Kairamo, A. K., y Holmberg, C.

(2011). Beyond OER: Shifting Focus to Open Educational Practices. Open Educational Quality Initiative. <https://www.oerknowledgecloud.org/archive/OPAL2011.pdf>

Andrews, R., & Haythornthwaite, C. (Eds.). (2007). The SAGE handbook of e-learning research. Sage Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-e-learningresearch/book243430> ver “Capítulo 4. A theory of learning for the mobile age” Mike Sharples, Josie Taylor & Giasemi Vavoula

Aranzadi, P., & Capdevila, R. (2011). Open Course Ware, recursos compartidos y conocimiento distribuido. La Cuestión Universitaria, 7, 126–133. <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3398>

Borrás Gené, O. (2010). Observatorio de plataformas para OCW. Universidad Politécnica de Madrid.

Bryman, A. (2008). Social research methods (3rd ed.). Oxford University Press.

Cachia, R., Aldaoud, M., Eldeib, A., Hiari, O., Tweissi, A., Villar-Onrubia, D., Wimpenny, K., & Maya, I. (2020). Cultural diversity in the adoption of open education in the Mediterranean basin: Collectivist values and power distance in the universities of the Middle East. Araucaria.

Revista Iberoamericana de Filosofía, Política, Humanidades y Relaciones Internacionales, 22(44), 53–82. <https://doi.org/10.12795/araucaria.2020.i44.03>

Carson, S., & Forward, M. L. (2010). Development of the OCW Consortium. In 2010 IEEE Education Engineering (EDUCON) (pp. 1657–1660). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2010.5492401> En https://web.archive.org/web/20201119170229/http://www2.latech.edu/~box/ase/papers2011/Ankunda_termpaper.PDF

Luft, J., e Ingham, H. (1955). The Johari window, a graphic model of interpersonal awareness. Proceedings of the western training laboratory in group development, 246.

Marín, V. I., y Villar-Onrubia, D. (2022). Online Infrastructures For Open Educational Resources. In O. Zawacki-Richter y I. Jung (Eds.), Handbook of Open, Distance and Digital Education

(Global Perspectives and Internationalization). Springer. https://doi.org/10.1007/978-98119-0351-9_18-1

Marín, V. I., Zawacki-Richter, O., Aydin, C. H., Bedenlier, S., Bond, M., Bozkurt, A., ... y Zhang, J. (2022). Faculty perceptions, awareness and use of open educational resources for teaching and learning in higher education: a cross-comparative analysis. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 17(1), 1-23. <https://doi.org/10.1186/s41039-022-00185-z>

Villar-Onrubia, D. (2022). “They Have to Combine the Future of the University and Their Own Future”: OpenCourseWare (OCW) Authoring as an Academic Practice in Spain. The International Review of Research in

Open and Distributed Learning 23, 63–85. 2,MY-2022. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v23i2.5765> o en <https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/5765/5698>

Villar-Onrubia, D., y Marín, V. I. (2022). Independently-hosted web publishing. Internet Policy Review, 11(2). <https://doi.org/10.14763/2022.2.1665> y <https://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/5765>

Wood, D., Bruner, J. y Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. Journal of Child Psychology & Psychiatry, 17 (2), 89-100.

Zawacki-Richter, O., & Naidu, S. (2021). Open and distance education in Australia, Europe and the Americas: National perspectives in a digital age. Springer https://doi.org/10.1007/978-98119-0351-9_18-1



La Educación para el Desarrollo Sustentable y la Responsabilidad Social Universitaria



Un aporte de la Investigación Operativa en las problemáticas socioambientales

A contribution of Operations Research to socio-environmental issues

Carolina Mori

Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Argentina
cmori@fceia.unr.edu.ar

Daniela Gomez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Argentina
dgomez@frro.utn.edu.ar

Julieta Toscano

Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Argentina
jtoscano@fceia.unr.edu.ar

María Alejandra Olmos

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás, Argentina
aolmos@frsn.utn.edu.ar

Resumen

En el presente trabajo se relatan experiencias desarrolladas en la asignatura Investigación Operativa I de la carrera Ingeniería Industrial con la particularidad de que todos los casos visibilizan problemáticas socioambientales, fomentando así el uso de las herramientas cuantitativas en la optimización en nuevos ámbitos. Se presentan tres trabajos prácticos solicitados a las y los estudiantes donde deben resolver problemas de optimización teniendo en cuenta la correcta asignación de recursos con una perspectiva orientada a mejorar una situación del ambiente y la sociedad. De este modo, a través del enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), se busca fortalecer a las y los estudiantes para que desarrollen competencias de egreso específicas y tecnológicas de la ingeniería industrial y, además, sociales, políticas y actitudinales. La educación superior evoluciona hacia una cultura científica con sensibilidad crítica que forme profesionales conscientes, haciendo uso de las tecnologías, considerando sus impactos sociales y ambientales.

Palabras clave: Ingeniería industrial. Investigación operativa. Problemáticas socioambientales.

Abstract

This paper reports experiences developed in the Operational Research I course of the Industrial Engineering career with the particularity that all the cases make socio-environmental problems visible, thus promoting the use of quantitative tools in optimization in new areas. Three practical works are presented to the students where they must solve optimization problems taking into account the correct allocation of resources with a perspective oriented to improve a situation of the environment and society. In this way, through the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, the aim is to strengthen students so that they develop specific and technological competences of industrial engineering, as well as social, political and attitudinal competencies. Higher education evolves towards a scientific culture with critical sensitivity that forms conscious professionals, making use of technologies, considering their social and environmental impacts.

Keywords: Industrial engineer. Operations research. Socio-environmental issues.

Introducción

El espacio curricular donde se desarrolla esta experiencia del uso de trabajos prácticos es Investigación Operativa I, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Rosario. Es una asignatura de 6 horas semanales que se dicta en el segundo semestre de cuarto año de la carrera. Además, tiene la particularidad de que muchos/as de las y los estudiantes ya se encuentran trabajando o realizando las Prácticas Profesionales Supervisadas, razón por la cual tienen contacto con la realidad laboral.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO (UNESCO, 1995) a finales del siglo XX plasmó en un documento reflexiones sobre fundamentos de cambio y desarrollo de la educación superior en el sistema y sus instituciones. La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU, 2001) desde el año 2001, así como el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI, 2005) manifiestan la necesaria revisión general de la enseñanza de la Ingeniería para adecuar la misma a los avances científicos, tecnológicos y los cambios en los esquemas económicos, productivos y sociales ocurridos en los últimos años en nuestro país y en el mundo. Posteriormente, luego de intercambios y debates, se aprobaron las competencias genéricas y las competencias específicas de cada ingeniería.

En 2018, se publicó el “Libro Rojo” (CONFEDI, 2018), que contiene la propuesta de los nuevos estándares para la Educación en Ingeniería en Argentina. Además, se introdujeron cambios en las actividades reservadas con la Res.1254/18 del Ministerio de Educación (ME, 2018). Recientemente, en la Res. ME 1543-2021 se establecen los estándares de Ingeniería industrial (ME, 2021).

Las modificaciones planteadas por los diferentes organismos se enfocan en una perspectiva que acentúa el aprendizaje centrado en el estudiante y en el desarrollo de las competencias como horizonte formativo, dado que integran conocimientos, habilidades, destrezas, aptitudes y actitudes.

En ese sentido, un enfoque de enseñanza que contemple el eje de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), conocido también como CTSA, con el agregado del término Ambiente en su campo de estudio e investigación, remite una relevancia fundamental al desarrollo de competencias que integren una visión más amplia del ejercicio profesional y que puedan vincular a las y los estudiantes con las necesidades de la sociedad y el medio ambiente.

Desde el enfoque CTSA se busca proporcionar una visión más auténtica de la interacción social entre la ciencia y la tecnología y, al mismo tiempo, fomentar una conciencia crítica sobre los efectos sociales y ambientales generados por las tecnologías actuales y emergentes.

En el espacio curricular en el que nos desempeñamos como docentes generamos propuestas didácticas que puedan orientar a nuestros alumnos y alumnas a desarrollar estas competencias mencionadas anteriormente, a través de trabajos prácticos grupales con temáticas seleccionadas a partir de problemáticas socio ambientales de la región y el país, las cuales son adaptadas con fines pedagógicos y muestran una posible relación con los temas abordados en la asignatura.

Marco Teórico

En cuanto a competencias específicas de egreso propias de la Ingeniería Industrial (ME, 2021), la cátedra se propuso contribuir al desarrollo de las siguientes:

Dirección, gestión, optimización, control y mantenimiento de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

Gestión y control del impacto ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

Respecto a competencias sociales, políticas y actitudinales a desarrollar en las y los estudiantes, puede mencionarse:

Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

Los estudios CTSA han promovido una reflexión metódica sobre los procesos educativos, lo cual ha llevado a una transformación de los roles desempeñados por las y los docentes y estudiantes en el aula. En este sentido, se espera que las y los estudiantes reconozcan el conocimiento científico y tecnológico no sólo en términos de su estructura interna (teorías, conceptos, metodologías y resultados), sino también en relación a sus impactos sociales y ambientales.

González García, López Cerezo y López (1996 en Osorio, 2002) reconocen el desarrollo del enfoque en tres campos: investigación, políticas de ciencia y tecnología, y educación, tanto secundaria como universitaria. En este último, se propone una formación ciudadana con una nueva y más amplia percepción de la ciencia y la tecnología.

Particularmente, en el ámbito educativo, se posiciona como una herramienta innovadora desde la que se han desarrollado propuestas de trabajo que permitan construir estrategias pedagógicas y didácticas alternativas con el objetivo de promover en las y los estudiantes la responsabilidad en la toma de decisiones como futuros ciudadanos y ciudadanas. Pueden mencionarse algunas identificadas por Acevedo (1996 en Osorio, 2002) que abarcan diversos aspectos:

Enfoque constructivista del aprendizaje.

Abordaje de problemas sociotécnicos relevantes para las y los estudiantes.

Posicionamiento de estos problemas en contextos específicos.

Introducción del análisis sociofilosófico, ético, político y económico en estos problemas.

Promoción del desarrollo de capacidades necesarias para argumentar en torno a la toma de decisiones sobre estos problemas, y para que dichas capacidades se relacionan con el medio social.

De acuerdo a lo desarrollado bajo este enfoque, se considera apropiado la elección de diferentes temáticas cuyo objeto de estudio y aplicación puede centrarse en problemáticas que impactan en la vida cotidiana y sean relevantes en los acontecimientos de la actualidad, y que, a su vez, contemplen posibles tareas que se encuentren dentro del desarrollo profesional de la ingeniería industrial. El abordaje se diseñó a través de una actividad grupal, cuyo desarrollo se realiza de forma transversal al dictado de la asignatura. Se describen a continuación las propuestas didácticas diseñadas para los años 2020, 2021 y 2022, además se está planificando continuar con la misma premisa para el año en curso.

Desarrollo

La Investigación Operativa puede definirse como “la aplicación de métodos científicos, a través del análisis de datos y de modelos matemáticos y de simulación, para obtener información cuantitativa que sirva de ayuda en la toma de decisiones para mejorar la eficacia de sistemas y organizaciones.” (Programa Investigación Operativa. FCEIA, UNR, 2014).

La asignatura Investigación Operativa I estudia procesos determinísticos a través de tres unidades temáticas centrales: programación lineal, programación entera y mixta y programación no lineal. La modelización de problemas lineales, enteros y mixtos presenta una disciplina fundamental para las y los ingenieros industriales al momento de representar situaciones reales en sistemas teóricos y abstractos para la aplicación de técnicas de resolución de problemas.

Para los tres temas, la propuesta didáctica se basa en la modelización de programas lineales. La Programación Lineal estudia el problema de la optimización de programas lineales. Para ello, se define una función objetivo en la que se minimizan o maximizan los valores establecidos de variables previamente declaradas y que, a su vez, están sujetas a restricciones representadas como ecuaciones o inecuaciones lineales. La modelización y resolución de programas lineales se estudia a lo largo de toda la asignatura con la utilización de una guía de ejercicios prácticos transversales a los diferentes temas que se desarrollan.

Los trabajos prácticos de la asignatura son una actividad de resolución grupal que las y los estudiantes desarrollan a lo largo del cuatrimestre. En los mismos, se presenta un caso de estudio fundamentado con una situación problemática de la vida real, datos numéricos y consignas a resolver, orientadas al objetivo del trabajo práctico.

De años anteriores, se seleccionan las siguientes temáticas:

Año 2020: “Hospitales Modulares para pacientes con COVID-19”

La idea de este trabajo surgió a partir de la disposición nacional para la construcción de hospitales modulares de emergencia que buscaba ampliar la capacidad de internación de pacientes, luego de que el gobierno nacional decretó el aislamiento social preventivo obligatorio, con el objetivo de reducir el número de muertes causadas por el virus y evitar la saturación del sistema de salud. Por lo tanto, se planteó a las y los estudiantes, la necesidad de planificar mensualmente la dotación de 8 hospitales montados en diferentes regiones del país. Se les propuso distribuir el personal en 3 turnos diarios de 8 horas durante el mes de diciembre, con el fin de minimizar los costos y cumplir una serie de requisitos mínimos para determinar la cantidad de personal médico, personal de enfermería, personal de limpieza, insumos básicos, equipamientos y elementos descartables para la protección personal. Por ejemplo, se establecieron limitaciones horarias en las jornadas laborales y se presentaron requerimientos de licitaciones oficiales para diferentes proveedores de insumos y materiales.

Año 2021: “Plan de contingencias para incendios en el delta del Río Paraná”

Este trabajo se fundamentó con la situación problemática que atravesó el Delta del Río Paraná durante su bajante histórica originada con anterioridad al año 2020 y las escasas lluvias en la región. En estas circunstancias el territorio quedó más expuesto que nunca a las intervenciones humanas y entre ellas a los incendios intencionales. Ante esta situación, surgió la necesidad de establecer un plan de contingencias que permita brindar una respuesta rápida ante la detección de focos de incendios. Por esta razón, se propuso organizar los recursos humanos que puedan combatir el fuego y brindar los insumos, herramientas y equipamiento necesarios para lograrlo. Es por ello, que se solicitó a los grupos modelizar un plan permita minimizar los costos de inversión. Además, se plantearon 4 alternativas distintas para que los grupos de trabajo evalúen situaciones diferentes.

Año 2022: “Colectores solares térmicos para agua caliente sanitaria en viviendas construidas por el Estado Nacional”.

Para llevar a cabo este trabajo se tomó como base el Programa de Desarrollo de la Industria Solar Térmica de Argentina (PRODIST), que tiene como objetivo impulsar el potencial de fabricación nacional de tecnologías de aprovechamiento de la energía solar térmica, y al mismo tiempo, ampliar la capacidad total instalada de sistemas solares térmicos. Una de las medidas promulgadas por dicho programa, es instalar en todas las viviendas del estado, planificadas para construir en algunas provincias del país durante el 2023, equipos solares térmicos de fabricación nacional, para que cada casa pueda abastecerse con agua caliente sanitaria. En virtud de ello, se planteó a los grupos una situación imaginaria de llamado a licitación pública a empresas nacionales capaces de realizar el equipamiento, la instalación y el mantenimiento de los equipos solares térmicos, a colocar en varias de las provincias de Argentina, para que generen agua caliente sanitaria en cada una de las viviendas. Se les propuso seleccionar la empresa o las empresas óptimas para realizar las instalaciones, estableciendo como criterio el menor costo económico asociado, con la mejor utilización de recursos posibles.

Las situaciones estudiadas son seleccionadas por su vigencia en el momento en que se desarrollaba la asignatura, pretendiendo motivar a las y los estudiantes en el uso de las técnicas y herramientas aprendidas vinculadas con problemáticas socioambientales actuales.

Una vez resuelto cuantitativamente el caso, cada grupo entrega un informe en el que se describen los resultados y su interpretación, buscando comunicar de forma clara las conclusiones obtenidas.

En los últimos tres años, donde se implementa esta nueva visión, los y las estudiantes manifiestan satisfacción. Su opinión fue captada en la encuesta anónima de opinión sobre la actividad docente como instrumento de mejora continua que lleva a cabo la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura. Algunos ejemplos textuales de los comentarios son:

Los temas del trabajo práctico estuvieron buenos, permitían llevar un poco a la realidad todos los conceptos aprendidos. Fue bastante desafiante, nos costó bastante pero finalmente creo que llegamos a valores razonables. La experiencia fue muy enriquecedora.

El tp estuvo muy bueno, también porque se trataba de temas actuales. Tuvimos bastantes dudas por la interpretación del problema, pero creo que lo pudimos resolver bien.

El TP fue muy útil para poder aplicar todo lo aprendido en el cuatrimestre en un caso más cerca a uno que podemos encontrarnos en la realidad.

El tp estuvo acomodado a una situación actual y eso lo hizo más interesante.

Creo que estuvo bueno poner un caso práctico como cierre. Lo difícil era que tenía más cantidad de variables y restricciones que los problemas con los que veníamos modernizando, por lo que se nos confundían las cosas y cuando llegábamos al final decíamos ¿pero esto es por turno? ¿por turno por hospital? y teníamos que volver a verlo desde un principio porque nos perdíamos en el camino.

Con el TP le pudimos dar un cierre a la modelización y fue muy interesante pensar entre todos aquellas restricciones que nos costaban más porque nos permitió ver las diferentes maneras de plantear el problema.

El TP en general fue entendible, donde pudimos aplicar lo aprendido y con el desafío de construir el problema. Me hubiera gustado aplicar una conclusión más allá de lo estrictamente numérico, como se habló en la clase de cierre (como autocrítica grupal).

Conclusiones

La realización de trabajos prácticos en la asignatura Investigación Operativa I que se vienen proponiendo históricamente se basan en la resolución de problemas de optimización con un enfoque únicamente productivista, donde el centro está puesto en mejorar una situación de índole industrial privada. Sin embargo, partiendo de la definición de la materia, existen también otros usos en los cuales se puede aplicar. Por esta razón y con el interés de continuar formando profesionales de calidad, la cátedra comienza a incorporar problemáticas que trascienden lo habitual. Sin perder el foco en el marco teórico de la asignatura y en las incumbencias de la carrera de Ingeniería Industrial, se plantean situaciones que buscan enriquecer los conocimientos de los y las estudiantes y ampliar sus aptitudes para que desarrollarse tanto en el ámbito público como en el privado y trabajar en materia de la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente.

El actual desafío del grupo docente de la asignatura es seguir incorporando situaciones problemáticas actuales, tanto en los trabajos prácticos grupales propuestos como así también, actualizar los ejercicios prácticos que se realizan en el aula e incluir allí la perspectiva planteada.

Referencias

ASIBEI (2013) Declaración de VALPARAISO sobre competencias genéricas de egreso del Ingeniero Iberoamericano. Valparaíso

CONEAU (2001), Aportes para la reformulación de la propuesta del CONFEDI documento de Trabajo. CONFEDI (2005) Proyecto estratégico para la reforma curricular de las Ingenierías Santa Fe.

CONFEDI (2006). Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina. San Juan, Facultad de Ingeniería-UNSJ.

CONFEDI (2018) Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería de la República Argentina "Libro Rojo del CONFEDI". Rosario.

Material teórico-práctico de confección propia (2020, 2021, 2022). Investigación Operativa I. Código I21. Ingeniería Industrial. Escuela Ingeniería Industrial, FCEIA, UNR.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2018). Resolución 1254. "Actividades Profesionales reservadas al título de Ingeniero Industrial". Buenos Aires, Argentina.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN (2021). Resolución 1543. "Estándares para la Acreditación - Ingeniero Industrial Anexo IV". Buenos Aires, Argentina.

Osorio M., C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. Revista Iberoamericana De Educación, 28, 61-81.

Programa de Investigación Operativa I. Código I21. Ingeniería Industrial (Plan 2014). Escuela Ingeniería Industrial, FCEIA, UNR.

Desarrollo de capacidades para la sostenibilidad en estudiantes preuniversitarios a través de la Química.

Sustainability skills development in pre-university students through Chemistry.

Hernán Duarte

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.

hernanduarte@frp.utn.edu.ar

Luciana Martinez Bovier

Grupo de Investigación en la Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería (GIEMCI) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina

lucianamartinezbovier@frp.utn.edu.ar

Maria del Rosario Schmidt Cavallero

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.

mdrschmidtcaballero@gmail.com

Juliana Deyusto

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.

julianadeyusto@gmail.com

Paula Marcuzzi

Grupo de Investigación de Física (GIF) - Facultad Regional Paraná, Universidad Tecnológica Nacional - Almafuerde 1033 - Paraná, Entre Ríos, Argentina.

pmarcuzzi@frp.utn.edu.ar

Resumen

El objetivo principal de esta propuesta fue promover, en estudiantes del último año de secundaria, el desarrollo de habilidades cognitivas como el pensamiento crítico, la experimentación, el trabajo colaborativo, la proactividad, la comunicación efectiva, el aprendizaje autónomo y el análisis crítico de la información. Estas habilidades son esenciales desde la perspectiva de un futuro sostenible ya que refuerzan la dimensiones cognitivas, sociales, emocionales y comportamentales del aprendizaje. Utilizando diferentes tareas teóricas y prácticas, junto con algunos ejemplos de cómo se puede evaluar el progreso de estos estudiantes, se plantea una propuesta en donde se contempla a la educación para el desarrollo sostenible como un proceso de aprendizaje a lo largo de toda la vida y que forma parte de la educación de calidad.

La propuesta se gestó en el marco de una convocatoria formulada desde la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación con el Consejo General de Educación de Entre Ríos y la Facultad Regional Paraná – UTN. Siendo esta última la responsable de organizar y llevar adelante la concreción de las distintas líneas de acción, una de las cuales involucró la participación de estudiantes que se encontraban cursando el último año de la escuela secundaria en actividades diseñadas por docentes de la cátedra de Química General de la Regional Paraná. En el presente trabajo se exponen los resultados y observaciones obtenidas en el marco de dicho proyecto.

Palabras clave: HABILIDADES COGNITIVAS; SOSTENIBILIDAD; QUIMICA; RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA.

Abstract

The main objective of this proposal was to promote the development of cognitive abilities such as critical thinking, experimentation, teamwork, proactivity, effective communication, autonomous learning, and critical analysis of information in high school seniors. These skills are essential from the perspective of a sustainable future since they reinforce the cognitive, social, emotional, and behavioral dimensions of learning. Using different theoretical and practical tasks, along with some examples of how to evaluate the progress of these students, a proposal is presented where education for sustainable development is considered as a lifelong learning process and part of quality education.

The proposal was created within the framework of a call from the National University Policy Secretariat, together with the General Education Council of Entre Ríos and the Regional Faculty of Paraná – UTN. The latter was responsible for organizing and carrying out the different lines of action, one of which involved the participation of students who were in their last year of high school in activities designed by teachers from the General Chemistry department of the Paraná Regional Faculty. This paper presents the results and observations obtained within the framework of this Project.

Keywords: COGNITIVE SKILLS; SUSTAINABILITY; CHEMISTRY; UNIVERSITY SOCIAL RESPONSIBILITY.

Introducción

La vinculación entre la Facultad Regional Paraná (FRP-UTN) y las escuelas secundarias de la ciudad es esencial no solo para despertar el interés de los estudiantes por la ingeniería, sino también para fomentar el desarrollo de habilidades y conocimientos relacionados con la sostenibilidad. Mediante la implementación de programas y actividades extracurriculares como proyectos de investigación y extensión, se establecen relaciones y colaboraciones que permiten a los estudiantes de secundaria conocer las instalaciones y programas académicos de la facultad, así como involucrarse en proyectos que buscan resolver problemas ambientales y sociales de la actualidad. Este tipo de interacción temprana puede fomentar el desarrollo de habilidades técnicas y conocimientos especializados, así como promover una conciencia crítica de la importancia de la sostenibilidad en la ingeniería y otras áreas. Además, esta vinculación también puede contribuir a reducir la brecha existente entre la educación media y la educación superior, al permitir que los estudiantes se acerquen a proyectos centrados en el abordaje de problemas del mundo real con un enfoque sostenible.

Uno de los principales desafíos de la sociedad actual es la necesidad de mitigar el cambio climático producido por el calentamiento global. Este problema se debe principalmente al uso masivo de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón, los cuales liberan grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera. Como consecuencia, se ha producido una acumulación de gases de efecto invernadero que han llevado a aumentos de la temperatura promedio de la Tierra, lo que ha tenido efectos adversos sobre el clima, el medio ambiente y la salud humana. Es fundamental buscar alternativas sostenibles para abordar nuestras necesidades energéticas, y el hidrógeno verde se presenta como una solución prometedora [1]. El hidrógeno verde puede reemplazar a los combustibles fósiles en diversos sectores, como el transporte y la generación de energía, y su producción no genera emisiones de dióxido de carbono, lo que lo convierte en un combustible limpio y eficiente. La adopción de fuentes de energía renovable de este tipo es crucial para avanzar hacia la sostenibilidad energética, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar los efectos del cambio climático, asegurando así un futuro más limpio y sostenible para las generaciones venideras.

Esta propuesta se desarrolló en el marco de la convocatoria 2022 “Sigamos estudiando: Universidades Públicas con el derecho a estudiar” perteneciente a la Secretaría de Políticas Universitarias de la Nación siendo avalado por el Consejo General de Educación de Entre Ríos y estando la Facultad Regional Paraná como institución responsable de organizar y llevar adelante la

concreción de las distintas líneas de acción (Eje: Tutorías de Matemática, Física, Química e Inglés de estudiantes en Escuelas Secundarias – Tutorías para la terminalidad del nivel secundario e ingreso, permanencia y revinculación al nivel superior)

En este trabajo se exponen el diseño, la implementación y la evaluación de una serie de actividades desarrolladas en la cátedra de Química General con estudiantes, provenientes de distintas instituciones educativas de la ciudad de Paraná, que se encontraban cursando el último año de la escuela secundaria.

Durante las actividades, los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar y comprender cómo la utilización de combustibles fósiles genera grandes cantidades de dióxido de carbono mediante las correspondientes reacciones químicas. Posteriormente, hubo una discusión en torno a la posibilidad de reemplazar estos combustibles por alternativas más sostenibles. Trabajando en grupos, los estudiantes buscaron información acerca de diversas alternativas, y entre ellas, el hidrógeno emergió como una opción prometedora. Al analizar su fórmula química, observaron que el agua contiene hidrógeno y consideraron la posibilidad de extraerlo mediante el proceso de electrólisis. Los estudiantes elaboraron un trabajo de investigación en grupos sobre la producción, almacenamiento y utilización del hidrógeno como vector energético, que incluyó la confección de un póster científico. La actividad finalizó con la defensa de los trabajos por parte de sus autores. Los resultados mostraron cómo se pueden desarrollar habilidades de pensamiento crítico por medio de la educación química en relación con la sostenibilidad energética, el enfoque integral de problemas socio-ambientales, el análisis crítico de la información, la argumentación, el trabajo colaborativo, la autonomía personal y la comunicación.

Desarrollo

El rol de Universidad no debe limitarse únicamente a la formación académica de los sujetos, sino que debe ampliarse en razón del cumplimiento de una función social integral, generando conocimiento y acciones que transformen e impacten positivamente en la sociedad [2]. En este sentido, la FRP- UTN a través del Programa Sigamos Estudiando 2022 apuesta a la Responsabilidad Social Universitaria y a la educación para el desarrollo sostenible. En este marco, los docentes de la cátedra de Química General de esta facultad, acompañados por dos becarias, fuimos convocados para realizar una serie de actividades teórico-prácticas con el objetivo de promover el desarrollo las habilidades descriptas en estudiantes preuniversitarios.

Las actividades se llevaron a cabo con un grupo de estudiantes de escuelas secundarias de la ciudad de Paraná, donde se notó una gran heterogeneidad en el nivel de conocimientos previos en Química. Se realizó una encuesta para evaluar los conocimientos iniciales de los estudiantes, en la cual se encontró que la mayoría de ellos identificaron correctamente el calentamiento global como un problema actual que requiere solución, pero no pudieron establecer correctamente la conexión entre este problema y las actividades humanas, en particular la producción y el uso de energía; tampoco pudieron relacionar la química directamente con el problema en cuestión.

En una primera etapa, nos enfocamos en la relación entre el proceso de combustión y la vida cotidiana de los estudiantes. Durante esta actividad, los estudiantes pudieron identificar diversas situaciones en las que se produce combustión, tales como la cocción de los alimentos, la calefacción de ambientes, los incendios e incluso los motores de combustión interna. Posteriormente, se realizó una breve explicación teórica para relacionar directamente la combustión con los contenidos de Química. En la Figura 1 se muestra de manera resumida cómo se definió la combustión como una transformación química, en la cual los reactivos (combustible y comburente) se transforman para formar dióxido de carbono y agua, liberando energía que se utiliza en situaciones cotidianas y en muchas aplicaciones industriales de gran importancia.

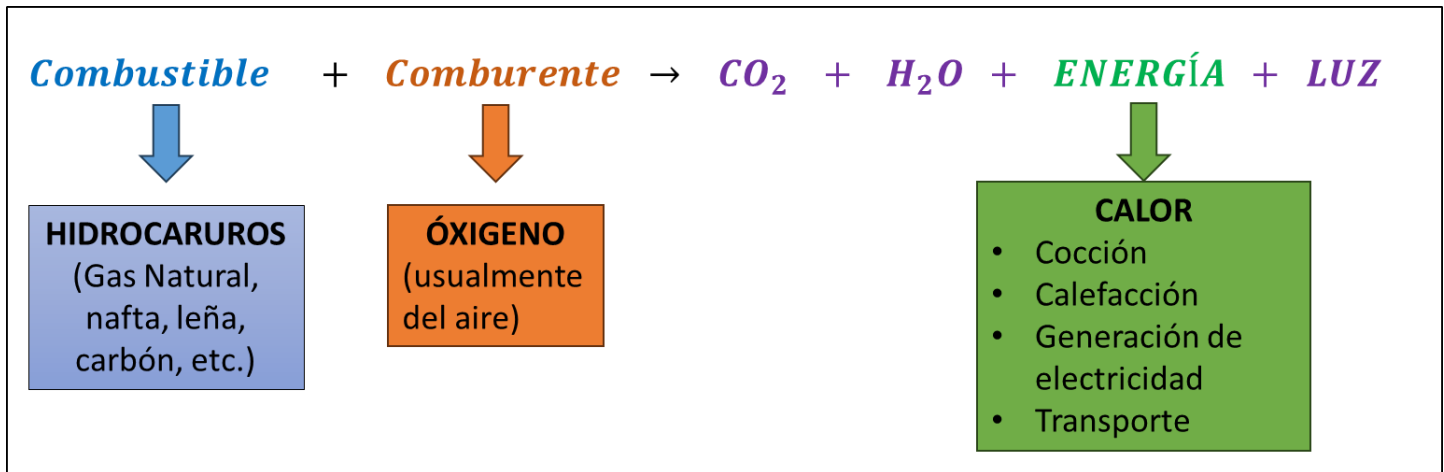


Figura 1. Presentación de la combustión como transformación química.

A fin de fomentar la comprensión de los conceptos fundamentales de transformaciones químicas, formulación química, reacciones químicas, balance y estequiometría, se planteó a los estudiantes la tarea de trabajar en conjunto con los tutores docentes y becarias para elaborar las fórmulas químicas de los combustibles que pudieran identificar, así como las ecuaciones para su combustión completa. Como resultado, se generó una tabla que exhibe la composición de los combustibles más frecuentes, la ecuación química balanceada correspondiente a su combustión total y diversas aplicaciones prácticas para cada uno. De este modo, se logró que los alumnos vincularan situaciones reales con los contenidos de la materia, dotándolos de una comprensión más amplia y profunda de los principales conceptos del área de conocimiento.

Combustible	Fórmula química	Reacción de combustión	Aplicación práctica
Gas natural	CH_4	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	Cocción de alimentos
Gas envasado	C_4H_{10}	$C_4H_{10} + 9 O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5 H_2O$	Calefacción de ambientes
Nafta	C_8H_{18}	$C_8H_{18} + \frac{25}{2} O_2 \rightarrow 8CO_2 + 9 H_2O$	Motores de vehículos
Carbón	C	$C + O_2 \rightarrow CO_2$	Asado

Tabla 1. Reacciones de combustión comunes y sus aplicaciones prácticas.

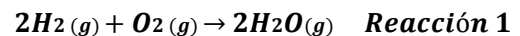
En la segunda etapa de actividades, nos concentramos en las implicancias socio-ambientales del uso de los combustibles tradicionales. A partir del hecho de que todas las reacciones de combustión generan como producto el dióxido de carbono, se discuten las consecuencias de la liberación de este gas a la atmósfera. Los docentes y tutores realizaron una breve presentación teórica, orientada principalmente a relacionar el cambio climático y sus efectos con las emisiones de CO₂. El cambio climático es una transformación global del clima de nuestro planeta que puede ser causada por factores naturales o por la actividad humana. Aunque el cambio climático ha ocurrido anteriormente de forma natural, la presencia humana en el mundo y sus actividades han acelerado el proceso de calentamiento global, lo que está afectando negativamente a la Tierra. Este cambio climático no solo tiene consecuencias medioambientales, sino que también afecta a la sociedad y a la economía. Por su parte, el efecto invernadero es un

proceso natural que incrementa la temperatura de la atmósfera a través de ciertos gases conocidos como gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases son capaces de retener la radiación infrarroja que proviene de la superficie terrestre, lo que impide que salga de la atmósfera y contribuye al calentamiento global. La Figura 2 muestra la contribución de los más importantes GEI al calentamiento global, se observa que el mayor generador del calentamiento global y sus efectos es el CO₂. A partir de esta información, se dio lugar a un enriquecedor intercambio de ideas en el que los estudiantes, de forma autónoma y colaborativa, llegaron a la conclusión de que reducir el uso de combustibles tradicionales constituye una necesidad imperante para disminuir las emisiones de dióxido de carbono y, de esta forma, mitigar los nocivos efectos del calentamiento global. Cabe destacar que, se pudo constatar -a través de un cuestionario- que los estudiantes tomaron plena conciencia de que las actividades humanas tienen importantes consecuencias ambientales y sociales, comprendiendo la imprescindible urgencia de modificar los modelos tradicionales de producción y consumo energético hacia patrones más sostenibles y amigables con el medio ambiente.



Figura 2. Contribución al calentamiento global [3]

La tercera etapa, consistió en una actividad de indagación guiada, en la cual los estudiantes buscaron información sobre las posibilidades de reemplazo de los combustibles fósiles. En este marco, surgió el Hidrógeno (H₂) como un vector energético viable. Se les expuso a los estudiantes la reacción química de combustión del H₂ gaseoso (Reacción 1) y se les pidió que establecieran una comparación con las reacciones de combustión vistas anteriormente.



Unánimemente, los estudiantes identificaron la ausencia de GEI en los productos de la combustión y caracterizaron la combustión de hidrógeno como una forma de energía limpia y amigable con el ambiente. Sin embargo, cuando se profundizó la búsqueda, se observó que actualmente el 96% del H₂ se produce, a partir de combustibles tradicionales (carbón, petróleo y gas natural). A partir del análisis de las fórmulas químicas de los combustibles y del agua, se observó que en cada molécula de agua hay dos átomos de hidrógeno. Entonces, la continuidad de la búsqueda de información, por parte de los estudiantes, fue orientada, a métodos de producción de hidrógeno a partir de agua. Para concluir esta parte de las actividades, se les requirió a los estudiantes que, en grupos, formulen las preguntas que les surgieran respecto del hidrógeno y los temas abordados en el encuentro y que luego intenten responderlas a partir de la información que pudieran recolectar de diversas fuentes como publicaciones científicas, libros o sitios de internet especializados. La confección de las respuestas a todas las preguntas de los grupos sirvió como orientación en la elaboración del trabajo final. Algunas de las preguntas formuladas por los grupos de estudiantes fueron:

¿Es muy costoso su uso como combustible?

¿Por qué se siguen utilizando los combustibles fósiles?

¿Cuál es el impacto socioambiental que tendrá el cambio que realizará la sociedad, de utilizar combustible a base de carbono, a la utilización de hidrogeno verde como combustible?

¿Qué impacto tendrá en el planeta tierra la generación de Hidrógeno?

¿Existen leyes que traten la temática de la producción de un nuevo combustible renovable desde la perspectiva del ambiente?

La cuarta etapa comprendió una actividad experimental guiada en el laboratorio: la electrólisis del agua empleando un Voltámetro de Hofmann. Este es un experimento que demuestra la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno a través de la aplicación de una corriente eléctrica continua. El equipo empleado consta de un recipiente de vidrio con dos electrodos de acero

inoxidable. Al aplicar la corriente eléctrica continua, el agua se descompone en sus elementos constituyentes de hidrógeno y oxígeno, lo que permite observar la aparición de burbujas en los electrodos. Este interesante proceso químico ha sido utilizado en distintos campos, incluyendo la producción de hidrógeno combustible y la investigación de la estructura molecular del agua. En la Figura 3 se muestra el dispositivo montado para realizar las experiencias.



Figura 3. Equipo empleado para las experiencias de electrólisis.

Para las prácticas realizadas en este trabajo se usó el cloruro de sodio NaCl , debido a que esta sustancia es un electrolito fuerte, que tiene la capacidad de disociarse completamente en el agua, generando los iones de cloruro Cl^- sodio Na^+ , dando paso a la corriente eléctrica que proviene de la fuente de energía. Por otro lado, el agua usada en el proceso es considerada un electrolito débil pero que al combinarse con el cloruro de sodio potencia la conducción eléctrica. En esta parte, se abordaron conceptos de electroquímica, soluciones y estado gaseoso. Los estudiantes recolectaron datos de volumen de gas en función del tiempo para diferentes valores de corriente eléctrica. A su vez, tuvieron que realizar una interpretación cualitativa de los datos obtenidos. Finalmente se motivó a los estudiantes que reflexionen sobre las condiciones en las cuales se debería producir producción de hidrógeno por electrólisis del agua para que se satisfagan las premisas de sostenibilidad ambiental. Después de un tiempo de discusión y búsqueda de información, todos los grupos arribaron a la conclusión de que es necesario utilizar electricidad generada a través de energías renovables como solar fotovoltaica o eólica.

Para finalizar las actividades, se sugirió que los estudiantes, organizados en grupos, elaboren un poster científico sobre la producción, almacenamiento y usos del hidrógeno como vector energético, el cual luego sería defendido en una exposición común. Es importante mencionar que, durante los encuentros, los educandos tuvieron la oportunidad de recibir guía en métodos de confección de posters, búsqueda de información y comunicación efectiva con la audiencia. Además, se llevaron a cabo instancias de corrección de sus producciones con el fin de mejorar la calidad de los trabajos presentados. En la Figura 4 se muestran ejemplos de los posters presentados.

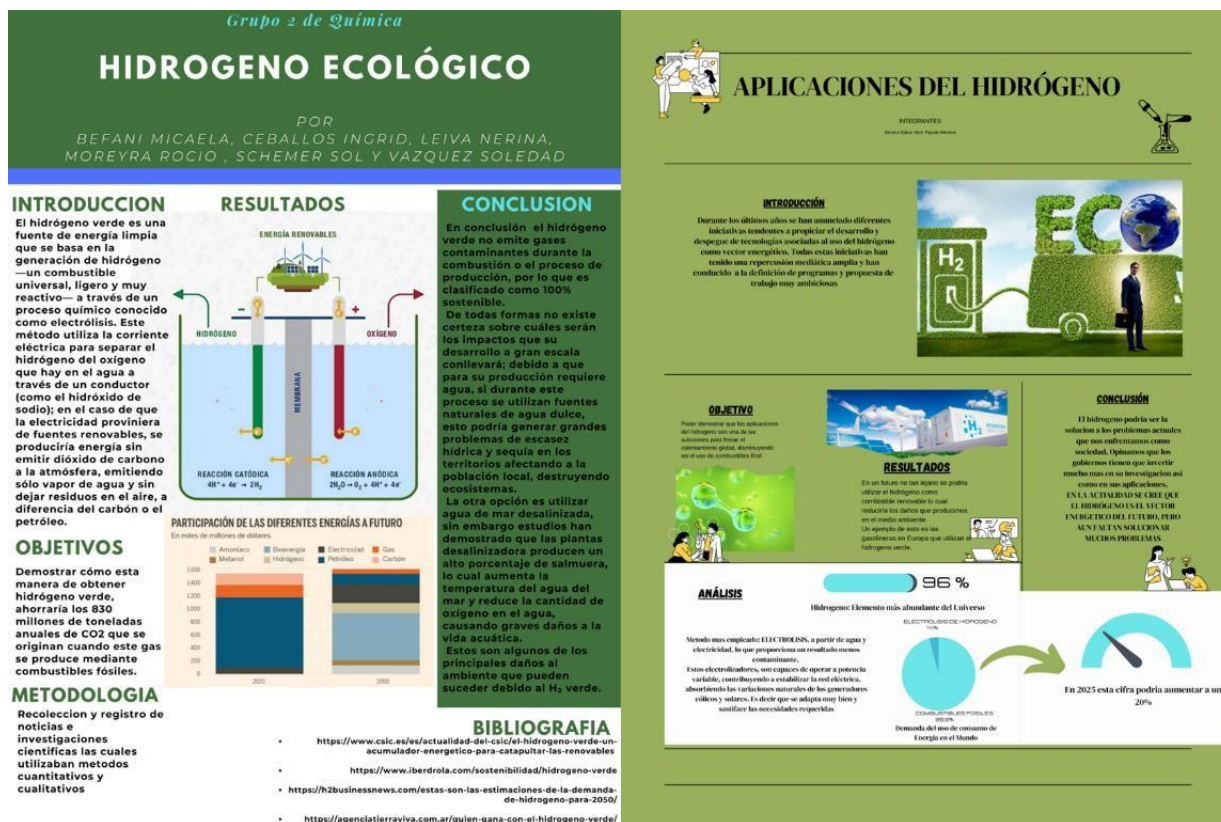


Figura 4. Ejemplos de los posters presentados.

La formación de ciudadanos responsables y conscientes de la realidad que les rodea es una de las metas más importantes de la educación química. Para lograrlo, es esencial que los estudiantes adquieran habilidades de pensamiento crítico que les permitan analizar de manera detallada los problemas asociados al uso de la química en su vida diaria y en la sociedad en general, de manera tal que puedan tomar decisiones informadas y conscientes respecto a su impacto ambiental y social. Para avanzar en el desarrollo de estas habilidades, es necesario ofrecer oportunidades dentro de las universidades. Con este objetivo en mente, se desarrollaron diversas actividades dentro de la FRP-UTN para estimular la participación activa y colaborativa de los estudiantes en el abordaje de problemas de orden global, a través de la química.

Conclusiones


Utilizando diferentes tareas, en este trabajo se ha acreditado el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, experimentación, trabajo colaborativo, proactividad, comunicación efectiva, aprendizaje autónomo y análisis crítico de información en estudiantes del último año de secundaria, junto con algunos ejemplos de cómo se puede evaluar el progreso en la formación y adquisición de los conocimientos.

En el contexto de la sostenibilidad, el desarrollo de estos tópicos reviste una importancia fundamental. Como parte de la búsqueda de soluciones sostenibles, estas habilidades permiten una mejor comprensión de las implicancias de las decisiones y acciones en el mundo natural y social. A través del pensamiento crítico alimentado por la experimentación y el análisis comprensivo de la información se puede descubrir nuevas formas más eficientes y responsables de aprovechar los recursos disponibles. El trabajo colaborativo y la comunicación efectiva fomentan la creación de redes de cooperación y colaboración, que resultan esenciales en la implementación de soluciones sostenibles a gran escala. Por último, el aprendizaje autónomo es fundamental para acceder y comprender la información relevante, pero también para mantenerse actualizado en un mundo en constante evolución. En definitiva, la construcción de un futuro sostenible depende en gran medida del desarrollo de estas

habilidades, capaces de impulsar el progreso humano de manera consciente y responsable hacia una sociedad más justa y equitativa.

Referencias

-
- [1] Oliveira, A., Beswick, R., Yan, Y. A green hydrogen economy for a renewable energy society. *Current Opinion in Chemical Engineering* . (2021), 33, 3100701.
- [2] González López, A., Salvador-Benítez, L., Aranda Sánchez, J. Social Knowledge Management From The Social Responsibility Of The University For The Promotion Of Sustainable Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* (2015), 191, 2112–2116
- [3] Rypdal, K., Berntsen, T., Fuglestvedt, J., Aunan, K., Torvanger, A., Stordal, F., Pacyna, J., Nygaard, L. Tropospheric ozone and aerosols in climate agreements: scientific and political challenges. *Environmental Science & Policy* (2005), 8, 1, 29-43



La Enseñanza de la Ingeniería: Aulas tradicionales,
virtuales y/o híbridas (modalidad virtual sincrónica/
asincrónica y/o presencial)



Diseñar una propuesta académica e-blended para la carrera Ingeniería Industrial desde el análisis de su diseño curricular centrado en competencias

Design an e-blended academic proposal for the Industrial Engineering career from the analysis of its curricular design focused on competencies

Blanca Carrizo

Gicapp - Grupo de investigación en control avanzado de procesos y producción, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

bcarrizo@frc.utn.edu.ar

María Laura Gallegos

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

mgallegos@frsn.utn.edu.ar

Jorge Abet

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

jorgeabet@gmail.com

Marcelo Cinalli

Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

mcinalli@frsn.edu.ar

Resumen

Este trabajo se basa en el proyecto de investigación interfacultades denominado “Diseñar una propuesta académica e-blended para la carrera Ingeniería Industrial desde el análisis de su diseño curricular centrado en competencias (TEAIACO0008490TC)”, cuyo objetivo es “Evaluar la factibilidad de desarrollar una propuesta e-blended para la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), basada en un análisis del diseño curricular a nivel general y de las asignaturas electivas en particular. El desarrollo metodológico se lleva a cabo mediante la utilización de técnicas basadas en la complementariedad (análisis desde distintas perspectivas, incluyendo estrategias y datos cualitativos y cuantitativos) como la triangulación metodológica (uso y contraste de múltiples métodos, variedades de datos, investigadores y teorías, en el estudio de un mismo objeto). Por ello, se diseña un instrumento de relevamiento a medida con el objetivo de obtener elementos de juicio válidos que permitan analizar datos y hacer inferencias para la toma de decisiones.

Palabras clave: Diseño curricular. Competencias. E-blended. Contenidos. Inclusión. Factibilidad. Implementación.

Abstract

This work is based on the interfaculty research project called "Designing an e-blended academic proposal for the Industrial Engineering career from the analysis of its competency-focused curricular design (TEAIACO0008490TC)", whose objective is "Assess the feasibility of developing a proposal e-blended for the Industrial Engineering career of the National Technological

University (UTN), based on an analysis of the curricular design at a general level and of the elective subjects in particular. Methodological development is carried out through the use of techniques based on complementarity (analysis from different perspectives, including strategies and qualitative and quantitative data) such as methodological triangulation (use and contrast of multiple methods, varieties of data, researchers and theories, in the study of the same object). For this reason, a customized survey instrument is designed with the objective of obtaining valid elements of judgment that allow analyzing data and making inferences for decision making.

Keywords: Curriculum design. skills. E-blended. Contents. Inclusion. Feasibility. Implementation.

Introducción

Este proyecto tiene como antecedente uno denominado “Diseño y evaluación de un modelo organizacional para gestionar carreras académicas en modalidad virtual en el seno de la Facultad Regional Córdoba (FRC) de la UTN. Estudio de caso (TOUTICO0005378TC)”, cuyo objetivo fue implementar una carrera corta en modalidad semipresencial en el ciclo 2018, tomando como prueba piloto el dictado de la carrera Tecnicatura Universitaria en Programación (TUP) en el Centro Regional de Educación Superior Jesús María. Dado que se aprobó una cohorte, el dictado se desarrolló en dos (2) años, justo cuando se decretó el inicio de la pandemia en marzo del 2020. Es decir que, la propuesta estaba desarrollada y testeada en modalidad semipresencial, con materiales diseñados a medida multimediales en un aula virtual alojada en un servidor de la Facultad con un sitio institucional definido (uvs.frc.utn.edu.ar), por ello cuando se decreta la pandemia la carrera se adecuó exitosamente a la modalidad virtual en el marco de la emergencia educativa en tiempos de pandemia.

Dado que, la virtualidad en la pandemia exigió el uso extendido de la tecnología y las soluciones en línea para continuar con la vida diaria, el trabajo y otras actividades; esto facilitó la adopción y la adaptación de herramientas digitales, lo que a su vez tuvo un impacto duradero en la forma en que las personas se comunican, trabajan y se relacionan entre sí. En esta etapa postpandemia, se pretende capitalizar todo lo aprendido e implementado en pandemia.

El nuevo contexto educativo, impuesto por la pandemia, puso de manifiesto las grandes desigualdades que se encuentran y que hoy limitan el derecho universal de acceder a una educación universitaria gratuita de calidad. En este inesperado escenario de no presencialidad, las carreras de grado de la U.T.N. se lograron adaptar de manera bastante satisfactoria a esta situación de contingencia, teniendo en cuenta que la misma se desarrolló como respuesta inmediata a una situación extrema. En esa adecuación primó, el uso de Tecnología de Información Comunicación (TIC), la cual se utilizó en un marco de amplia heterogeneidad entre universidades e incluso al interior de cada institución, que se reflejaron en uso de: sistemas de gestión académica, plataformas de educación virtual, herramientas de video llamada, software para grabar clases, entre otros. Dado la sinergia de problemáticas que se presentan, donde la masividad, los requerimientos laborales del mercado, la inclusión social, nuevas formas de trabajo, espacios físicos limitados y laboratorios desbordados y ante la necesidad de mantener una propuesta académica de nivel y de dictado homogéneo, se propone rediseñar la actual propuesta presencial llevándola a modalidad semipresencial, en aquellas asignaturas cuyo perfil así lo amerite.

En esta instancia, y partiendo de la base de una carrera presencial se pretende incorporar orgánicamente la virtualidad, para lo cual es imprescindible responder a la Ord. 1627/18 que crea el Sistema Institucional de Educación a Distancia (SIED) para la U.T.N. El SIED es un conjunto de acciones, normas, procesos, equipamiento, capital humano y didáctico que permite el desarrollo de propuestas académicas a distancia en la enseñanza de carreras de pregrado, grado o posgrado. La U.T.N. entiende por Educación a Distancia (EaD) los estudios conocidos como educación semipresencial, educación asistida, educación abierta, educación virtual y cualquiera que reúna las características indicadas precedentemente.

Para que una carrera de pregrado, grado o posgrado sea considerada como dictada a distancia se requiere que la cantidad de horas no presenciales supere el 50% de la carga horaria total prevista en el respectivo plan de estudios. Esta propuesta analiza la factibilidad de migrar algunas asignaturas de la carrera Ingeniería Industrial la U.T.N., de modalidad 100% presencial a modalidad semipresencial (e-blended).

El planteo sería entonces: 1) trabajar hasta un 30% de la carga horaria de manera virtual (no presencialidad) lo que es una adaptación muy simple que no implica tramitación con el SIED; 2) La otra opción es trabajar entre un 30% a un 49% de carga horaria virtual, lo que si obliga a la intervención del SIED y su cumplimiento normativo. Se destaca que ambos planteos se dan siempre en el marco de una carrera presencial. Para enriquecer la propuesta se trabajará en equipos interdisciplinarios potenciando la sinergia de tres (3) regionales: Facultad Regional Córdoba (FRC), Facultad Regional San Nicolás (FRSN) y

Facultad Regional Avellaneda (FRA) para evaluar la factibilidad técnica económica y operativa de desarrollar propuestas electivas virtuales con la finalidad de desarrollar un sitio institucional para la implementación de la propuesta en un ambiente de prueba que permita hacer un testeo o pruebas de cada asignatura.

Se analizarán los contenidos curriculares significativos a priori y se contrastarán las hipótesis planteadas con elementos de juicio basados en encuestas orientadas a conocer tendencias de segmentados en dos instancias: primeros niveles y próximos a recibirse. Se pretende desarrollar un modelo reutilizable para ser implementado en otras carreras de grado a través de una metodología de trabajo inclusiva que potencie el proceso de enseñanza y aprendizaje en modalidad e-blended compartiendo ambientes colaborativos virtuales con otras regionales que potencien la sinergia interregional

Desarrollo

El desarrollo metodológico se llevará a cabo mediante la utilización de técnicas basadas en la complementariedad (análisis desde distintas perspectivas, incluyendo estrategias y datos cualitativos y cuantitativos) como la triangulación metodológica (uso y contraste de múltiples métodos, variedades de datos, investigadores y teorías, en el estudio de un mismo objeto) siguiendo la propuesta metodológica.

En este contexto, se han planteado los siguientes objetivos específicos:

Identificar en el diseño curricular de la carrera Ingeniería Industrial qué asignaturas se pueden migrar a modalidad e blended conforme Ord. 1908/22.

Establecer las competencias de egreso por nivel y las asignaturas que contribuyen a las mismas.

Desarrollar de una propuesta académica de cursado e-blended interregional.

Desarrollar contenidos de electivas de cursado virtual interregionales.

Analizar la factibilidad del diseño de contenidos mínimos virtuales con adquisición de competencias exigidas por el perfil.

Buscar, analizar y seleccionar herramientas para e-blended.

Evaluar la factibilidad técnica, económica y operativa de un sitio institucional para la implementación de la propuesta y su testing

Para dar cumplimiento a los objetivos 1 y 2 se llevará a cabo un análisis del diseño curricular y su contribución a las competencias con el fin de identificar y determinar que contenidos o cátedras pueden sostenerse mediante el dictado virtual se pueden transformar (o pensar en formato e-blended) en cursado virtuales, en un sistema mixto o presenciales. Las mismas serán

clasificadas y organizadas en una base de datos para realizar una ponderación teniendo en cuenta los factores y criterios a determinar y que apliquen a la virtualidad, por ejemplo, trabajos prácticos que requieran instalaciones físicas. Esta metodología cuantitativa (empleando el Sistema INFOSTAT) permitirá una matriz de e-blended del cursado de la carrera y sus correlatividades.

Para desarrollar el objetivo 3 se llevará a cabo un análisis comparado mediante una encuesta cerrada a distintas facultades regionales destinada a estudiantes, docentes y directores de carrera con el objeto de con un formulario de preguntas cerradas para relevar las necesidades, apreciaciones, requerimientos y opiniones del cursado virtual. Usando una técnica de comparación múltiple según distintas variables de análisis de las encuestas que permitan establecer las similitudes y diferencias de las ventajas y desventajas con el actual sistema presencial que brinde información para la construcción de una propuesta educativa virtual a medida de cada región.

Para el objetivo 4 se llevará a cabo un esquema de los resultados del análisis obtenido de los objetivos 1 a 3 y de la relación multivariada que permita analizar las relaciones interregionales y su vínculo con cada materia electiva y su posterior desarrollo de contenidos a fin de ser dictado en forma virtual.

Para dar cumplimiento al quinto objetivo se llevará a cabo un método de contrastación que permita estudiar el diseño de contenidos mínimos virtuales, su factibilidad y redacción según los lineamientos de la Ord. 1627/18.

Para dar cumplimiento al sexto objetivo se llevarán a cabo una comparación y análisis de herramientas de / para la enseñanza por medio de un sistema e-blended. Estas herramientas deben ser analizadas desde el punto de vista de la relación causal entre los contenidos académicos mínimos y su instrumentación al cursado virtual regional y que permita mejorar las condiciones de calidad educativos actuales.

Para dar cumplimiento al último objetivo se llevarán a cabo Técnicas de Predicción para la evaluación de la factibilidad del desarrollo e de implementación de asignaturas troncales de Ingeniería Industrial en formato e-blended como opción al cursado de la misma.

Conclusiones

En el marco del área temática: Educación y teniendo en cuenta el área estratégica de la aplicación a la Ord. 1627/18 que permite un sistema EaD en la UTN, se justifica el análisis del problema de investigación al considerar la falta de su implementación en carreras de grado, en especial en la ingeniería, por tal motivo se propone el siguiente Proyecto de Investigación titulado: “Diseñar una propuesta académica e-blended para la Ingeniería Industrial desde el análisis de su diseño curricular centrado en competencias”.

El gran aporte del proyecto es revisar la malla curricular, pero no desde el esquema que habitualmente se hace sino desde un enfoque totalmente distinto e innovador. Según se ha investigado y plasmado en la historia del arte es un proyecto que tiene pocos antecedentes a nivel nacional en universidades públicas, si en otros países de Latinoamérica y Europa. Los estudiantes de nuestras universidades ya están habituados a tecnologías digitales, y nos lleva a explorar nuevos métodos de aprendizaje potenciando sus competencias tecnológicas desde un punto de vista formativo e innovador.

Una propuesta didáctica de e-blended como espacio de formación en la Ingeniería Industrial desde la que se integren recursos digitales y presenciales para la formación y consolidación de conocimientos a través de una metodología participativa por parte profesores y estudiantes que fomente la alianza entre las competencias digitales y didácticas.

Referencias

- [1] Cerrano, M.L, Gallegos, M.L, Feraboli, L., Gallegos, H., Risetto, M., 2021. Experiencias, reflexiones y oportunidades sobre educación no presencial en Ingeniería Industrial. Revista Argentina de Ingeniería RADI. Año 9 - Volumen 17.
- [2] CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina “Libro Rojo de CONFEDI”
- [3] Maggio, M. (2012), Enriquecer la Enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad. (1ed. ed., Vol. 1ed.). Buenos Aires, Paidós.
- [4] Mogollón de Lugo, I., García, A., 2016. Asesoría al programa de liderazgo en transferencia tecnológica. Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Ediciones OCTAEDRO, S.L, Barcelona, España, 897 904.
- [5] Ord. 1627/18: Aprueba Lineamientos del Sist. Institucional de EaD de UTN del 26/06/18 -CONFEDI, 2014. Documentos de CONFEDI – Cuadernillo de Competencias en Ingeniería.
[hΣps://confedi.org.ar/wpcontent/uploads/2020/04/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf](https://confedi.org.ar/wpcontent/uploads/2020/04/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf)
- [6] Ord. 1908/22. Aprueba el diseño curricular de la carrera Ingeniería Industrial orientado a competencias.
- [7] Pimienta Prieto, Julio H. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias. México, Pearson Educación
- [8] Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina, CABA, Argentina, 49-54. <https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/2021/05/ArΘculo3-RADI17.pdf>
- [9] Zabala, A., Arnau, L. (2007), “La Enseñanza de las competencias” en Aula de Innovación Educativa; págs. 40-46, Num.161, 2007.

Experiencias de Aprendizaje Autónomo y Cooperativo en el Laboratorio de Química

Autonomous and Cooperative Learning Experiences in the Chemistry Laboratory

Gabriela Leiva

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
gleiva@frba.utn.edu.ar

Marina Sánchez

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
msanchez@frba.utn.edu.ar

Bettina L. Marchisio

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
bmarchisio@frba.utn.edu.ar

Pablo C. V. Sánchez

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
p cvsanchez@frba.utn.edu.ar

Analía V. Russo

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
arusso@frba.utn.edu.ar

M. Fernanda Lopolito

Unidad Docentes Básicas Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
mlopolito@frba.utn.edu.ar

Ayelén García Federico

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
ayegarciafederico@frba.utn.edu.ar

E. Graciela De Seta

Unidad Docente Básica Química – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires
egdeseta@frba.utn.edu.ar

Resumen

El presente trabajo propone una primera aproximación para explorar la aplicación del aula invertida en el laboratorio de química con estudiantes ingresantes al primer año de ingeniería. Se examina cómo implementar esta metodología en un contexto académico inicial y experimental específico, con el fin de analizar los beneficios que ofrece en términos de mejora del aprendizaje, la motivación, el trabajo autónomo y cooperativo para el desarrollo de habilidades.

Los resultados indican que el tiempo empleado para la práctica experimental utilizando la metodología innovadora fue equivalente al tiempo que se requería con la metodología tradicional del laboratorio. Los estudiantes se involucraron activamente en el proceso de aprendizaje, permitiéndoles enfrentar los desafíos y las dudas a medida que surgían, primero entre sus pares y posteriormente con el equipo docente. La metodología implementada fue recibida de manera muy positiva tanto por los estudiantes como por los docentes.

Palabras clave: Laboratorio de química, Clase invertida, Aprendizaje autónomo y cooperativo

Abstract

This paper proposes a first approach to explore the application of the flipped classroom in the chemistry laboratory with students entering their first year of engineering. It examines how to implement this methodology in a specific initial and experimental academic context, in order to analyze the benefits it offers in terms of improved learning, motivation, autonomous and cooperative work for the development of skills.

The results indicate that the time spent for the experimental practice using the innovative methodology was equivalent to the time required with the traditional laboratory methodology. The students became actively involved in the learning process, allowing them to face challenges and doubts as they arose first among their peers and later with the teaching team. The implemented methodology was received very positively by both students and teachers.

Keywords: Chemistry laboratory, Flipped classroom, Autonomous and cooperative learning

Introducción

La educación superior se ha enfrentado a una constante evolución en los últimos años, buscando estrategias innovadoras que potencien el aprendizaje y mejoren la comprensión de los estudiantes en diversas áreas del conocimiento. Uno de los enfoques pedagógicos que ha emergido como una alternativa prometedora es el modelo del "aula invertida" (flipped classroom). Esta metodología, que propone un cambio en la dinámica tradicional del aula, ha sido ampliamente reconocida por su capacidad para involucrar a los estudiantes de manera más activa y personalizada en su proceso de aprendizaje. Tal como indican diversos autores (Cancela et al., 2013, Sein-Echaluce, 2015, Betihavas et al., 2016, Chiquito et al., 2020, Rodríguez et al., 2019, Lapitan et al., 2023) permite mejorar la transmisión de contenidos y el uso del tiempo de clase, y sumada a la cooperación grupal, mejora las habilidades de comunicación y la capacidad de aplicar lo aprendido para resolver situaciones problemáticas.

En este contexto, el área de las ciencias empíricas como la química, se presenta como un terreno fértil para la implementación del aula invertida, especialmente en el laboratorio donde los estudiantes pueden experimentar de primera mano los principios y conceptos teóricos estudiados en clase. Existen evidencias de la implementación de estrategias de aprendizaje activo y su impacto en las actitudes, la gestión del tiempo y la productividad de los estudiantes de ingeniería química en un curso de Química Analítica (Lapitan et al, 2023). Otros autores analizan la necesidad de resiliencia académica por posibles futuras interrupciones a gran escala (Schell, 2023) y se proponen un modelo para cursos que requieren del aprendizaje práctico, en este caso aplicado en disciplinas artísticas difíciles de reproducir en línea, en donde se aprovechan los principios del aprendizaje centrado en el estudiante y recomiendan apelar a las actitudes colaborativas que comprometen a la comunidad educativa para los logros del aprendizaje (Schell and Butler, 2018). Por último, otros autores evaluaron el impacto del paso de la educación tradicional presencial a la enseñanza remota de emergencia de los cursos de laboratorio de química en la licenciatura en Farmacia durante la pandemia de COVID-19, observaron efectos positivos en el desarrollo de las competencias cognitivas como y el pensamiento crítico, las habilidades para resolver problemas y una contribución en la motivación, ya que los recursos utilizados, videos, tutoriales, etc., aumentaron el nivel de compromiso que junto con el trabajo colaborativo mejoró el desempeño de los estudiantes (Díez Pascual y Jurado Sánchez, 2022).

Los antecedentes descritos señalan contribuciones para la comprensión y promoción de estrategias educativas innovadoras que enriquecen los procesos de enseñanza y aprendizaje para estudiantes ya incorporados en el ámbito universitario.

El presente trabajo propone una primera aproximación para explorar la aplicación del aula invertida en el laboratorio de química con estudiantes ingresantes al primer año de ingeniería. Se examina cómo implementar esta metodología en un contexto académico inicial y experimental específico, mediante el complemento de la plataforma Moodle para la realización de actividades

asincrónicas previas, con el fin de analizar los beneficios que ofrece en términos de mejora del aprendizaje, la motivación, el trabajo autónomo y cooperativo para el desarrollo de habilidades. Forma parte de las actividades propuestas en el PID “Factores motivacionales y metodologías activas para mejorar el abordaje teórico-práctico de química básica para estudiantes de ingeniería”, Código del Proyecto: TETEUBA0008784TC.

Desarrollo

Selección del grupo de trabajo

Se seleccionó el grupo de trabajo de manera de garantizar las condiciones seguras para el trabajo autónomo, de estudiantes principiantes que asistieron al laboratorio para realizar las prácticas experimentales en forma cooperativa, con docentes que actuaron como guías. Esta primera indagación se realizó en una comisión de quince estudiantes de química general de primer año de la carrera ingeniería mecánica.

El equipo docente estuvo conformado por el profesor adjunto, instructor en el aula de la comisión y la jefa de trabajos prácticos (JTP) junto a tres ayudantes (ATP), docentes auxiliares en el laboratorio.

Se eligió una relación estudiante - docente favorable que permitió la exploración de esta metodología en el laboratorio de química.

Procedimiento

La preparación previa de los estudiantes consistió en recordarles el cronograma de asistencia al laboratorio, una semana antes del encuentro por e-mail y a través del foro de avisos y novedades del aula virtual del laboratorio, se informaron las prácticas a realizar y se los convocó a la indagación de los recursos y materiales educativos para trabajar (guía de laboratorio, videos, simuladores, cuestionarios y formatos para los informes), con el objeto de conocer los conceptos teóricos y familiarizarse con las técnicas que se utilizarán durante la práctica.

En el primer encuentro se formaron al azar tres grupos de trabajo de cinco estudiantes cada uno, esta conformación se mantendrá a lo largo de los cuatro encuentros de laboratorio del año, dos en el primer cuatrimestre y dos en el segundo. Durante el primer encuentro de laboratorio los estudiantes realizaron las prácticas correspondientes a Seguridad e higiene en el laboratorio de química y Sistemas materiales y en el segundo encuentro las de Gases y Soluciones-Solubilidad. A continuación, en la figura 1 pueden observarse imágenes del diseño del aula virtual del laboratorio de química con algunos de los recursos que los estudiantes tienen disponibles para las prácticas experimentales (Marchisio et al., 2021).

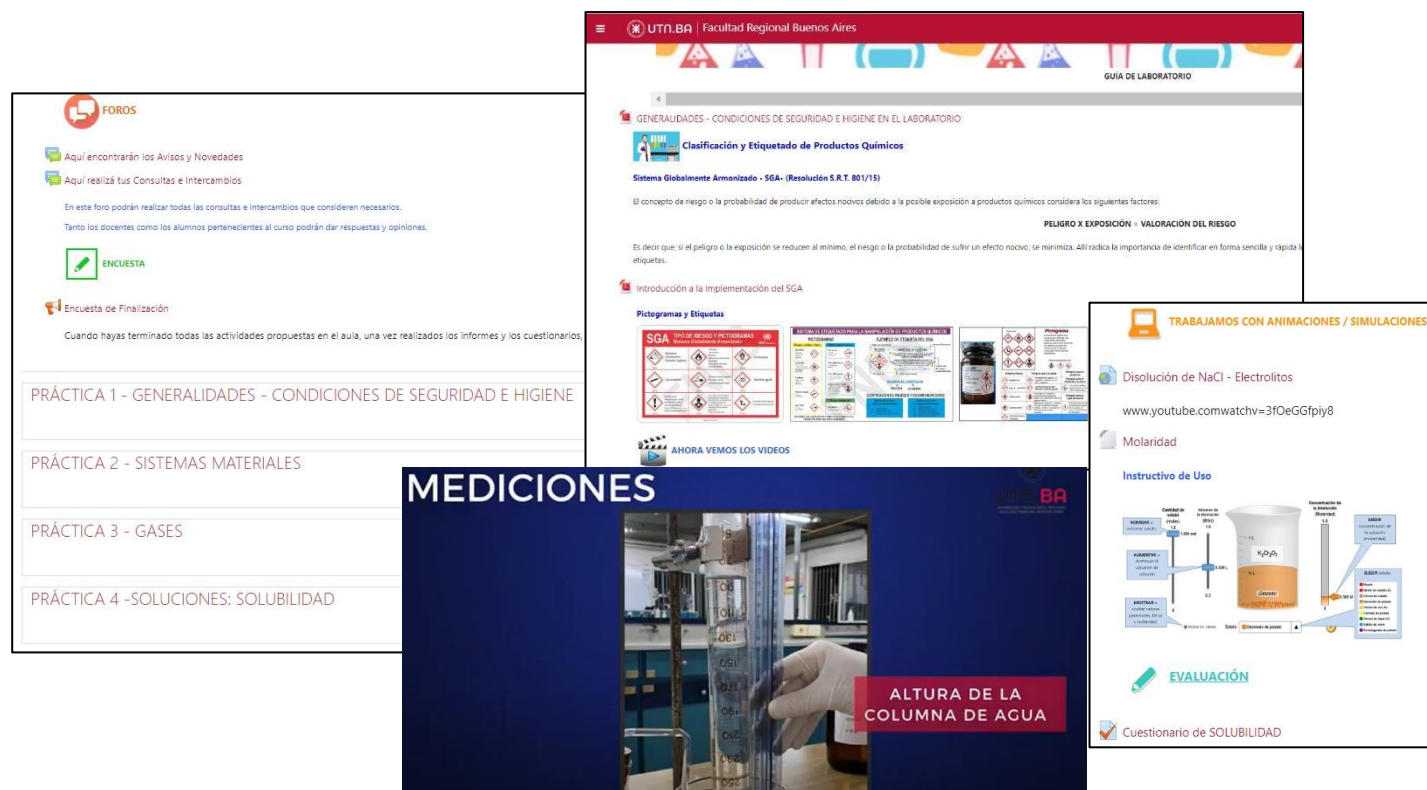


Figura 1: Imágenes del aula virtual con algunos de los recursos disponibles.

Se les entregó a los estudiantes una declaración jurada de consentimiento para prestar sus opiniones a esta investigación. Y se impartió la capacitación habitual sobre seguridad e higiene en el trabajo de laboratorio, en la que se ponen a disposición todos los elementos de protección colectiva y personal con los que cuenta el laboratorio para una tarea segura.

Cada grupo contó con una mesada de trabajo con todos los materiales e instrumentos necesarios para cada práctica, los estudiantes se desempeñaron en forma autónoma y cooperativa con su grupo de trabajo, con un docente asignado que proporcionó la asistencia y la orientación personalizada según los requerimientos específicos del grupo, a diferencia del método tradicional donde los docentes explican, dan indicaciones y detalles de lo que se debe realizar antes de la experiencia. La distribución de tareas dentro del grupo fue de libre elección de los participantes. Durante cada encuentro en el laboratorio, el grupo debe llevar a cabo dos prácticas experimentales y redactar sus respectivos informes, los cuales serán corregidos de manera grupal en la misma sesión. Además, cada miembro del equipo debe completar dos cuestionarios de opción múltiple con autocorrección, en el aula virtual del laboratorio. Todas estas actividades se realizan para evaluar la comprensión y el aprendizaje adquirido durante el proceso.

La valoración de esta metodología se llevó a cabo mediante una lista de cotejo y dos encuestas, una dirigida a los estudiantes y otra a los docentes.

Listas de cotejo- Resultados

Cada docente completó la lista de cotejo, los resultados obtenidos se reflejan en la Tabla 1, se destacan los altos porcentajes obtenidos que indican el buen desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de la práctica, sin registrarse demoras con los tiempos previstos para su realización.

Se detectaron estudiantes que no conocían los objetivos y el procedimiento a realizar, lo que indica un bajo nivel de actividad previa a la práctica experimental, resultando indispensable reiterar la necesidad de adquirir los conocimientos obligatorios antes de asistir al laboratorio. El acceso al Aula virtual (AV) permitió la consulta de los recursos disponibles para cumplir con lo pautado para el encuentro.

	Si (%)	No (%)
Conoce los objetivos de la práctica	64,3	35,7
Conoce el procedimiento de la práctica	78,6	21,4
Usa correctamente las sustancias	100	0
Usa correctamente el equipo y material del laboratorio	78,6	21,4
Hace la medición adecuada de las variables involucradas	85,7	14,3
Utiliza la guía del laboratorio o el material del AV durante la práctica	100	0
Registra sus observaciones	92,9	7,1
Siguió las normas de seguridad establecidas	100	0

Tabla 1: Porcentaje de respuestas sobre el desarrollo de la práctica.

Se observó que todos los estudiantes siguieron las normas de seguridad e higiene establecidas en el laboratorio. En las situaciones donde los estudiantes tuvieron inconvenientes con el equipo y material del laboratorio, los docentes intervinieron de manera sutil invitando al pensamiento crítico o dando las instrucciones mínimas necesarias de manipulación.

Con respecto a los resultados de las actividades finales de la práctica se pudo observar que los estudiantes gestionaron correctamente el tiempo estipulado para las experiencias y la resolución exitosa de las actividades de evaluación de comprensión. Además, se visualizó la participación activa de todos los estudiantes dentro del grupo, desarrollando las experiencias y también consultando y resolviendo dudas con sus pares.

Encuestas - Resultados

Los estudiantes evaluaron la metodología aplicada en las siguientes prácticas experimentales:

TP 1 y 2: Seguridad e higiene en el laboratorio de química y Sistemas materiales. TP 3 y 4: Gases y Soluciones-Solubilidad

Seleccionaron para su calificación el puntaje correspondiente con valores entre 1 y 5, donde 1 es poco y 5 mucho. A continuación, en las figuras 2 y 3 se muestran los resultados de relevancia.

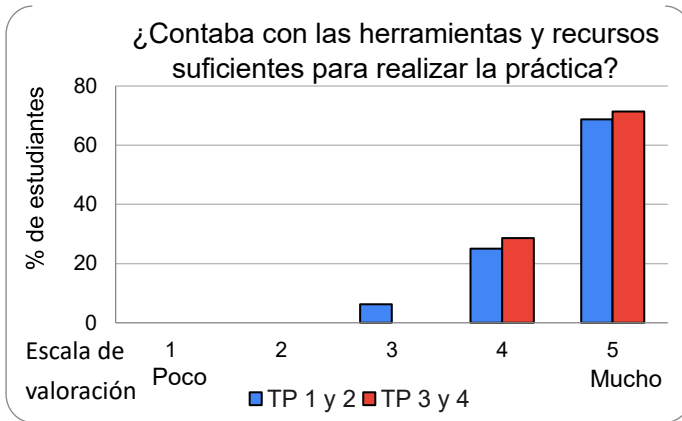


Figura 2: Valoración de las herramientas y recursos para la realización de la práctica

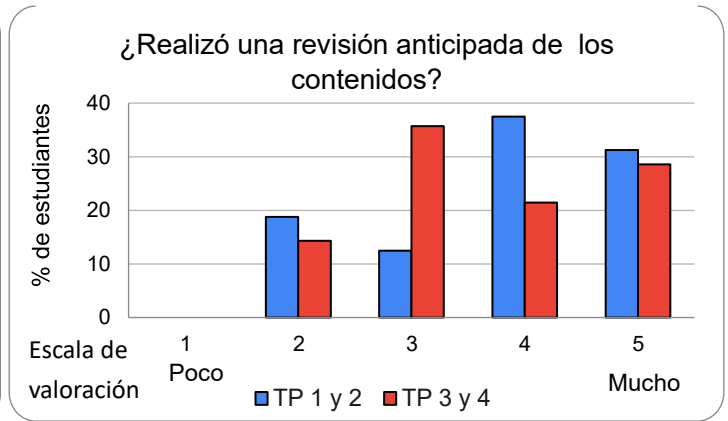


Figura 3: Valoración de contenidos para la realización de la práctica

Según la opinión de los estudiantes podemos decir que contaban con los recursos y herramientas suficientes para realizar la práctica y que la revisión de los contenidos de ésta varió con una leve disminución para la segunda práctica, lo cual concuerda con la apreciación de los docentes en los resultados obtenidos en la lista de cotejo.

Con respecto a la confianza para realizar la práctica, se observó un aumento general entre los estudiantes durante el segundo encuentro. Sin embargo, en cuanto a la satisfacción con la metodología, se registró una ligera disminución a nivel general. Como se puede observar en las figuras 4 y 5.

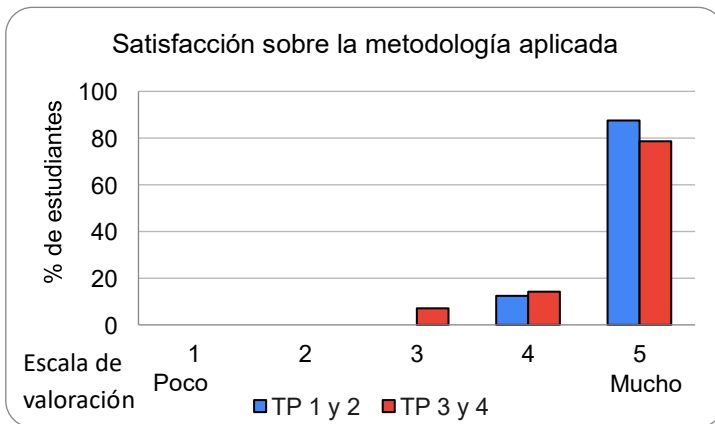


Figura 4: Valoración de la satisfacción de la metodología aplicada

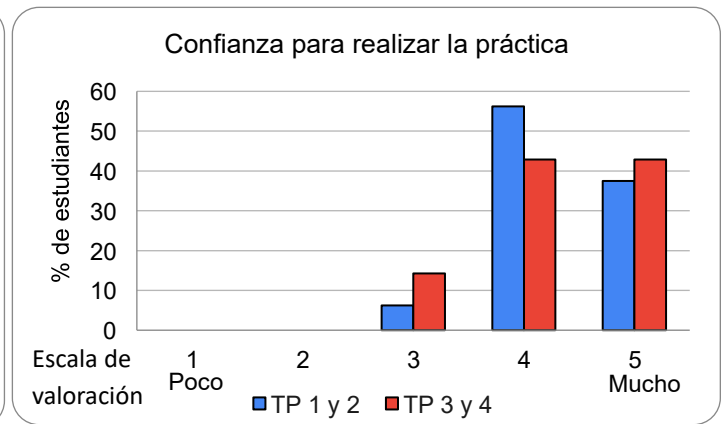


Figura 5: Valoración de la confianza para la realización de la práctica

La Tabla 2 muestra los resultados de la encuesta para los docentes que contó con la misma puntuación que la de estudiantes, podemos deducir que la satisfacción del docente en su rol de guía fue la misma para ambos encuentros, pero que hubo una variación en la satisfacción a la metodología aplicada.

Respuesta	¿Qué tan satisfecho estás con la metodología de trabajo del laboratorio?		¿Qué tan satisfecho te sentiste cumpliendo el rol de guía?	
	TP 1 y 2	TP 3 y 4	TP 1 y 2	TP 3 y 4
1- poco	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	50	50	50
5- mucho	100	50	50	50

Tabla 2: Porcentajes de respuestas de la encuesta a docentes.

En las figuras 6 y 7 se observa un aumento en la valoración de dejar el rol del guía entre el primer encuentro (TP 1 y 2) y el segundo (TP 3 y 4). Según las observaciones de los docentes fue necesario intervenir más para explicar el armado de equipos y el uso de instrumentos, lo cual es probable debido a que las prácticas 3 y 4 son ligeramente más técnicas que la 1 y 2 lo que concuerda con el gráfico de la figura donde se observa una disminución en la confianza expresada por los estudiantes para realizar las prácticas 1 y 2 donde del 94% de los estudiantes se mostró muy o completamente confiado disminuyó al 86% durante la práctica 3 y 4.

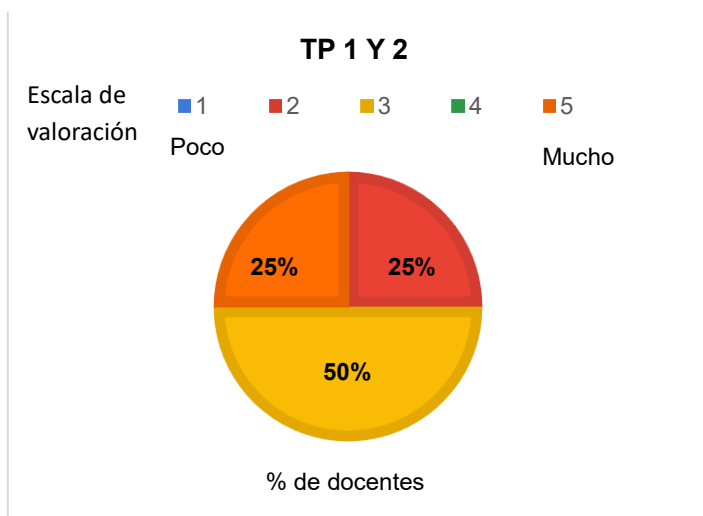


Figura 6: Valoración sobre qué tanto debieron los docentes dejar su rol de guía durante el primer encuentro

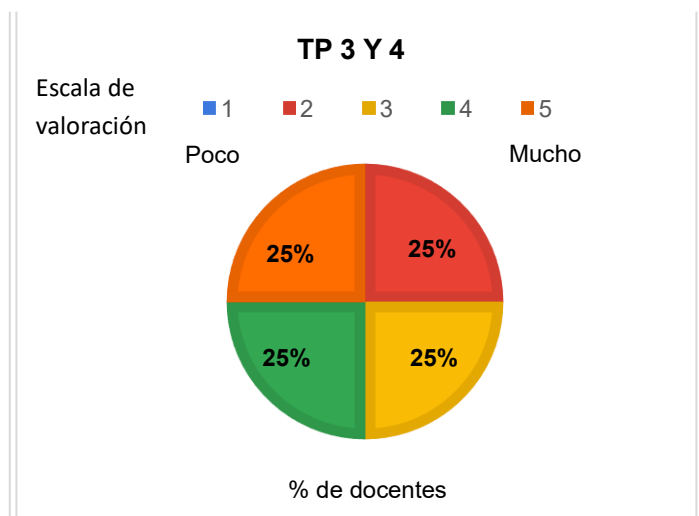


Figura 7: Valoración sobre qué tanto debieron los docentes dejar su rol de guía durante el segundo encuentro

Conclusiones

Se modificó el enfoque tradicional expositivo donde el docente explicaba los conceptos y el procedimiento antes de que los estudiantes comenzarán con la práctica, se concedió desde el inicio la responsabilidad del desarrollo de las prácticas experimentales a los estudiantes.

Se registraron altos porcentajes en las listas de cotejo que indican el buen desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de la práctica, sin registrarse demoras con los tiempos previstos para su realización.

A través de esta nueva metodología, los estudiantes se involucraron activamente en el proceso de aprendizaje empírico, permitiéndoles enfrentar los desafíos y las dudas a medida que surgían primero entre sus pares y luego con la asistencia del equipo docente. Se aportó de esta manera al trabajo autónomo y cooperativo de los grupos de trabajo.

Se detectaron mejoras para la redacción de los procedimientos en la guía de trabajos prácticos y la necesidad de sumar videos sobre manipulación de instrumentos al aula virtual, enriqueciendo así el contenido y facilitando el acceso a recursos de apoyo para los estudiantes.

Las modificaciones implementadas en la metodología de trabajo en el laboratorio de química fueron recibidas de manera muy positiva tanto por los estudiantes como por los docentes. Se continuará trabajando con la misma comisión en dos encuentros para seguir evaluando, proponer mejoras y luego incorporar a otros grupos de trabajo.

Referencias

Betihavas V., Bridgman H., Kornhaber R. & Cross M. (2016) "The evidence for 'flipping out': a systematic review of the flipped classroom in nursing education" *Nurse Educ. Today*, 38, 15–21. Disponible <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.12.010>

Cancela A., Maceiras R., Sanchez A. & Urrejola S. (2013). "B-Learning Tools in Engineering Education". *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, 3(2), pp. 36–40. <https://doi.org/10.3991/ijep.v3i2.2451>

Chiquito M., Castedo R., Santos A.P., López L.M. & Alarcón C. (2020) "Flipped classroom in engineering: The influence of gender" *Comput Appl Eng Educ.* 2020; 28: 80– 89. Disponible <https://doi.org/10.1002/cae.22176>

Díez-Pascual A. & Jurado-Sánchez B. (2022) "Remote Teaching of Chemistry Laboratory Courses during COVID-19", *Journal of Chemical Education* 99 (5), 1913-1922. Disponible en <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00022>

Lapitan L.D.S., Chan A.L.A., Sabarillo N.S., Sumalinog D.A.G. & Diaz J.M..S (2023). "Design, Implementation, and Evaluation of an Online Flipped Classroom with Collaborative Learning Model in an Undergraduate Chemical Engineering course". *Education for Chemical Engineers*. Volume 43, 2023, Pages 58-72, ISSN 1749-7728, Disponible DOI: 10.1016/j.ece.2023.01.007

Marchisio B. L., De Seta E. G., Sánchez P. C. V., Russo A. V., Lopolito M. F. (2021) "Análisis de las experiencias de autoevaluación asincrónica, realizadas en el Aula Virtual del Laboratorio de Química"- JEIN 2021- ISBN 978-950-42-0211-0 p.136 -140. Disponible <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/download/893/806>

Rodríguez, G., Díez, J., Pérez, N., Baños, J. E., & Carrió, M. (2019) "Flipped classroom: fostering creative skills in undergraduate students of health sciences" *Thinking Skills and Creativity*, Volume 33, 2019, 100575, ISSN 1871-1871 . Disponible <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100575>.

Schell, J. (2023) "Designing For Academic Resilience in Hands-On Courses in Times of Crisis: Two Models for Supporting Hands-On Online Learning Drawn From the COVID-19 Pandemic" *American Behavioral Scientist*, 1–23, 2023 SAGE. Disponible en Article DOI: 10.1177/00027642221118292.

Schell, J. A. and Butler, A. C. (2018). "Insights from the science of learning can inform evidence- based implementation of Peer instruction" *Frontiers in Education*, 3, 33. Disponible en <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00033>

Sein-Echaluze (2015) "Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento". Flip Teaching Methodology supported on b-learning and knowledge management. Conference: III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 octubre 14-16, 2015, Madrid, ESPAÑA. Disponible en <https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/126798/1/FlipTeaching.pdf>



La Enseñanza de la Ingeniería y la formación de Ingenieros



Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC (UTN FRAFRBB-FRTL: 2020-2023)

Pedagogical factors and student-centered learning with competencies and ICT (UTN FRA-FRBB-FRTL: 2020-2023)

Rafael Omar Cura

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

Karina Cecilia Ferrando

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

Verónica Vanoli

Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina
vvanoli@frbb.utn.edu.ar

Luis Carabelli

Facultad Regional Trenque Lauquen, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina
carabelliluis@gmail.com

Adrián Gericó

Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina
agerico@frbb.utn.edu.ar

María de las Mercedes Pagella

Facultad Regional Trenque Lauquen, Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina
mercepagella@hotmail.com

Resumen

La formación en Ingenierías y carreras tecnológicas requiere de la investigación y mejora de sus procesos educativos, especialmente en los primeros años. Equipos docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda, Bahía Blanca y Trenque Lauquen de la Universidad Tecnológica Nacional vienen analizando la incidencia de factores pedagógicos en el cursado de diversas asignaturas y el desarrollo de competencias genéricas a través de actividades centradas en el estudiante con empleo de TIC. El proyecto interfacultad cuenta con un enfoque descriptivo, correlacional, de cambio e investigación acción. Encuentros presenciales y a distancia con aulas virtuales compartidas por asignaturas son las instancias del trabajo colaborativo en base a instrumentos diseñados ad hoc. Se presentan avances de los estudios realizados entre los años 2020 y 2023 del comportamiento de estudiantes en las asignaturas participantes y el desarrollo de experiencias activas que promovieron el desarrollo de competencia genéricas de las Ingenierías, con el empleo de herramientas TIC.

Palabras clave: Enseñanza de Ingeniería, factores pedagógicos, aprendizaje activo, trabajo colaborativo

Abstract

Training in Engineering and technological careers requires research and improvement of their educational processes, especially in the first years. Teaching teams from the Regional Faculties of Avellaneda, Bahía Blanca and Trenque Lauquen of the National Technological University have been analyzing the incidence of pedagogical factors in the course of different subjects and the development of generic competences through student-centered activities using ICT. The inter-faculty project has a descriptive, correlational, change and action research approach. Face-to-face and distance meetings with virtual classrooms shared by subjects are the instances of collaborative work based on instruments designed ad hoc. The present article presents advances of the studies carried out between 2020 and 2023 of the behavior of the students in the participating subjects and the development of active experiences that promoted the development of generic competence of Engineering, with the use of ICT tools

Keywords: Engineering education, pedagogical factors, active learning, collaborative work

Introducción

Los equipos de investigadores docentes de las Facultades Regionales de Avellaneda (FREA), Bahía Blanca (FRBB) y Trenque Lauquen (FRTL) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) vienen desarrollando sus actividades sobre el análisis de la incidencia de factores pedagógicos en el cursado de diversas asignaturas de primer año de carreras de Ingeniería y el desarrollo de competencias genéricas a través de actividades centradas en el estudiante con empleo de TIC. Esto se lleva a cabo gracias a la conformación de un Proyecto Interfacultad de Investigación y Desarrollo que cuenta con un enfoque descriptivo, correlacional, de cambio e investigación acción.

En una primera etapa durante la pandemia por Covid-19, los resultados fueron presentados en avances anteriores (Cura et al., 2021, 2022). En este trabajo, se comentan los resultados de los años siguientes, teniendo en cuenta la perspectiva de lo trabajado. Se presentan avances de los estudios realizados entre los años 2020 y 2023 del comportamiento de estudiantes en las asignaturas participantes y el desarrollo de experiencias activas que promovieron el desarrollo de competencia genéricas de las Ingenierías, con el empleo de herramientas TIC.

Desarrollo

Proyecto interfacultad colaborativo

El interés por estudiar la incidencia de aspectos pedagógicos y la implementación de estrategias activas en el cursado de los primeros años de las carreras de Ingeniería motivaron a los equipos docentes de las Facultades, durante los años 2018 y 2019, para generar un Proyecto Interfacultad de Investigación y Desarrollo (PID). El mismo fue homologado por Disposición SCYT UTN 148/2019 bajo la denominación de PID UTNIFN7736 “Formación inicial en Ingenierías y carreras tecnológicas: aprendizaje centrado en el estudiante con competencias y TIC” (2020-2022) (FIIT II). En el año 2022 se solicitó un año de prórroga para completar los análisis de las épocas durante la pandemia y posterior. Por Disposición SCYT UTN N° 44/2022 fue otorgada la misma. Participan las siguientes asignaturas: Análisis Matemático I, Álgebra y Geometría Analítica, Física I, Química General, Ingeniería y Sociedad, Sistemas de Representación, Fundamentos de Informática, Inglés I y II e Ingeniería Mecánica I y II.

Los objetivos generales son: 1. Comprender la incidencia de los factores académicos en los procesos formativos de estudiantes de los primeros años en UTN FRA, FRBB y FRTL y 2. Establecer los aportes del aprendizaje activo, centrado en el estudiante, con incorporación de competencias y empleo intensivo de TIC en los procesos formativos a través del trabajo colaborativo entre los equipos docentes participantes.

El PID se organiza en dos ejes de trabajo. Eje 1: estudio de factores pedagógicos que favorecen o dificultan el aprendizaje; Eje 2: Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) con competencias y TIC. El primer eje tiene un enfoque de investigación descriptivo y busca establecer tendencias y correlaciones, siguiendo a Bisquerra Alzina (2004), sobre la incidencia de los factores pedagógicos. El segundo eje es de cambio educativo y mejora, y estudia el impacto de las experiencias ACE y el desarrollo de competencias genéricas. Ambos ejes son complementarios y el tipo de trabajo de campo y los resultados permiten incorporar nuevas mejoras de las que se estudia su nuevo impacto. Y todo el PID está animado por el enfoque de investigación-acción educativa, siguiendo a Latorre (2000).

El trabajo del Eje 1 se organiza en base a relevamientos realizados utilizando encuestas a inicio, mitad y final de cursado y todos los docentes implementan los mismos cuestionarios, agregándose registros de observación de otras fuentes del cursado. Los datos se agrupan en el Formulario 1, que son procesados para apreciar los resultados parciales con los análisis por equipos de asignatura y Regional. De allí surgen las tendencias y ciertas correlaciones. El Eje 2 cuenta con el Formulario 2, donde se registran las actividades realizadas, las competencias genéricas desarrolladas, los recursos tecnológicos implementados y los resultados parciales. Su análisis permite evidenciar los logros y las dificultades para su mejora en el siguiente cursado. El Formulario 3, que contaba con más detalles, fue integrado al Formulario 2 para simplificar la operatividad del trabajo.

El trabajo colaborativo se desarrolla a través de la interacción de los equipos en 10 espacios dentro del Aula Virtual de FRBB y en reuniones periódicas de trabajo virtuales, tanto de asignaturas como de equipos por Facultades. Hay un equipo de coordinación, docentes y becarios trabajan por disciplinas y áreas tanto a nivel regional como interfacultad.

Factores pedagógicos y permanencia

Autores como Canales y de los Rios (2007) señalan que los factores que inciden en la permanencia de los estudiantes son los contextuales, los institucionales, los pedagógicos y los personales. Los factores académicos son aspectos constitutivos del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde interactúan docentes y estudiantes, e intervienen en forma activa y relevante. En este trabajo, se profundizará principalmente sobre los factores académicos porque es lo que está al alcance de los docentes investigadores, aun cuando puedan ampliar su estudio. Los factores forman parte del todo el proceso y el sentido pleno de su comportamiento se encuentra en la interrelación con los demás. El equipo PID determinó analizar estos factores y definió ocho por su relevancia: los estudiantes y sus aprendizajes; organización del proyecto formativo; secuencia de temas; actividades de aprendizaje; actividades de evaluación; recursos y materiales didácticos; espacio virtual y aprendizajes; contextos de interacción entre estudiantes y docentes. Estos factores están enmarcados en la virtualización educativa planteada por Maggio (2021).

Actividades centradas en el estudiante, competencias genéricas y TIC

ACE implica la organización de los procesos formativos para que el estudiantado sea protagonista y descubridor de sus aprendizajes, desde su propio interés y motivación. Ello exige que la organización curricular y la programación promuevan el desarrollo de experiencias activas que articulan los saberes conceptuales, prácticos y actitudinales en una interacción permanente entre estudiantes y profesores, en relación a problemáticas crecientes de la profesión. Por su parte, Cukierman (2018) señala que las características del ACE son: la sujeción a un aprendizaje más activo que pasivo, un énfasis en el aprendizaje profundo y la comprensión, un incremento en la responsabilidad del estudiante, un incremento en el sentido de la autonomía del estudiante, una interdependencia entre el profesor y el estudiante, respeto mutuo en el marco de la relación estudiante-profesor, y un abordaje reflexivo al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto del profesor como del estudiante.

Este PID se encuadra en el desarrollo de la formación por competencias y tiene en cuenta las nuevas orientaciones que CONFEDI (2023) viene aportando, para que las experiencias formativas consideren a la competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición)

distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. En el año 2013 ASIBEI (2016) estableció las 10 competencias de egreso del Ingeniero Iberoamericano, en que se inspira este PID.

Resultados de avance

Se presentan los resultados de avance del proyecto interfacultad analizando el comportamiento de los factores pedagógicos y las estrategias activas que se están desarrollando en las distintas asignaturas en este último año.

Factores pedagógicos en primeros años de Ingenierías.

Entre los años 2020 y 2023, los equipos docentes fueron realizando las actividades programadas, durante los primeros años en el contexto de la virtualización por Covid-19 y posteriormente en el retorno a la presencialidad. La mayoría de las asignaturas participantes implementaron las encuestas de inicio y de mitad de cursado y también se efectuaron registros de la participación de los estudiantes. En el trabajo anterior se detallaron aspectos vinculados con la etapa de restricciones de presencialidad, pero posterior a ello, paulatinamente se continuaron las actividades de modo híbrido, en parte virtual y de a poco presencial. El PID FIIT II no tuvo dificultades para desarrollar su trabajo, sino que permanentemente se adaptó a las situaciones. Docentes y estudiantes fueron respondiendo en esta segunda etapa al adecuarse nuevamente las normativas y procedimientos de cursado. Se comentan tendencias de los ocho factores pedagógicos que estudia el PID FIIT II en las asignaturas de las Regionales participantes, a partir de las encuestas realizadas y de las Jornadas de intercambio 2020, 2021 y 2022.

Hábitos de los estudiantes.

Con algunos matices en cada Facultad, los estudiantes que fueron consultados sobre qué hábitos de estudios tienen, respondieron: estudiar de día (72%), hacer resúmenes de las clases/textos (54%) y estudiar luego de las clases (46%). Con menores resultados señalaron estudiar de noche (44%) y estudiar con música y TV (41%). Estos datos no fueron tan diferentes entre la época de pandemia y la nueva presencialidad, pero se apreció que en la primera etapa fue más compleja que en la segunda.

Respecto de qué actividades les ayudan a aprender, se continuaron con valores similares a la etapa de la virtualidad: el 83% señaló hacer ejercicios y trabajos prácticos, el 50% el trabajo en equipo y la consulta a profesores y el 42% la lectura de textos y apuntes. En cambio, se modificó la percepción sobre clases por Zoom, ya que durante la pandemia fue del 57%, un porcentaje considerable, en cambio en la presencialidad bajó al 18%, evidenciando que no es una modalidad que valoran en primer año.

Los factores que más dificultades se presentan para aprender son: las distracciones y desconcentraciones, 89%, las clases largas, 46%, y la complejidad del contenido, el 45%. Se aprecia una gran continuidad de valores en las etapas.

Organización del cursado

Respecto de la organización del cursado, el 64% respondió que conocieron los objetivos planteados y el 59% que la organización de las actividades les pareció bien, aumentando el porcentaje respecto del período durante la pandemia. Respecto de la virtualización, el 58% señaló que le resultó fácil o bien, el 49% consideró adecuada la secuencia de las actividades formativas y el 65% que le resultó pertinente todas las actividades y materiales organizados en el aula virtual.

Secuenciación de los contenidos

Respecto de los temas de aprendizaje, no se observan muchas diferencias con los años anteriores. El 38% señaló que los temas estaban muy bien organizados, el 51% bien organizados y el 21% algo. Sobre la progresión en la complejidad de los temas, el 12% señaló muy adecuado, el 57% adecuado, el 24% poco adecuado y el 7% inadecuado. Respecto de qué temas fueron más fáciles y difíciles de aprender, se aprecia una gran diversidad, según cada asignatura y allí, pudieron incorporar ajustes y mejoras.

Actividades de aprendizaje

La explicación de los docentes resultó la actividad más apreciada por los estudiantes, corroborando lo que se señaló en la pandemia cuando se afirmaban “las clases por Zoom”. En este caso llegó a ser el 63%, evidenciando la necesidad o la costumbre del encuentro en el aula, pero dicha actitud, por momentos receptiva y pasiva, es modificada por los equipos docentes desde el enfoque “centrado en el estudiante” como se apreciará posteriormente.

En segundo lugar, la mayoría expresa que le ayudan a aprender los Trabajos Prácticos y las actividades aplicadas, con el 58%. Ello también se había apreciado en la pandemia, destacándose cómo este tipo de tareas se convierten en instancias apreciadas por los estudiantes.

Cercano a ello, se reitera otra instancia, cercana a la primera, es decir, la comunicación e intercambio con los profesoras, especialmente en sus dudas y consultas. Ello fue similar a tiempo de virtualización plena, y aquí alcanzó a ser del 53%. Para algunos, otra instancia relevante de aprendizaje fue el trabajo en equipo y otros en forma personal, con porcentajes del 43% y 42% respectivamente, en promedio.

En cuanto a las dificultades, la situación más reiterada fue la de clases largas y expositivas, con el 54%, el 44% la complejidad del tema y otros, con el 35% y 36% hacer las actividades en forma grupal o personal, respectivamente.

1.5. Actividades de evaluación

Respecto a la evaluación, hay situaciones diversas. En algunos casos resultaron adecuadas las actividades prácticas y de ejercicios, y también los trabajos de resolución de problemas que habían realizado. La mayoría valoró que los trabajos de evaluación se entreguen en formato virtual. Hay quienes señalaron que les sirvieron las actividades de evaluación en equipo, en menor medida las realizadas en forma personal, pero con acompañamiento de los docentes. También, manifestaron que las actividades de autoformación, como autoevaluaciones, fueron útiles, otros que no las pudieron hacer. Las tareas de coevaluación, en general, tuvieron buenos resultados, apreciando el valor de trabajar en equipo y evaluar en conjunto a los compañeros.

En cuanto a las dificultades, plantean situaciones similares a las del tiempo de pandemia: mucho material de preparación, textos extensos, preguntas y ejercicios complejos, poco tiempo, entre otros.

1.6. Recursos pedagógicos

Los recursos empleados fueron numerosos y muy variables según las asignaturas en la presencialidad plena, teniendo en cuenta que se incorporaron nuevas experiencias. Se valoraron que los materiales estén todos digitalizados y no tengan que fotocopiar los mismos, continuando con incorporaciones realizadas durante la pandemia. Se apreció la organización de documentos, videos y páginas web en el Aula Virtual, como un elemento fundamental. Al respecto, valoraron la posibilidad de reiterar su lectura.

Entre las dificultades se mencionó, como también se indicó previamente, lo largo de algunos materiales de aprendizaje y también algunas guías de ejercicios y trabajos. Según la diversidad de asignaturas, las dificultades fueron más técnicas o de interpretación de materiales o consignas.

1.7. Aula Virtual y herramientas digitales

El Aula Virtual fue sumamente valorada en su incorporación como “espacio permanente” de aprendizaje y trabajo por todos los estudiantes. Algunos señalaron que no estaban tan acostumbrados desde la Educación Secundaria. Efectuando un promedio generalizado de las asignaturas, se aprecia que el 41% señaló que el Aula Virtual es una herramienta muy importante para aprender, el 45% que es relevante y el 14% algo práctico. El 44% señaló que utiliza mucho más Internet que antes, el 39% más y el 35%

algo más. El 18% emplea más vídeos y simulaciones que antes, el 54% bastante y el 19% algo más que antes. Estos últimos valores están cercanos al tiempo de la pandemia.

1.8. Comunicación e interacción entre docentes y estudiantes

Como se señaló anteriormente, una de las causas principales de los aprendizajes fue adjudicada a la comunicación con los docentes. En general, el 15% ha señalado que la comunicación fue muy buena, el 55% buena, el 28% regular y el 2% mala. Lo que más les ayudó de sus profesores fue que respondan sus consultas, el seguimiento y el interés por el acompañamiento en su proceso formativo. Respecto a la comunicación entre estudiantes, el 23% señaló que fue muy buena, el 33% buena, el 38% regular y 6% mala.

2. Actividades centradas en el estudiante

A lo largo de los tres años y medio los equipos fueron incorporando herramientas y estrategias promoviendo el protagonismo de los estudiantes en los aprendizajes y en la evaluación. Desde el año 2022 la incorporación de estas actividades estuvo vinculada con la implementación de los nuevos Diseños Curriculares y del proceso de Acreditación de las carreras de Ingeniería.

En Ingeniería y Sociedad de UTN FRA se desarrollaron estrategias presenciales con el apoyo virtual a partir del empleo de numerosas herramientas colaborativas digitales, el uso del portafolio, la producción de videos y la evaluación del mismo. En Física I, se han incorporado experiencias prácticas a partir de elementos cotidianos, mapas conceptuales propios y la resolución de ejercicios prácticos motivadores. En Ingeniería Mecánica I se realizan trabajos aplicando saberes elementales a casos profesionales, integrando saberes específicos. En Informática se incorporaron actividades con el uso de Planilla de Cálculos para resolver varias tareas de aprendizaje. En Inglés se efectúan presentaciones que desarrollan habilidades orales y de escritura empleando diversas aplicaciones digitales en forma personal y grupal.

En Química General de UTN FRTL se ha diseñado toda la programación en base a Resultados de Aprendizajes y empleo de rúbricas con numerosas prácticas de experimentos básicos con herramientas hogareñas. Se comparten los resultados alcanzados y se contrastan entre sí y se suben al Aula Virtual. Se efectúan planteos vinculados con la profesión de Ingeniería y se están implementando actividades de autoaprendizaje. En Informática aplican saberes específicos para resolver problemas de creciente complejidad en forma personal y grupal. En Inglés se incorporaron actividades tutoriales para el acompañamiento de estudiantes y el desarrollo de capacidades comunicacionales.

En Física I de UTN FRBB se adaptaron experiencias que se diseñaron durante la pandemia para alcanzar un mejor efecto en el proceso formativo. Con motivo del diseño de las nuevas se efectúan trabajos con resolución de problemas y simulaciones para el aprendizaje de saberes propios y desarrollo de competencias genéricas. En Sistemas de Representación se compatibilizaron herramientas diseñadas en la pandemia para implementarlas de modo continuo en el Aula Virtual sobre la elaboración de láminas de dibujo técnico tanto a mano alzada como por programas informáticos, y también sobre la evaluación, a través de una planilla que integra todas las evaluaciones continuas y que los estudiantes pueden apreciar. En Informática se continuó con las estrategias y recursos que se implementaron durante la pandemia, con nuevas orientaciones debido a los nuevos Diseños Curriculares, especialmente, en relación a la programación que promueve capacidades integradoras protagónicas. En Ingeniería y Sociedad se readecuaron y diseñaron nuevas tareas de aprendizaje, y en algunas comisiones todas las actividades se realizan en equipo. Entre las estrategias se encuentra la evolución de productos tecnológicos, cotejo de saberes de conocimiento y ciencia con los investigadores de la Facultad, vinculación de problemáticas sociales con temas de Ingeniería empleando los Objetivos del Desarrollo Sustentable, análisis de casos de ética profesional, presentación de emprendimientos profesionales supuestos y trabajo integrador personal. En Ingeniería Mecánica II desarrollan diversos trabajos integradores parciales empleando saberes distintos que favorecen el desarrollo de competencias genéricas y específicas, y que articulan en un trabajo final.

Conclusiones

A lo largo de tres años y medio un equipo de investigación de más de 40 docentes de nuestras Facultades viene participando de esta experiencia de estudio y mejora compartida que tiene proyectos anteriores, y que permite comprender los procesos formativos, intercambiar los avances, transferir metodologías y vincularse con otros equipos similares.

Los factores pedagógicos han posibilitado identificar qué aspectos son los más incidentes en los primeros años y en las instancias de aprendizaje inicial, brindando numerosos aportes a las asignaturas y Facultades participantes para tener en cuenta dichos resultados e incorporar nuevas y mejores estrategias.

Se aprecia que el aprendizaje y la evaluación centrada en el estudiante, las metodologías activas y el uso intensivo de las herramientas TIC, temas centrales del PID, tuvieron un planteo inicial sumamente pertinente, pero que en el tiempo de la pandemia por Covid-19 abordaron una dimensión no pensada, y, en la nueva etapa de la presencialidad frente a la implementación de los nuevos Diseños Curriculares, cobran otra realidad con una inmensa vigencia y un interesante recorrido de experiencias en conjunto.

Esta experiencia resulta sumamente demandada entre quienes conforman los equipos de investigación del PID FIIT II ya que permite que revisen sus prácticas, conformen comunidades de aprendizaje, transfieran conocimientos entre ellos y a otros equipos, y generen instancias que posibilite mayores aprendizajes a los estudiantes de hoy.

Por este motivo, la mayoría de los equipos han propuesto participar de un nuevo Proyecto junto a otras Facultades de UTN para profundizar el estudio y la mejora de la formación por competencias.

Referencias

ASIBEI (2016). Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación del Profesores y Desarrollo Tecnológico e Innovación. Documentos Plan Estratégico ASIBEI. Buenos Aires, CONFEDI.

Bisquerra Alzina, R. (2004). Metodología de la investigación educativa (Vol. 1). Editorial La Muralla.

Canales, A y de los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. En Revista Calidad de la Educación, p. 173-201, N° 26.

CONFEDI (2023). Primeras Jornadas de Actualización sobre procesos de autoevaluación y acreditación de carreras de Ingeniería. Panel A. Mastache, V. Kowlaski, U. Cukierman. Buenos Aires, CONFEDI, 12/5/2023.

Cukierman, U. (2018). Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Un enfoque imprescindible para la Educación en Ingeniería. Buenos Aires, UTN FRBA.

Cura, R.O.; Ferrando, K.; Gericó, A.; Pagella, M.; Vanoli, V. (2021). Factores pedagógicos y aprendizaje centrado en el estudiante en tiempos de COVID-19 (UTN FRA-FRBB-FRTL). En VIII JEIN. Santa Fe, UTN FRSF.

Cura, R.O.; Ferrando, K.; Vanoli, V. (2022). Factores pedagógicos en la nueva presencialidad: investigación colaborativa UTN FRA-FRBB-FRTL. En VIII IPECYT. San Nicolás, UTN FRSN.

Latorre, A. (2000). Investigación acción: conocer y cambiar la práctica educativa. Narcea, Madrid.

Maggio, M. (2021). Educación en pandemia. Guía de supervivencia para docentes y familiares. Buenos Aires. Paidós.

La Estática Gráfica computacional aplicada a la formación en competencias en Diseño Estructural

Computational Graphic Static for skill training in Structural Design

Hugo Begliardo

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

Resumen

La Estática Gráfica clásica fue un recurso ampliamente utilizado para el diseño y la determinación de solicitaciones en estructuras hasta la segunda mitad del siglo XIX. Desde entonces, paulatinamente fue sustituida por métodos matemáticos para la obtención de las acciones. Actualmente, la constante generación de potentes recursos informáticos ha permitido el desarrollo de la llamada arquitectura de formas libres, cuyas sorprendentes geometrías involucran un análisis y diseño estructural tales que desafían, interpelan y llaman a repensar la forma de enseñar estas disciplinas en las facultades de ingeniería, demanda que no cubre en plenitud el Diseño Curricular de ingeniería civil de la UTN, Plan 2023. En favor de ello, se destaca en la Estática Gráfica computacional un potencial protagónico. Este trabajo se propone revalorizar la importancia de su enseñanza, evidenciando su potencialidad para ser utilizada en diseño estructural optimizado de las construcciones e ilustrando sobre sus ventajas.

Palabras clave: Estática Gráfica, Formación en competencias, Diseño estructural, Diseño curricular.

Abstract

Classical Graphic Statics was a widely used resource for the design and determination of stresses in structures until the second half of the 19th century. Since then, it has gradually been replaced by mathematical methods for obtaining shares. Currently, the constant generation of powerful computing resources has allowed the development of the so-called free-form architecture, whose surprising geometries involve analysis and structural design in such a way that they challenge and require rethinking the way in which these disciplines are taught in the faculties of engineering, a demand that is not covered in its entirety by the Curricular Design of Civil Engineering of the UTN, Plan 2023. In favor of this, a leading potential in Computerized Graphic Static stands out. This work aims to revalue the importance of its teaching, evidencing its potential to be used in the optimized structural design of constructions, and illustrating about its advantages.

Keywords: Graphic Static, Skill training, Structural Design, Curricular design.

Introducción

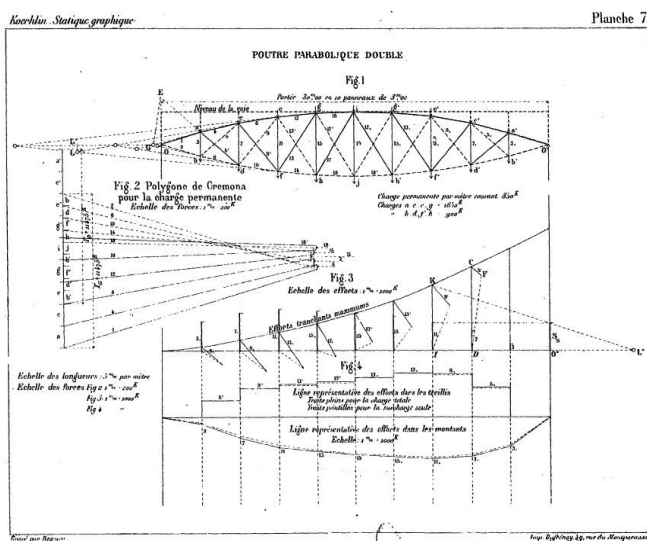
La Estática Gráfica clásica consiste en un conjunto de procedimientos, principalmente gráficos, aplicados al cálculo de estructuras. Los fundamentos de esta disciplina fueron recogidos y formalizados por el ingeniero civil alemán Karl Cullmann en su trabajo *Die Graphische Statik*, publicado en 1866, cuyo carácter fue más bien teórico y pedagógico. Sin embargo, la gran difusión de estos métodos se dio a partir de 1872 con la publicación de *Le figure reciproche nella grafica statica*, del italiano Cremona, muy usado para la resolución de estructuras isostáticas y planas (Pons-Poblet y Arboix-Alió, 2020). Otro gran impulsor fue el suizo W. Ritter, alumno de Cullmann, quien a partir del método que lleva su nombre permite la determinación gráfico-analítica de las fuerzas. Aunque la teoría que sustenta a los métodos gráficos se encuentra en desarrollos de Rankine y Maxwell

(Huerta, 2003), contemporáneos a aquellos, ciertamente viene a ser la conclusión de todo un proceso de búsqueda de la comprensión y determinación del comportamiento estructural iniciado siglos antes, entre otros por Da Vinci y Stevin en el siglo XVI, y Varignon en el siglo XVIII.

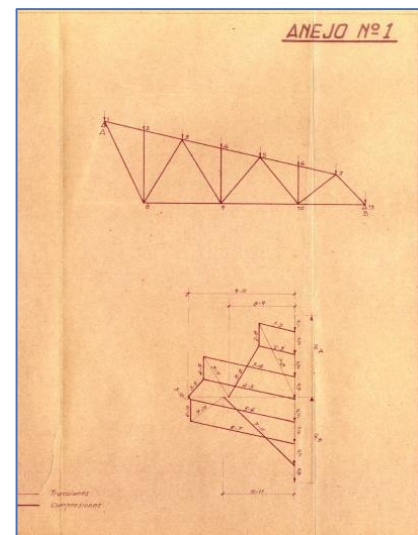
Es importante señalar que, paralelamente a estos métodos gráficos y principalmente durante todo el siglo XIX y hasta principios del siglo XX, fueron dándose a conocer los desarrollos matemáticos que constituyen la base de la teoría de las estructuras que actualmente se enseña en las escuelas de ingeniería. En tal sentido, son destacables los aportes de Navier, Clapeyron, el ya mencionado Maxwell, Betti, Castigliano, Mohr y Maney, entre otros.

Lo apuntado no es un detalle menor por cuanto, hacia la segunda mitad del siglo XIX quedan claramente planteadas dos formas en cuanto al modo de abordar el cálculo de las estructuras: el hacerlo mediante métodos gráficos, apoyándose en los principios formalizados por Cullmann, o bien recurrir a la resolución matemática basada en los nuevos desarrollos teóricos. Este último camino, en esencia, es el que da origen al ingeniero estructural moderno en su rol de analista y calculista de estructuras, marcando una clara distinción con el del arquitecto, focalizado en los proyectos.

Sin embargo, frente a la esperada decadencia paulatina del cálculo basado en métodos gráficos, ello no tuvo lugar, sino que perduró durante todo ese siglo y comienzos del XX. De hecho, fueron muchos quienes prefirieron estos métodos por sobre los analíticos dado que, en no pocos casos, permitían la resolución de los problemas de modo más ágil y rápido. Antoni Gaudí fue uno de ellos en razón de que, como lo señala Huerta (2003), probablemente en sus años de estudiante (1873-1878) su formación fue impregnada de los principios recogidos en el trabajo de Cullmann. Para él, el cálculo de estructuras formaba parte del proceso de proyecto desde sus etapas iniciales. No verificaba la estabilidad de los diseños, sino que, apoyándose en la Estática Gráfica, proyectaba desde el principio estructuras estables. Entre otros cultores de esta disciplina se han destacado Koechlin, también alumno de Cullmann, quien tuvo a su cargo el cálculo de la torre Eiffel, Maillart, Rubió i Bellver y Torroja Miret (Figura 1).



a)



b)

Figura 1. a) Viga parabólica doble (Koechlin, 1889); b) Concurso nave fábrica ENASA, 1948. Solución G, Torroja Miret (Fuente: <http://www.cehopu.cedex.es/etm/expt/ETM-335-001.htm>)

Progresivamente, y más aún con la llegada de la computadora, estos métodos fueron perdiendo popularidad dándose preferencia a los procedimientos numéricos basados en métodos analíticos. Actualmente en las escuelas de ingeniería su enseñanza se imparte en la formación básica, ayudando a la comprensión de la distribución de las acciones sobre las estructuras, pero su

aplicación ha caído en desuso. Según lo prevén Pons–Poblet y Arboix-Alió (2020), en estas escuelas pronto será un método anacrónico, no así en las de arquitectura, aunque su práctica derivará en métodos de dibujo asistidos por computadora.

Si bien es cierto que el advenimiento de la computadora dio lugar a que se distinguieran aún más los roles de la ingeniería y la arquitectura, también lo es el hecho de que la constante generación de novedosos y potentes recursos informáticos ha permitido un nuevo acercamiento en el diálogo entre ambas disciplinas, fundamentalmente a partir del desarrollo de la actualmente llamada arquitectura de formas libres (Azagra y Bernabeu, 2012). Sus sorprendentes geometrías involucran un diseño y análisis estructural tales que desafían, interpelan y llaman a repensar los contenidos y la forma de enseñanza en las facultades de ingeniería. En todo ello tiene un potencial protagónico la Estática Gráfica computacional.

La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) implementó a partir del año 2023 un nuevo Diseño Curricular (DC) para la carrera de Ingeniería Civil (UTN, 2022) el cual, basándose en la enseñanza centrada en el estudiante, contempla el desarrollo de habilidades tales que le permitan alcanzar, a su egreso y para su desenvolvimiento profesional, diferentes competencias, tanto específicas como genéricas. Dentro de las competencias de formación de los educandos, conforme surge del contenido de algunas asignaturas, está la de diseñar, incluyéndose con ello la del diseño de estructuras. Cabe cuestionarse, en consecuencia, si verdaderamente se los capacita en diseño estructural, por cuanto éste es un arte que involucra la optimización a partir de la ciencia, conjugando lo estético con el ahorro de materiales, entre otros aspectos. En esencia, el diseño de estructuras bien entendido, es un concepto complejo que excede la competencia real con la que comúnmente se egresa como ingeniero, que es la de ser analista y calculista de las mismas.

El objetivo de este trabajo es revalorizar la importancia de la enseñanza de la Estática Gráfica clásica y computacional, destacando su potencialidad para ser utilizada en la formación en competencias en diseño estructural optimizado de las construcciones.

Desarrollo

Qué se entiende por diseño estructural

No pocos ingenieros, aún en la actualidad, entienden y adoptan el limitado concepto de que consiste en el diseño de una estructura capaz de cumplir satisfactoriamente las tres condiciones que debe guardar durante su vida útil: resistencia de los materiales y elementos estructurales que la componen, rigidez en cuanto al control de las deformaciones, preservando las condiciones de serviciabilidad y estabilidad ante las cargas obrantes agregándole, eventualmente, alguna cuota de subjetivo buen gusto. Sin embargo, el diseño estructural, claramente entendido, alberga un concepto mucho más amplio: es ciencia y es arte. Ciencia en cuanto aplica aquellos conocimientos que conducen a estructuras que, además de resistentes, rígidas y estables, sean óptimas dentro de condiciones de borde preestablecidas, en lo que hace a su forma (shape), secciones (size) y distribución topológica del material (topology), todo lo cual debe conducir al ahorro de materiales favoreciendo con ello la reducción de la huella de carbono, tema determinante en tiempos presentes. Y es arte en cuanto a que no debe descuidar la funcionalidad y lo estético, aspecto éste que ha cobrado marcada importancia en los últimos años con la irrupción de una nueva arquitectura que procura avanzar, sin límites, hacia la creación de formas libres.

Qué puede aportar la Estática Gráfica al diseño estructural

Baker (2013) destaca que el uso de estos métodos gráficos constituye una poderosa herramienta para estudiar tanto las fuerzas actuando en una estructura como su geometría. Aquellos procedimientos iniciales basados en dibujos simples y a escala sobre un tablero, hoy se pueden realizar con programas que permite realizar gráficos dinámicos en computadora, complementándolos, en su caso, con hojas de cálculo.

La Estática Gráfica opera con dos diagramas: uno que representa la geometría de la estructura (diagrama de la forma), a escala de la estructura real, y el otro que representa las fuerzas axiales en las barras (diagrama de fuerzas). Cremona propuso una técnica de trazado por la cual cada barra del diagrama de la forma se debe corresponder con una línea paralela en el diagrama de fuerzas, de modo tal que su longitud, en escala, corresponde a la magnitud de la fuerza operando en el miembro correspondiente de la estructura. Maxwell anticipó sobre la reciprocidad de ambos diagramas, por lo cual el mapeo se puede revertir. Esto significa que es factible manipular el diagrama de fuerzas logrando magnitudes controladas con lo cual se puede obtener una geometría compatible con el conjunto de fuerzas deseado. En otros términos, se puede lograr que la forma siga al flujo de fuerzas, a diferencia del modo corriente de proceder por parte del ingeniero que se ocupa de determinar la fuerza que sigue a la forma, sin modificar el diseño.

Un caso emblemático, frecuentemente tratado en la literatura por su particular diseño, ha sido el de los cobertizos exteriores de los Almacenes Generales (Magazzini Generali) de Chiasso (Suiza), obra de R. Maillart de 1924. Este autor habría ajustado la forma de las armaduras de hormigón de modo tal que los miembros sólo encuentran cargas axiales, para lo cual habría recurrido a la grafostática, según lo demostró Max Bill en 1955 (Zastavni, 2008). Todo lleva a suponer que así fue, aunque no existen registros de ello, por cuanto en su abundante obra de cálculos estructurales el suizo - discípulo de Ritter- utilizó este método gráfico (Figura 2)

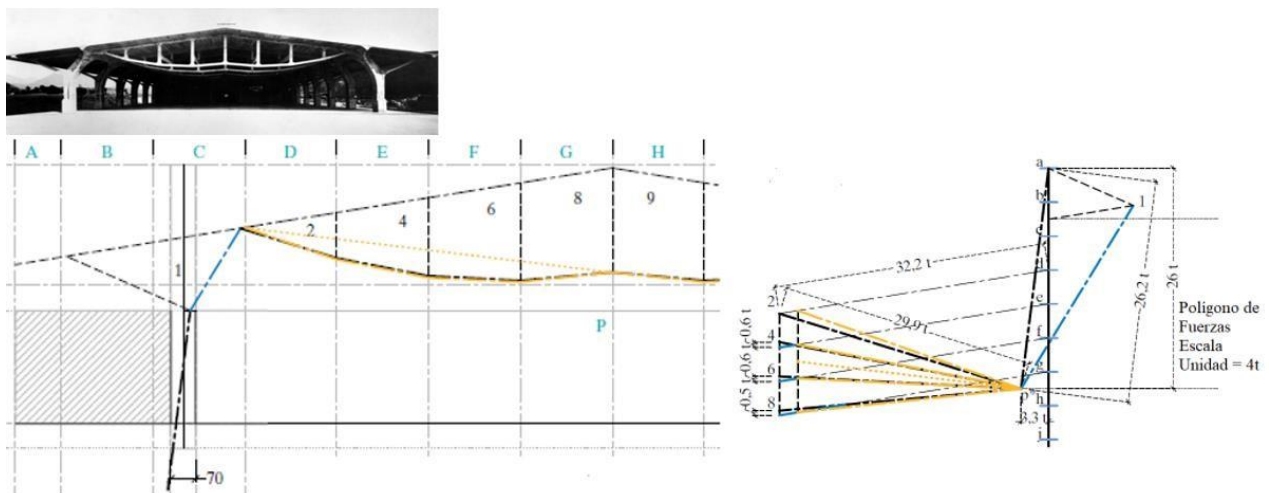


Figura 2. Forma funicular correcta y polígono de fuerza de los Almacenes Generales de Chiasso (Fuente: Zastavni, 2008, adaptación)

Teorema de Maxwell sobre la trayectoria de cargas

Otro gran aporte de Maxwell fue el teorema de la “trayectoria de cargas” (load path). Su contenido, bastante críptico, fue advertido años más tarde por A.G. Michell quien desarrolló armaduras óptimas con trayectoria de cargas mínima. Se entiende por trayectoria de carga al producto de la sollicitación axial en una barra por su longitud. El teorema establece que, en sistemas conservativos, para un problema dado la suma de la trayectoria de cargas en tracción menos la suma de la trayectoria de cargas en compresión es igual a un valor relacionado con las cargas externas aplicadas, incluidas las reacciones. Baker (2017) lo expresa de este modo:

$$\sum F_t \cdot L_t - \sum F_c \cdot L_c = \sum \vec{P} \cdot \vec{r} = |\vec{P}| \cdot |\vec{r}| \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Siendo

F_T, F_C = Sollicitación de tracción o compresión, respectivamente, en una barra.

L_T, L_C = Longitud de la barra sometida a tracción o compresión, respectivamente.

\vec{P} = vector fuerza.

\vec{r} = vector distancia al vector fuerza desde un origen arbitrario.

α = ángulo entre ambos vectores.

El producto escalar dado en (1) es constante para un problema dado. Vale decir, para un conjunto de cargas de magnitud, dirección y posición dadas, dicho valor permanecerá invariante aun cuando cambie la configuración de las barras. Al mismo se lo conoce como constante o número de Maxwell.

Otra conclusión es que, si se tienen sólo miembros sometidos a tracción, o bien sólo miembros sometidos a compresión, la trayectoria de cargas es igual al número de Maxwell para todas las posibles disposiciones de las barras.

En una demostración geométrica del teorema de Maxwell, Baker (2013, 2017) pone en evidencia que a una dilatación de la armadura también aumentarán las trayectorias de carga, tanto en tracción como en compresión. Por el principio de conservación de la energía, el trabajo interno será igual al realizado por las fuerzas exteriores, y la diferencia entre ambas trayectorias permanecerá constante. Lo anterior permite inferir que, optimizando la trayectoria de cargas en tensión, automáticamente se optimiza la trayectoria de cargas en compresión (Figura 3).

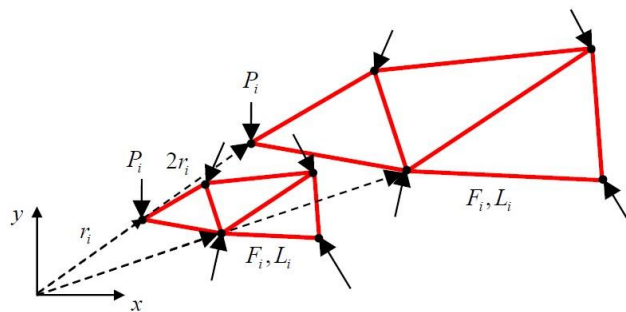


Figura 3. Demostración geométrica del teorema de Maxwell (Fuente: Baker, 2013,2017)

La suma de ambas trayectorias recibe el nombre de trayectoria total de cargas (Ecuación 2).

$$\sum F_t \cdot L_t + \sum F_c \cdot L_c = \text{Trayectoria total de cargas} \quad (2)$$

Una de las observaciones que surge de (2) es que, para estructuras de diferentes configuraciones, pero con una disposición de cargas dadas tales que el número de Maxwell sea invariante, se tendrán trayectorias totales de cargas diferentes. De su comparación se podrá estimar su eficiencia en cuanto a diseño, a partir de la determinación de su volumen y, consecuentemente, su coste.

Efectivamente, la trayectoria total de cargas es un buen indicador del coste de una estructura por cuanto permite estimar el volumen de material que tendrá la estructura diseñada, bajo determinadas condiciones. Tratándose de una estructura compuesta por un único material en la que cada barra trabaje con tensión de servicio σ óptima, el volumen total estará dado por la sumatoria del volumen cada una de ellas. Esto es:

$$V = \sum_i A_i \cdot L_i = \sum_i \left(\frac{F_i}{\sigma} \right) \cdot L_i = \frac{1}{\sigma} \sum_i (|F_i|) \cdot L_i \quad (3)$$

Siendo:

V = volumen total de la estructura

A_i = sección de la barra i .

L_i = longitud de la barra i .

F_i = sollicitación normal en la barra i .

σ = tensión de servicio del material

Minimizando la trayectoria de cargas se logrará una estructura de menor volumen y, en consecuencia, de menor peso (González Cárceles, 1990).

Miguel Rodríguez (1974) en su tesis doctoral opera con estos conceptos llamando trabajo estructural (WE) a la trayectoria de cargas, designación atendible por cuanto el producto tiene dimensiones de trabajo. Puesto que la trayectoria de cargas (o trabajo estructural) permite determinar el volumen (y peso) de una estructura, el autor llama a ello cantidad de estructura. Sin embargo, avanza un poco más a partir del hecho de que, en los casos reales, si la estructura está conformada por distintos materiales se tendrán volúmenes de materiales distintos y, aun cuando se opere con un único material, no todas las secciones trabajarán bajo un estado óptimo de tensión. Estos y otros factores que señala, le conducen a determinar un coste específico de estructura para cada material, por lo que la cantidad total de estructura (relación directa con los volúmenes de los materiales componentes), será igual al producto del trabajo estructural por el coste específico del material y por ciertos factores de penalización.

Es de observar también que el trabajo estructural es directamente proporcional al trabajo de deformación (W_d):

$$WE = \sum_i F_i \cdot L_i \propto \frac{\sigma}{E} \sum_i F_i \cdot L_i = \sum_i \frac{(F_i^2 \cdot L_i)}{EA} = W_d \quad (4)$$

También guarda proporcionalidad, a partir del Principio de los Trabajos Virtuales, con el desplazamiento (Δ), por lo que en ocasiones permitirá medir la flecha máxima:

$$WE = \sum_i F_i \cdot L_i \propto \frac{\sigma}{E} \sum_i F_i \cdot L_i = \sum_i \frac{\sigma}{E} F_i \cdot L_i \propto \sum_i \frac{(F_i^v \cdot F_i L_i)}{EA} = \Delta \quad (5)$$

Siendo

F_i^v = sollicitación virtual en la barra i .

La Estática Gráfica computacional

Actualmente es factible, y ventajoso, sustituir el clásico papel recurriendo a diferentes recursos computacionales para aplicar Estática Gráfica. Además de desarrollos propios que han efectuados diferentes centros de investigación, entre otros se deben mencionar a Grasshopper, software de programación visual. Asimismo, por su sencillez y dinamismo se destaca a Geogebra, programa de libre acceso que ofrece interesantes posibilidades de aplicación a estos fines. También forman parte de estos nuevos recursos los programas de diseño asistido por computadora (CAD) y las hojas de cálculo, estas últimas como medios complementarios para tal fin.

Asimismo, merece señalarse la solvencia de esta disciplina para la resolución de diferentes tipos de estructuras, tanto planas como espaciales. Se destacan, en este aspecto, los desarrollos del Block Research Group (BRG) perteneciente al Instituto de Tecnología en Arquitectura de ETH Zürich (<https://block.arch.ethz.ch/brg/about>).

Sobre la necesidad de la enseñanza de diseño estructural en ingeniería

No es nueva la inquietud que expresan algunos ingenieros e investigadores acerca de la falta de creatividad de los estudiantes, consecuencia de la formación que se les imparte. Ya en 1937 Alan Holgate encontraba ciertas evidencias de que los cursos de ingeniería tradicionales reducían su creatividad (Allen y Zalewsky, 2010). Asimismo, Norris et al. (1977), se ocupaban de apuntar

que “el objetivo primario del ingeniero estructural es diseñar, no analizar”. Una inquietud similar expresa Vázquez Espí (1997), quien detectó anomalías en la enseñanza y práctica de la ingeniería y arquitectura, destacando la necesidad de tener una consideración más atenta al diseño de estructuras por sobre “el omnipresente análisis”, y observando que, así como el análisis estructural entiende en el conocimiento de cómo se comporta una estructura bajo cargas, el diseño estructural se involucra en el conocimiento de qué estructura se requiere para sostener un conjunto de cargas.

La realidad que emerge de la exposición de estos autores tampoco es ajena a lo que surge de los contenidos contemplados en el nuevo DC de ingeniería civil de la UTN, Plan 2023, por lo que es atendible incorporar formación complementaria para proveer una adecuada competencia en diseño estructural a los educandos. Vázquez Espí (1997) señala que “del mismo modo que ha sido posible desarrollar programas académicos para el análisis de estructuras (...) debe ser posible un programa semejante centrado en el diseño de estructuras”. A su vez destaca que debe ser ofrecida “como disciplina autónoma, como una destreza distinguible que debe ser aprendida de manera específica”.

Ante la carencia en tal sentido detectada en el señalado nuevo DC, lo anteriormente expuesto motivó a la realización de una propuesta de capacitación para la formación en competencias en diseño estructural destinada a los alumnos de la F.R.Rafaela, a instrumentarse mediante la realización de talleres que integren a los educandos de los cinco niveles y que, entre otros contenidos, incluyan a la Estática Gráfica dentro de la estructura formativa (Begliardo, 2022).

Conclusiones

Se ha presentado someramente el desarrollo histórico que dio lugar al nacimiento de la estática gráfica y su formalización en el siglo XIX, tiempos en que, paralelamente, tenían lugar los grandes desarrollos teóricos que fundamentan la actual ingeniería estructural. Los métodos gráficos han sido un recurso ampliamente utilizado, no sólo para el cálculo, sino que también para el diseño de estructuras al procurar formas que copien el flujo de fuerzas. Si bien su aplicación cayó paulatinamente en desuso ante los métodos analíticos a partir del siglo XX, diferenciando aún más los roles del arquitecto y del ingeniero, el advenimiento de la computadora profundizó esa diferencia pero, paradójicamente, se dio un nuevo acercamiento en el diálogo entre los profesionales de ambas disciplinas a partir de la irrupción de la arquitectura de formas libres, favorecida, entre otros, por el desarrollo de programas basados en diseño paramétrico, entre los que se incluye la estática gráfica computacional.

Son evidentes los significativos aportes que puede realizar la Estática Gráfica, tanto clásica como computacional, para la formación en competencias en diseño estructural a los alumnos de la carrera de ingeniería civil. Si bien va perdiendo importancia en la formación de base de los ingenieros, ello se debe, fundamentalmente, al desconocimiento de su historia, pasada y presente, y de su potencialidad para el diseño de estructuras eficientes que dan lugar al ahorro de materiales, para la preservación de los recursos naturales y reducir la importante huella de carbono que hoy genera la industria de la construcción.

Referencias

Allen, E. y Zalewsky, W. (2010). *Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures*. New Jersey, U.S.A.: John Wiley & Sons.

Azagra, D., & Bernabeu, A. (2012). La estructura de las formas libres. *Informes de La Construcción*, 64 (526), 133–142. Disponible en <<https://doi.org/10.3989/ic.11.015>>

Baker, W. (2013). “Structural innovation: combining classic theories with new technologies”. Disponible en <https://www.aisc.org/globalassets/aisc/awards/tr-higgins/past-winners/structural-innovation--_combining-classic-theories-with-new-technologies.pdf>

Baker, W. (2017). "Geometry and Design of Truss Structures". Disponible en <https://cdn.fs.pathlms.com/yxUT2LbmRSWfopdhgg8W>

Begliardo, H. (2022). "Formación en competencias en diseño estructural del ingeniero civil de la UTN: una propuesta". IPECyT 2022. Disponible en <https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1186/1093>

González Cárceles, J.A. (1990). Análisis del proceso de diseño de estructuras porticadas. Thesis (Doctoral), *E.T.S. Arquitectura (UPM)*. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.2282>.

Koehlin, M. (1889). "Applications de la statique graphique". <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k91095k/f11.item.zoom>

Huerta, S. (2003). El cálculo de estructuras en la obra de Gaudí. "Ingeniería Civil" (n. 130); pp. 121-133. ISSN 0213-8468. <https://oa.upm.es/554/>

Miguel Rodriguez, J.L. (1974). Trabajo estructural. Un nuevo escalar de las estructuras. Thesis (Doctoral). E.T.S. Arquitectura de Madrid. https://oa.upm.es/57650/1/Tesis_Miguel_Rodriguez_Jose_Luis_de.pdf

Norris, C. H., Wilbur, J. B., & Utku, S. (1977). *Elementary Structural Analysis* (3rd.). Singapore: Mc Graw-Hill.

Pons-Poblet, J. M., & Arboix-Alió, A. (2020). La estática gráfica, pasado y presente de una metodología singular. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 25(39), 132–143. <https://doi.org/10.4995/ega.2020.12841>

UTN. Universidad Tecnológica Nacional, Consejo Superior Universitario. (2022). Diseño Curricular de Ingeniería Civil - Plan 2023. Ordenanza 1853. <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1853&anio=0&facultad=CSU>

Vásquez Espí, M. (1977). "Sobre la enseñanza y la práctica de la teoría de estructuras". *Informes de la Construcción*, Vol. 49, n° 449, 37-49. https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/956/10_38

Zavstavni, D. (2008). "The Structural Design of Maillart's Chiasso Shed (1924): A Graphic Procedure". *Structural Engineering International*. Vol. 18 (3). 247-252 https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:66170/datastream/PDF_01/view

La virtualidad y las percepciones de los estudiantes

Virtuality and student's perceptions

Carolina Tarayre

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca (UTN FRBB) - Universidad Nacional del Sur (UNS)
ctarayre@frbb.utn.edu.ar

Anabela Eberling

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca (UTN FRBB) - Universidad Nacional del Sur (UNS)
anabelaeberling@frbb.utn.edu.ar

Resumen

En el 2020, la pandemia nos sorprendió y obligó a abandonar la presencialidad intempestivamente para pasar a una nueva modalidad de enseñanza aprendizaje virtual. Esta situación llevó a acelerar procesos que estaban en marcha, creando oportunidades para generar cambios que podrían mejorar la calidad de la educación. El trabajo analiza las percepciones de estudiantes avanzados de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, en torno a la virtualidad, en aras de detectar aspectos positivos y dificultades que puedan servir de orientación para el diseño de las planificaciones educativas y la gestión institucional. Para alcanzar el objetivo propuesto, se analizan encuestas implementadas en los años 2022 y 2023. En ambos años se rescatan cuestiones positivas en torno a la virtualidad: practicidad y comodidad y otras vinculadas a la digitalización, identificándose obstáculos en el desarrollo de clases prácticas y laboratorios y los problemas de conectividad y falta de recursos.

Palabras clave: virtualidad-percepciones-estudiantes-análisis exploratorio

Abstract

In 2020, the surprising pandemic forced to abandon suddenly face-to-face education to move on a new modality which implied the application of virtual education technologies. This situation constituted a challenge that led to accelerating processes that were underway, creating opportunities to generate changes that could improve the quality of education. This paper investigates the perceptions about virtuality of engineering students of the Economics subject at the National Technological University, Bahía Blanca Regional Faculty based on an analysis of surveys implemented in the years 2022 and 2023. In both years, positive issues around virtuality are rescued: practicality and comfort and others linked to digitization, identifying obstacles in the development of practical classes and laboratories and connectivity problems and lack of resources.

Keywords: virtuality-perceptions-students-exploratory analysis

Introducción

La incorporación de tecnología y virtualidad en la educación, nos obliga a indagar acerca de la construcción del conocimiento en un espacio virtual, donde el proceso de enseñanza aprendizaje se reconvierte y adquiere características propias. En este sentido, las percepciones y experiencias de los participantes, reconociendo a los estudiantes como actores principales y centrales para el proceso de construcción del conocimiento, aporta una visión contributiva para el diseño de las modalidades de enseñanza.

En las percepciones de los estudiantes se refleja la configuración de las subjetividades juveniles para lo cual es necesario un abordaje integral que permita pensar y reconocer a los estudiantes, no sólo teniendo en cuenta sus capacidades intelectuales directamente vinculadas con los procesos de enseñanza aprendizaje, sino también todo aquello relacionado con los modos de ser.

La percepción ha sido objeto de diferentes explicaciones. A los efectos de este trabajo se concibe a la misma como “un estado subjetivo a través del cual se realiza una abstracción del mundo externo o de hechos relevantes” (Wertheimer en Carterette y Friedman, 1982, citado en Oviedo, G. 2004, p. 89). En este sentido, los eventos del mundo externo son organizados a través de juicios categoriales que se encargan de encontrar una cualidad que represente de la mejor manera posible a los objetos.

El análisis de las percepciones pretende contribuir al proceso de conocimiento de las subjetividades estudiantiles, en aras de generar un proceso reflexivo en la comunidad educativa sobre las mismas, que permita orientar acciones para lograr una utilización de la tecnología que promueva la posibilidad de recrear espacios de enseñanza aprendizaje fundamentadas en la construcción social del conocimiento. Esto implica acuerdos institucionales y, como en todo proyecto educativo, es el resultado de las negociaciones, tensiones e interjuegos entre todos los grupos intervinientes. Para proponer nuevos escenarios de enseñanza es importante conocer las percepciones de los actores involucrados en torno a cuestiones tan importantes como la virtualidad, sus aspectos positivos y obstáculos para generar instancias donde “la tecnología sea el combustible que alimenta la innovación pedagógico-didáctica” (Schwartzman et al; 2019: p. 27).

El objetivo de este trabajo es analizar las percepciones de estudiantes avanzados de ingeniería, pertenecientes a distintas especialidades, con preponderancia de las carreras Ingeniería Eléctrica y Electrónica, de la materia Economía, en aras de detectar puntos de coincidencia, aspectos positivos y dificultades que perciben en torno a la educación en formato virtual, que puedan servir de orientación al momento del diseño de las planificaciones educativas y también para la gestión institucional. Para alcanzar el objetivo propuesto, se realiza un análisis de percepciones de estudiantes, en el marco de un estudio de caso, que posee orientación empírica y descriptiva detallada (Sautu, 2003), como así también la condición de un contexto delimitado. Se trata de una primera instancia indagatoria y descriptiva que se espera poder profundizar en el futuro. Como técnica de recolección de datos primarios se utilizó una encuesta, implementada virtualmente al inicio del cursado, entre marzo y abril de los años 2022 y 2023, mediante un cuestionario realizado en el marco de la evaluación diagnóstica inicial. En una sección del mismo se indagó, mediante preguntas con opciones cerradas de respuesta y otras preguntas de respuesta abierta, sobre percepciones, experiencias y cuestiones relativas a la modalidad virtual. El público objetivo fueron los estudiantes de la materia Economía para carreras de Ingeniería del primer cuatrimestre correspondiente al ciclo académico 2022 y 2023. Mediante la encuesta se obtuvieron 73 respuestas de un total de 105 estudiantes (del 70% de respondentes, el 38% corresponde a Ing. Electrónica, 34% a modalidad cursado intensivo -que incluye estudiantes de las distintas especialidades de Ingeniería y con requisitos de asistencia más flexibles- y el 28% restante a Ing. Eléctrica).

Contextualización

A modo de contextualización, se puede decir que la UTN se distingue del sistema universitario nacional por ser la única que tiene a la ingeniería como objetivo prioritario y por su carácter federal por abarcar todas las regiones de la Argentina. En particular, la facultad regional de Bahía Blanca fue creada el 28 de enero de 1954. Inicialmente se implementaron las Ingenierías Mecánica, Construcciones y Electrotecnia con una matrícula de 50 alumnos. En la actualidad su oferta académica consta de 5 carreras de grado (Ing. Civil, Ing. Electrónica, Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica y Lic. en Organización Industrial), 4 ciclos de complementación curricular (Lic. en Comercio Electrónico, Lic. en Enseñanza de la Matemática, Lic. en Producción de Bioimágenes y Lic. en Logística), 2 tecnicaturas (Tecnicatura Universitaria en Programación y Tecnicatura Universitaria en Mantenimiento Industrial) y 6 carreras de posgrado (Maestría en Administración de Negocios, Maestría en Ingeniería Ambiental, Especialización en

Ingeniería Gerencial, Especialización en Ing. Ambiental, Especialización en Soldadura, Especialización en Higiene y Seguridad).

La materia Economía en la UTN FRBB pertenece al Departamento de Ciencias Básicas, Unidad Docente Básica de Legislación y Economía. La misma se dicta para 4° y 6° año de las carreras de Ing. Eléctrica y Electrónica, respectivamente, y también puede ser cursada por estudiantes de otras especialidades de la ingeniería bajo la modalidad de cursado intensivo.

Desarrollo

Para indagar sobre las percepciones se utilizaron datos que provienen de una sección correspondiente a las encuestas de evaluación diagnóstica que se realizan al iniciar el cursado de la materia Economía para estudiantes de 4° y 6° año de las carreras de Ing. Eléctrica y Electrónica, respectivamente, según plan preferencia de carrera, aunque, como se aclarara anteriormente, también pueden cursar esta asignatura, estudiantes de otras especialidades (Ing. Mecánica e Ing. Civil).

En relación a la implementación de las encuestas, a continuación, se presenta una tabla que resume la cantidad total de estudiantes inscriptos en la materia, cantidad de encuestas respondidas, tamaño de la muestra en porcentaje.

Años	Cant. Est.	Enc. Resp.	% Muestra
2022	52	35	67%
2023	53	38	72%
Total	105	73	70%*

Tabla 1. Tamaño de la Muestra

Entre los años 2022 y 2023 se inscribieron en la asignatura un total de 105 estudiantes y respondieron la encuesta 73, lo que representa una muestra del 70% promedio.

Se conformaron categorías para describir el perfil de los estudiantes: género, edad, situación laboral, cantidad de horas semanales promedio que trabajan.

Con respecto a las categorías, en la tabla 2 se sintetizan las mismas:

Años	Femenino	Masculino	Edad Prom.	Trabajo	Hs. Sem.Prom.
2022	6%	94%	26	51%	27
2023	13%	87%	25	66%	20
Promedios	9.5%	90.5%	25,5	59%	24

Tabla 2. Categorías de conformación del perfil de estudiantes

De la tabla anterior se desprende que la gran mayoría de estudiantes corresponden al género masculino¹, con una edad promedio de 25,5 años, próximos a recibirse, y que la mayoría trabaja (el 59%) con una carga semanal promedio de 24 hs (media jornada laboral). Esto significa que deben organizar su tiempo entre el estudio y el trabajo. Además, de otros puntos de la encuesta se desprende que el estudiantado valora positivamente contar con conocimientos de Economía como parte de su formación profesional y también considera que son necesarios otros saberes, además de los específicos de su especialidad, para desenvolverse en el ámbito profesional (88% en promedio en los últimos dos años, valor que se ha mantenido alto y que en los últimos 10 años registra un promedio del 90%). Esto habla de estudiantes abiertos a otras disciplinas que puedan aportar a su formación, con una mirada global e integral que reconoce la importancia de la interdisciplinariedad.

En cuanto a la pregunta sobre el impacto de la pandemia y las medidas adoptadas -gran parte de las cuales se focalizaron en poder desplegar la virtualidad- sobre el proceso de enseñanza aprendizaje, en la tabla 3 se muestran estos resultados:

Años	Positivo	Negativo	Nulo	No sabe
2022	29%	51%	9%	11%
2023	47%	24%	5%	24%

Tabla 3. Impacto de la pandemia en el proceso de aprendizaje

La diferencia entre el porcentaje de estudiantes que percibe un impacto positivo en el año 2022 versus el año 2023, puede obedecer a que, al haber transcurrido un lapso mayor de tiempo desde la pandemia (2019-2021), se diluyen las sensaciones, pesares y malestares que generó la misma y se revalorizan cuestiones de índole prácticas vinculadas con la virtualidad (ahorro de tiempo, viajes, posibilidad de grabar las clases y acceder a las mismas en forma asincrónica, flexibilidad de los horarios, entre otras), sumado a que ya se realizó un aprendizaje, tanto por parte de docentes como de estudiantes, en torno a estrategias de enseñanza aprendizaje en formatos virtuales lo que contribuye a aprovechar mejor este tipo de herramientas y recursos. Además, al analizar estas respuestas debe tenerse en cuenta que el impacto de pandemia y las medidas adoptadas en ese contexto, no sólo incluyeron el despliegue de la virtualidad, sino también otras cuestiones que podrían estar influyendo como las relativas a nuevas normativas y resoluciones en torno a correlatividades, exámenes finales (por ejemplo, la imposibilidad de rendir finales al inicio hasta encontrar los mecanismos que así lo permitieran en el nuevo escenario), entre otras.

Resulta relevante destacar lo que se entiende por virtualidad. Siguiendo a Marta Mena (2021), la misma hace referencia a una realidad amplia que en la actualidad se experimenta en nuestras instituciones de educación superior y en la sociedad en general como resultado de la instalación de la Sociedad de la Información y el Conocimiento, lo que incluye tanto la lenta metamorfosis del aula presencial, el aula extendida, los distintos grados de hibridación y los programas 100% virtuales de educación a distancia con su variedad de modelos.

Entre las principales cuestiones positivas mencionadas en relación a la educación no presencial forzada por la emergencia sanitaria podemos categorizar las siguientes (ordenadas en forma decreciente en función de su frecuencia de respuesta): i) cuestiones de índole práctica y ii) aspectos vinculados a la digitalización, nuevos recursos y metodologías que posibilita la virtualidad. En relación a lo que hemos clasificado como cuestiones prácticas, allí se incluyen aquellos factores vinculados a la comodidad y practicidad que posibilita la virtualidad tales como: ahorro de costos (traslado, comidas fuera del hogar, etc.) y de tiempo, comodidad que brinda la posibilidad de tomar clases desde el hogar o cualquier otro lugar, flexibilidad para organizar los horarios y compatibilizar con otros requerimientos tanto laborales como personales (cuidado de personas a cargo, por ejemplo). Por otro lado, dentro de los aspectos vinculados con la digitalización, nuevos recursos y metodologías que promueve la virtualidad

¹ No se incluyen otras diversidades porque si bien en la encuesta se preguntó por otras autopercepciones, ningún estudiante respondió.

se ubica en primer lugar la mención de las clases grabadas que genera flexibilidad para su acceso en forma asincrónica, así como también permite la repetición y pausado de la misma, atendiendo a los tiempos de cada estudiante. Luego, también se mencionan la disponibilidad de todo el material en el aula virtual, la implementación del método de aula invertida, la actualización de recursos y materiales que generó, entre otros. Se debe destacar que sólo hubo dos respuestas negativas en la encuesta correspondiente al año 2022 que manifestaron no encontrar ningún aspecto positivo de la virtualidad, mientras que en el año 2023 no se registraron respuestas negativas en esta pregunta. Este bajo índice de respuesta indica que el estudiantado en general percibe aspectos positivos en torno a la virtualidad lo cual entendemos constituye un lineamiento relevante a tener en cuenta tanto en las planificaciones curriculares a nivel micro como en la gestión educativa a nivel general.

Con respecto a los obstáculos se destacan los siguientes (ordenados en forma decreciente): i) dificultad que plantea la virtualidad para las clases prácticas y laboratorios, ii) problemas de conectividad y falta de recursos para llevar adelante esta modalidad. Luego le siguen otros factores entre los que se pueden mencionar: dificultades en la comunicación y el vínculo con docentes y compañeros, conservadurismo de los docentes (por falta de capacitación, flexibilidad, motivación u otros motivos), falta de un entorno o ambiente adecuado para conectarse y estudiar, disminución de las posibilidades de realizar consultas, cantidad de horas frente a una pantalla, sobrecarga de tareas, sistema de evaluación, desorganización, dificultades de la transición o adaptación al nuevo formato, límites difusos entre trabajo-estudio-ocio-descanso, etc. Cabe resaltar que en la encuesta correspondiente al año 2022 hubo 4 respuestas que manifestaron no encontrar obstáculos en la virtualidad, aclarando en algún caso “ninguno para las clases teóricas” mientras que en la encuesta del año 2023 todos los estudiantes que respondieron la encuesta mencionaron algún obstáculo de la virtualidad a pesar de haber respondido un 47% que el impacto de las medidas adoptadas en la pandemia fue positivo para su aprendizaje. Quizás esto pueda interpretarse como un mayor conocimiento de las herramientas que ofrece la virtualidad, así como también de sus limitaciones, lo cual permitiría pensar una mirada crítica desde de la experiencia y conocimiento de esta nueva modalidad que lleva a plantear como escenario la complementariedad de ambas alternativas, rompiendo la dicotomía educación presencial/virtual ofreciendo espacios paralelos en ambas modalidades (Tarasow, F; 2010) con el objeto de mejorar la inclusión, brindando a los estudiantes más posibilidades, en función de sus diferentes situaciones y otras herramientas para llevar adelante el cursado de sus materias.

En este marco, surge como una oportunidad de ensamblar y articular la presencialidad con la virtualidad, sosteniendo los avances alcanzados en ésta última modalidad durante la pandemia.

A partir de estas combinaciones, surgen nuevas modalidades que van ganando un lugar entre las instituciones educativas, una fuerte apuesta por el diseño de proyectos educativos y contenidos de calidad que potencien el trabajo docente para poder expandir el aula (aula ampliada), así como poder hacer un seguimiento de la actividad fuera de la misma y avanzar en la construcción de espacios de formación docente (Soletic, A., 2021). En este marco, se podrá lograr la mejor combinación de ambas modalidades, incorporando a la educación presencial, recursos y herramientas que ofrece la virtualidad de manera de potenciarse positivamente, mejorando la calidad de la educación y promoviendo la inclusión educativa.

Conclusiones

Se debe destacar el análisis exploratorio y descriptivo de este trabajo, limitado a un contexto delimitado: los estudiantes de una de las comisiones de la materia Economía para carreras de Ingeniería de la UTN FRBB. Sin embargo, se entiende que debe avanzarse en este tipo de análisis que permiten conocer a nuestro estudiantado y sus percepciones, lo cual contribuye a la hora de realizar la planificación de las asignaturas: la modalidad del dictado de clases, objetos de aprendizaje, sistema de evaluación, vínculo con los estudiantes, entre otros aspectos a considerar, así como también puede colaborar con la gestión institucional. En este sentido, en los próximos años se profundizará la sección de percepciones vinculadas a la virtualidad en las encuestas de evaluación diagnóstica.

Teniendo en cuenta que se trata de estudiantes avanzados y a partir del importante porcentaje de respuestas que perciben aspectos positivos de la virtualidad en los dos años analizados, parece que sostener, afianzar y expandir la virtualidad, potenciando sus aspectos positivos y como complemento de la presencialidad, podría ser una alternativa para pensar próximas planificaciones curriculares y para promover acciones institucionales que fomenten este tipo de diseños, brindando recursos, capacitaciones, etc.

La incorporación de la virtualidad en el proceso de enseñanza aprendizaje implica un desafío que como todo cambio significa beneficios y dificultades pero que nos invita a repensar nuestras prácticas y revisitarnos como docentes frente a estudiantes heterogéneos y nuevos escenarios.

Habiendo atravesado la pandemia y en esta nueva etapa, a partir de los resultados analizados, parece que resulta importante fortalecer aquellos aspectos positivos relacionados con virtualidad en la que nos tuvimos que acercar de una manera forzosa como consecuencia de la interrupción intempestiva de la presencialidad. El hecho de haber tenido esta experiencia que nos acercó a nuevas herramientas digitales y modelos de enseñanza, nos afectó a todos los actores involucrados lo que nos debiera permitir reflexionar sobre nuestras prácticas, revisitarnos, de manera de incorporar mejoras en la enseñanza. Siguiendo a Eduardo Sánchez Martínez (2022; p.149),

volver a una enseñanza presencial empobrecida por la ausencia o el mal uso de apoyos tecnológicos que pueden enriquecerla, ... ya no parece ser una opción atractiva y eficaz para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Referencias

Castro, R. (2019). Blended Learning in Higher Education: Trends and Capabilities. *Education and Information Technologies*, 24(4), 2523-2546.

Marchisio, M., Roman, F., Sacchet, M., Spinello, E., Nikolov, L., Grzelak, M., Rykala, M., & Moldoveanu, C. (2022).

“Teachers’ Digital Competences before and during the COVID-19 Pandemic for the Improvement of Security and Defence

Higher Education”. Ponencia presentada en la EL 2022: 16th International Conference on E-Learning, Lisboa, Portugal, 1921 de julio. Disponible en: <https://bit.ly/44uvL9Y>

Mena, M. (2021). Apuntes curso de posgrado. La gestión de espacios virtuales en educación. UNTREF. Doctorado en Política y Gestión de la Educación Superior.

Navarro, R., López, M., & Caycho, G. (2021). “Retos de los docentes universitarios para el diseño de experiencias virtuales educativas en pandemia”. *Desde el Sur*, 13(2). Disponible en: <https://doi.org/10.21142/des-1302-2021-0017>

Peytcheva, R., & Aleksieva, L. (2021). “The Effect of the Teachers’ Experience in Online Education during the Pandemic on Their Views of Strengths and Weaknesses of e-Learning (SU Case)”. Ponencia presentada en la 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies, Ruse, Bulgaria, 18-19 de junio. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/3472410.3472450>.

Rasheed, R., Kamsin, A., & Abdullah, N. (2020). “Challenges in the Online Component of Blended Learning: A Systematic Review”. *Computers & Education*, 144.

Sánchez Martínez, E. (2022). “¿Qué universidad después de la pandemia?” *Revista Integración y Conocimiento* (Nº 11, Vol. 1. ISSN 2347 – 0658). Núcleo de Estudios e Investigaciones en Educación Superior del Mercosur.

Sautu, R. (2003). *Todo es Teoría*. Buenos Aires: Editorial Lumiere.

Schwartzman, G., Tarasow, F. y Trech, M. (comps.) (2019). De la educación a distancia a la educación en línea: aportes a un campo en construcción. Homo Sapiens Ediciones, FLACSO Sede Académica Argentina.

Singh, A., & Meena, M. (2022). “Challenges of Virtual Classroom during COVID-19 Pandemic: An Empirical Analysis of Indian Higher Education”. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1), 207-212. Disponible en: <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.21712>.

Soletic, A. (2021). “Modelos híbridos en la enseñanza: claves para ensamblar la presencialidad y la virtualidad”. *Informe*

Educación Agosto CIPPEC. Laboratorio de Educación y Justicia Educativa. Disponible en: <https://www.cippec.org/publicacion/modelos-hibridos-en-la-ensenanza-claves-para-ensamblar-la-presencialidad-y-la-ensenanza-claves-para-ensamblar-la-presencialidad-y-la-virtualidad/virtualidad/>

Tarasow, F. (2010) “¿De la educación a distancia a la educación en línea? ¿Continuidad o comienzo?”. *Diseño de Intervenciones Educativas en Línea, Carrera de Especialización en Educación y Nuevas Tecnologías*. PENT, Flacso Argentina. Disponible en: <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/educacion-distancia-educacion-linea>
<http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/educacion-distancia-educacion-linea-continuidad-comienzocontinuidad-comienzo>

Oviedo, G. (2004). “La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt”. *Revista de Estudios Sociales* (Nro. 18), p. 89-96.

Abordaje Alternativo al Problema del Desgranamiento en las Instituciones de Enseñanza Superior

Alternative approach to the problema of dropout in higher education institutions

Enrique Silvano

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná
108denupal@gmail.com

Gabriela Barja

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires
barjagabriela@gmail.com

Fabio Vincitorio

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná
fabiovincitorio@frp.utn.edu.ar

Giovanni Pelaez

Universidad Nacional de San Agustín Arequipa Perú
gpelaez@unsa.edu.pe

Resumen

La enseñanza universitaria viene transcurriendo un camino de evolución forzado por el cambio tecnológico, los saberes diferenciados de los ingresantes de la era digital y el cambio socio tecnológico educativo creado por las medidas relacionadas con la reciente pandemia de COVID19. Hoy la problemática es mucho más compleja y el desgranamiento de las poblaciones universitarias un problema en crecimiento. Diferentes factores intervienen en este complejo problema que afecta tanto a universidades públicas como privadas. Los datos estadísticos solo indican que es necesario encontrar los caminos para reducir el impacto de este fenómeno.

En este trabajo se muestran los resultados preliminares de una metodología de abordaje que contempla un acompañamiento directo al estudiante, tanto desde lo académico como de lo humano. El apoyo en la formación y las prácticas de técnicas particulares orientadas a reducir el estrés asociado a las presiones del estudio universitario apuntan a atacar el desgranamiento en una forma más integral centrada en el estudiante y la persona. Técnicas especiales de acompañamiento académico complementadas con técnicas de yoga entre otras están siendo articuladas en busca de lograr el objetivo.

De esta experiencia participan activamente profesores, estudiantes y personal de apoyo de dos universidades de Argentina y Perú y de dos ramas académicas totalmente opuestas: marketing e ingeniería.

Los resultados hasta aquí documentados muestran una reducción de la deserción de los estudiantes en la etapa de cursado y un leve incremento en la cantidad de alumnos que aprueban exámenes de física en ingeniería.

Palabras clave: Desgranamiento Universitario, Acompañamiento, Ingeniería, Marketing, Yoga.

Abstract

University education has been following a path of evolution forced by technological change, the diverse knowledge of digitalera entrants, and the socio-technological and educational changes brought about by measures related to the recent COVID-19 pandemic. Today, the issue is much more complex, and the attrition of university populations is a growing problem. Various factors contribute to this intricate issue, affecting both public and private universities. Statistical data merely indicates the need to find ways to reduce the impact of this phenomenon.

This work presents the preliminary results of an approach methodology that involves direct support to students. The focus is on providing assistance in their education and practices of specific techniques aimed at reducing the stress associated with university pressures, with the ultimate goal of addressing attrition in a more holistic manner, centered on the student as a whole person. Special academic support techniques, along with yoga and others, are being combined in pursuit of this objective.

This experience actively involves professors, students, and support staff from two universities in Argentina and Peru, covering two completely contrasting academic branches: marketing and engineering.

The results so far demonstrate a reduction in student dropout rates during the course period and a slight increase in the number of students passing physics exams in engineering.

Keywords: University Attrition, Support, Engineering, Marketing, Yoga.

Introducción

La deserción universitaria constituye un tema controversial que se ha estudiado a lo largo de los años, desde múltiples miradas y por parte de diferentes instituciones de educación superior y entidades gubernamentales, con el objetivo de incrementar la cantidad de personas que acceden y finalizan la educación superior [1].

Conviene preguntar cuales son los orígenes de este fenómeno, pero seguramente existirán tantas respuestas como casos de deserción encontramos en las Universidades. Este fenómeno que es particularmente importante en Argentina se agrava por el condicionamiento de ingreso irrestricto en las universidades nacionales, lo que lleva a nuestro país a una de las situaciones más extremas en la conceptualización de lo que debe ser la formación universitaria [2]. Así, en Argentina la tasa de selección es nula y la tasa de deserción superior al 70 %. En función de esto, se han destinado una gran cantidad de recursos para lograr una nivelación de los ingresantes con el fin de alcanzar condiciones que les permitan comenzar a comprender lo que implica la formación universitaria. Sin embargo, el problema persiste y no parece encontrarse la fórmula mágica que nos permita mantener una tasa de selección nula y una de egreso elevada.

Si bien la medición de la deserción es ambigua y se encuentra en permanente discusión, es posible distinguir entre dos modelos de deserción bien definidos. La deserción prematura o de estudiantes durante los primeros 4 meses de vida universitaria y la deserción tardía que correspondería a los abandonos de estudio a partir del segundo año.

Estos dos procesos pueden tener causas muy diferentes y también causas comunes. Lógicamente durante el primer año donde la deserción puede alcanzar hasta un 40 % la causa principal de deserción se la puede relacionar con problemas de adaptación a la vida universitaria y al descubrimiento de la real vocación. Ambos motivos decrecen en los años subsiguientes y podrían ser descartados a partir del tercer año, particularmente en las facultades de ingeniería.

Evidentemente los problemas de deserción de núcleo o tardío (a partir de segundo año) obedecen a una multiplicidad de factores entre los que podríamos enumerar económicos, socio familiares, de salud y particularmente académicos [5]. En este

último punto es donde debemos hacer foco desde nuestra actividad docente y como comunidad universitaria. Muchos estudiantes no son capaces de superar los procesos de enseñanza, aprendizaje y particularmente de evaluación.

La evaluación del aprendizaje por lo general supone un juicio de valor, cuyos procedimientos de comparación entre objetivos de enseñanza y resultados llevan al docente a buscar una información que asegure de modo imparcial y objetivamente el reporte de los desarrollos de los estudiantes. Por ello como su meta principal es determinar el valor de algo, en este caso del aprendizaje que está siendo enjuiciado por el docente, asume interpretaciones radicales y en ocasiones subjetivas, que amparadas en el poder de los evaluadores en algunas ocasiones impiden develar los verdaderos obstáculos del progreso académico del estudiante [3].

En este trabajo se muestran los resultados preliminares del análisis de la situación académica de y desde una propuesta de acompañamiento multidisciplinar de los estudiantes universitarios. Lo propuesto y actuado, se encuadra dentro de una tesina de grado de la Licenciatura en Administración y Gestión en Educación Superior, propuesta por personal administrativo de la Facultad Regional Paraná e integrantes del cuerpo docente de Física. Los alcances se extienden mucho más allá de los límites de esta facultad regional ya que se encuentran participando docentes de otros países, como es el caso de la UNSA (Universidad Nacional San Agustín de Arequipa Perú).

Situación académica de los estudiantes de la Escuela Profesional de Marketing en la UNSA.

El periodo de análisis corresponde al presente año 2023 y considera los ingresantes en este periodo, haciendo constar que para su ingreso se sometieron a un examen de admisión en el que se presentaron más de medio millar de postulantes y alcanzaron vacante; es decir, un promedio de puntaje de 60 puntos de 100 los primeros 76 promedios y de ellos consignaron matrícula sólo 59 y esta frase hace alusión a la lista de 59 participantes en Marketing que sería extenso el escribirla pero si se considera necesario la tengo a su disposición en anexo proporcionamos la relación de los participantes. Actualmente se encuentran desarrollando su Plan de estudios que consta de 70 cursos que se dividen en cinco años que a su vez se dividen en 10 semestres. En el primer semestre llevan 7 cursos en simultáneo siendo uno de ellos el curso de “Antecedentes del comercio y Marketing” con el que venimos aplicando el sistema de acompañamiento y podemos diagnosticar un factor positivo ya que en el transcurso de 17 semanas que conforman el semestre, contamos con la tasa de desgranamiento nula lo que significa que ninguno de los estudiantes abandonó la carrera profesional. Y si lo contrastamos con los años anteriores es el primer año en que tenemos este resultado que nos alienta a continuar con este acompañamiento y sus beneficios dentro de la formación profesional.

Situación académica en el área Física de la Facultad Regional Paraná de la UTN.

Las materias del Área Física se concentran dentro de los dos primeros años de las carreras de ingeniería. Según los datos obtenidos del sistema de administración de datos académicos resultan ser de las materias con un mayor índice de retraso y un menor índice de aprobación. Considerando el período 2017 al 2022 se contabiliza un total de 1957 estudiantes que no han aprobado las materias Física I y Física II. Este número no discrimina la cantidad de estudiantes que en la actualidad integran el grupo de alumnos que pueden ser catalogados como estudiantes de desgranamiento de núcleo y lo más complejo es que no puede ser cuantificado el número real de estudiantes que se encuentran en condición regular dentro de esta población. Es un dato meramente intuitivo, derivado de la demanda de solicitud de exámenes finales, que la mayoría de estos estudiantes integran ciertamente ese núcleo de desgranamiento. Se debe tener en cuenta que el número promedio anual de estudiantes regulares en la Facultad Regional Paraná es de 1200 en los seis niveles de las tres ingenierías (se considera estudiante regular a aquellos estudiantes que se encuentran inscriptos y que han rendido al menos dos materias en el año precedente).

Como este número contempla al conjunto de los estudiantes que han terminado el primer curso de física y se encuentran en condiciones de rendir un examen final se debe descartar totalmente la población de desgranamiento prematuro.

Si bien los datos disponibles no permiten acotar los márgenes de la muestra, queda claro que las materias del Área deben plantear propuestas para la reducción de estos indicadores negativos mediante acciones concretas que permitan retener a los estudiantes.

Desarrollo

Diagnóstico.

Con el fin de conocer las posibles causas que llevan a los estudiantes a considerar alejarse de la vida universitaria posterior al primer año, se propusieron una serie de encuestas anónimas dirigidas a poder modelar las causas origen de este fenómeno. Por otra parte, generar un diagnóstico que permitiera establecer acciones para dar solución a este problema de deserción.

En todos los casos se muestra una clara tendencia hacia la determinación de continuar con los estudios elegidos y una sensación de control sobre las acciones que están realizando. Se sienten seguros de lo que están haciendo.

Un aspecto particular es que el 54 % de los estudiantes indican que el proceso académico los ha llevado a una clara desilusión respecto de lo que esperaban o como esperaban adquirir los conocimientos. Esto indica la importancia de reconsiderar las metodologías de enseñanza aprendizaje y evaluación, así como los contenidos impartidos.



Fig. 1. Diagramas de torta que indican la distribución de la población encuestada y las respuestas a cada uno de los interrogantes planteados. Tamaño de la muestra 89.

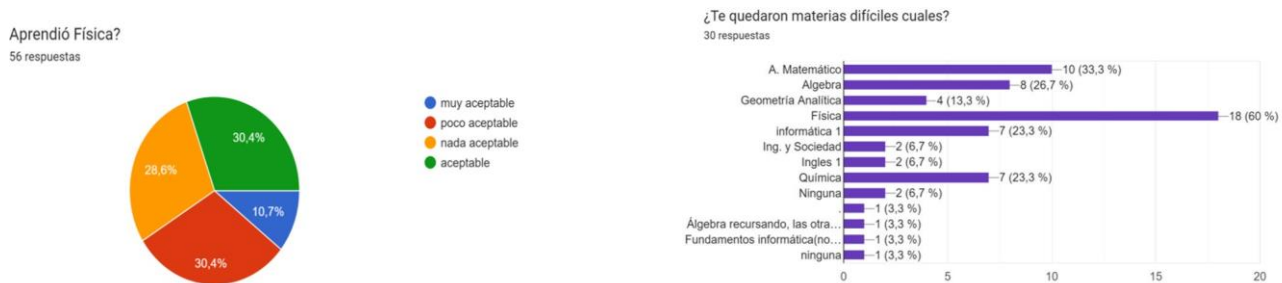


Fig. 2. Muestra los datos estadísticos de acuerdo con la opinión de los estudiantes del 2022 en la actualidad, luego de terminar su primer año, sus dificultades y su autoevaluación.

Metodología propuesta

Etapa inicial.

Para el abordaje de la problemática del desgranamiento se plantea realizar, como primera etapa, un acompañamiento personalizado sobre los estudiantes que pueden ser detectados como de riesgo de abandono. Esto es aplicado en las cátedras de física en ingeniería de la UTN FRP. Para ello, se pide a cada estudiante su conformidad de acompañamiento o seguimiento. Acción que se logra aplicando diferentes canales de comunicación que van desde la entrevista personal a medios digitales de comunicación.

En esta metodología intervienen diferentes actores del sistema tales como profesores de cátedra, becarios y tutores. El acompañamiento: Buscar la manera de guiar a otra persona, para el desempeño independiente en la vida académica, usando el yoga como herramienta.

Los alumnos que aceptan participar de este acompañamiento, participan de un primer encuentro donde se los escucha prestando particular atención al planteo de sus dificultades, yendo más allá de los problemas netamente académicos. Se presupone que los motivos que llevan al retardo y posterior abandono, no solo se relacionan con el desempeño académico si no con una intrincada red de situaciones personales y emotivas que afectan el desempeño en la vida universitaria. Posteriormente se plantea la metodología de enseñanza y haciendo una breve descripción de las obligaciones y resultados esperados. Se hace hincapié en la importancia de los conceptos teóricos y la metodología de estudio.

Aceptada la metodología de acompañamiento se acuerdan encuentros periódicos entre los cuales los estudiantes cumplen con las obligaciones pactadas, incentivándolos al uso del razonamiento crítico sobre el material de estudio. Material que va más allá de la bibliografía propuesta, alentándose el uso de diferentes fuentes de información tales como videos e incluso el uso de la inteligencia artificial. Siempre reforzando la idea del razonamiento crítico y de una metodología fuertemente orientada a la generación de críticas o cuestionamientos, discrepancias, etc en el conocimiento adquirido. En los encuentros estas dudas deben estar materializadas en preguntas hacia el docente o tutor el cual debe ayudar al estudiante a generar las bases conceptualmente sólidas. La utilización de la conceptualización es un argumento fundamental de cada encuentro de manera que se genere un vínculo de utilidad entre el conocimiento y la aplicación de este conocimiento. Así, el ejemplo de un herrero cuando suelda sirve como modelo de entendimiento de los conceptos de transferencia de calor y de resistencia de los materiales. El alumno puede comprender cómo el concepto de aporte de calor es utilizado en los aspectos técnicos de la soldadura y el no respetar los conceptos teóricos lleva a resultados negativos en la resistencia del material. De esta manera el concepto físico cobra vida útil en la formación del ingeniero.

Complementariedad entre poblaciones diferentes.

En ingeniería el trabajo de acompañamiento se sustentó en una primera etapa en el apoyo conceptual sobre los contenidos. Esto debió ser así debido a que el estudiante de ingeniería presenta particularidades actitudinales respecto de las disciplinas humanísticas y resultan más escépticos a incorporarlas. De otra parte, el grupo de estudiantes de Marketing de la UNSA, lo integran mentes más abiertas a incorporar contenidos y prácticas relacionadas directamente con el ser, esta observación deriva del análisis de las respuestas a las encuestas y particularmente de los comentarios expresados por los estudiantes de cada una de las facultades. Con los estudiantes de la USAN se planteó una metodología diferente y por cierto, cronológicamente más avanzada; iniciándose un encuentro de presentación por parte del equipo de formación de la UTN. En esta, a través de teleconferencia se indicaron los lineamientos básicos de la metodología de trabajo, siempre bajo el apoyo y supervisión del personal docente de la Universidad receptora. En este encuentro los estudiantes manifestaron no solamente su voluntad de estudio si no también su compromiso con la sociedad y con el saber.

El planteo fundamental de la metodología de trabajo se sustentó en el acompañamiento a ellos, desde la perspectiva del conocimiento interior basados fundamentalmente en un enfoque filosófico relacionándolo a las herramientas del Yoga: técnicas de concentración, respiración, posturas, etc. antes de la actividad académica.

En toda intervención se planificó una participación activa por parte de ellos, de manera de permitir conocerlos en sus pensamientos y actitudes, buscando en todo momento acrecentar su interés. La respiración, proporciona ventilar bien los pulmones, la mayoría de las personas tienen dificultades para ello debido a diferentes situaciones: como el fumar, patologías cardíacas y respiratorias deficiencias en las vías respiratorias superiores, el nivel de estrés particularmente en condiciones de evaluación. Finalmente, la postura forma parte de la mejora sustancial aporta juventud a nuestro esqueleto, flexibilidad, sentirse cómodo para sentirse cómodo ante el estudio prolongado, el manejar las ansiedades en busca de lograr la calma, en enfocarse sobre sus capacidades como camino al objetivo, integraron las primeras intervenciones.

El integrar ambas poblaciones con expectativas sustancialmente diferentes fue un desafío que se planificó superar encontrando puntos de interés común. Así, el uso de la telefonía celular se vio como una línea transversal entre ambos grupos. Para los estudiantes de ingeniería es todo un objeto de observación y una herramienta fundamental de estudio. Para el estudiante de marketing, todo un ejemplo de comercialización y modelo de negocio.

Entendiendo que las capacidades cognitivas aumentan con las nuevas formas de tecnologías [11] es que se fundamentó esta elección. Así, la actividad propuesta fue la de dejar interactuar a ambos grupos sobre esta tecnología de manera de intercambiar opiniones y encontrar puntos de contacto. En etapas posteriores, cuando se haya podido avanzar más sobre la incorporación del Yoga en los estudiantes de Ingeniería se plantean actividades específicas para la coordinación de ambos grupos y profundización de los aspectos emocionales.

El yoga como herramienta para la educación emocional

Entendiendo que las causas del desgranamiento van mucho más allá de la capacidad en la adquisición del conocimiento y la retención de información, la problemática debe ser abordada de múltiples maneras. Siendo que la educación emocional es una forma de prevención primaria inespecífica. Entendemos como tal a la adquisición de competencias que se pueden aplicar a una multiplicidad de situaciones, tales como la prevención de consumo de drogas, prevención del estrés, ansiedad, depresión, violencia, etc. [10]. El yoga puede ser una poderosa herramienta para mitigar una buena parte de los problemas relacionados al desempeño académico.

La enseñanza de las técnicas de yoga aplicadas como la respiración, la flexibilización de la columna, la elongación sin perjuicio de la musculatura entre otros, se usa como base de la reducción del estrés ante la situación de evaluación. La utilización de videos es la base del material que es transferido a los estudiantes [12]. Además, de la sugerencia de que escuchen canciones relacionadas con la búsqueda de su equilibrio natural, para aumentar su concentración y aprender a controlar sus estados anímicos.

El objetivo es que cada uno de ellos use, por propia decisión, estas técnicas ante la preparación del examen haciendo más eficiente la metodología de aprendizaje. El acompañamiento del tutor refresca la teoría ya que cuando ingresan a este sistema lo que se busca es avanzar en el desarrollo máximo de sus capacidades, en términos de entendimiento de los conceptos. Como resultado es posible que utilicen sus propias técnicas y las mejoren en el tiempo siendo esto un buen síntoma de aprendizaje.

Resultados provisorios

Esta propuesta, que se encuentra en su etapa inicial, con un período inferior a seis meses en su implementación ya podemos observar un factor positivo dado que en el transcurso de 15 de 17 semanas que conforman el semestre en la UNSA, contamos con la deserción nula lo que significa que ninguno de los estudiantes abandonó la carrera profesional. Y si lo contrastamos con los

años anteriores es el primer año en que tenemos este resultado que nos alienta a continuar con este acompañamiento y sus beneficios dentro de la formación profesional.

Por otra parte, la evolución en UTN resulta más lenta, dado que debe realizarse un trabajo mucho más profundo desde el punto de vista de los conocimientos y particularmente en los aspectos relacionados con el retardo a la presentación a la evaluación. Como se mencionó anteriormente, la inserción, en una facultad de ingeniería de temáticas asociadas al ser y lo social debe ser trabajado de una manera diferenciada, ya que el estudiante no lo ve como un aspecto curricular. Así, el acompañamiento académico, apoyado sobre prácticas de aprendizaje emocional muy subjetivas ha dado igualmente buenos resultados. En seis meses de aplicación 4 estudiantes de ingeniería que solicitaron integrarse superaron sin inconvenientes la evaluación logrando la aprobación de la materia. Por otra parte, un grupo de seis estudiantes se encuentran actualmente bajo el programa de seguimiento. Las acciones realizadas han trascendido los límites de la UTN habiendo acompañado a un estudiante de otra universidad e incorporado dos estudiantes de carreras tecnológicas de otras universidades cercanas a este programa.

Respecto de la integración entre los grupos y con respecto a la actividad de integración pautadas, nos encontramos que los estudiantes peruanos realizaron un estudio de mercado respecto de cuáles son los teléfonos más elegidos, circunscribiendo el ámbito de estudio a su entorno familiar y social. Seleccionaron categorías de teléfonos de acuerdo a la segmentación de mercado y establecieron estrategias de elección por parte de los consumidores. Por otra parte, los estudiantes tecnológicos plantearon observaciones respecto de las prestaciones y cualidades técnicas rompiendo de alguna manera esa segmentación de mercado para transformarla en una segmentación técnica. Esta discusión es lo que permitió la generación de nexos entre ambos grupos abriendo el camino al proceso de integración académica y humana.

Discusión de resultados.

Los indicadores provisorios medidos hasta el presente, analizando la deserción nula en la UNSA y considerando un 100% de aprobación de exámenes en la UTN sobre la población de los estudiantes acompañados pueden ser considerados favorables y por lo tanto indicar que la metodología aplicada es la adecuada para el objetivo propuesto. Si bien será necesario redefinir algunos trayectos de la propuesta inicial, los resultados son alentadores. En adelante se deberá lograr una mayor interacción entre ambos grupos de manera de lograr un cierto nivel de independencia, respecto de los equipos docentes, en la comunicación entre ellos. Logrado esto se procederá a profundizar la aplicación de las herramientas emocionales que potencien su desempeño.

Conclusiones

Nos encontramos en una etapa inicial del proyecto planteado y los resultados preliminares generan una óptima perspectiva. Queda claro que a partir de estos datos se hace necesario realizar acciones de corrección en la metodología académica; dotando de un incremento en técnicas de enseñanza emocional, con el objetivo de potencializar la capacidad intrínseca de los estudiantes.

Además, avanzar hacia la capacitación de formadores de manera de expandir estas enseñanzas con vistas al desarrollo de las mejores competencias individuales. Asimismo, cumplir con nuestro rol de manera intelectual y ética para el bienestar de nuestras organizaciones.

Referencias

[1] Musso, Emilia; Brizuela del Moral, Facundo; Di Naranjo, Antonella Paola; Pereno, Germán; Sánchez, Sabrina. Deserción universitaria y rendimiento académico en estudiantes trabajadores y/o con hijos a cargo. IV Congreso Internacional y VII Congreso Nacional de Psicología. Anuario de Investigaciones de la Facultad de Psicología. ISSN 1853-0354, Año 2020, Vol. 5, N°8, 119- 134 www.revistas.unc.edu.ar/index.php/aifp

- [2] Mario Lattuada. Deserción y retención en las unidades académicas de educación superior. Una aproximación a las causas, instrumentos y estrategias que contribuyen a conocer y morigerar su impacto. Issn (impreso) 2314-2138 / ISSN (en línea) 2314 - 1530 Debate Universitario / 10 (mayo 2017).
- [3] Luz Marina Silvera Fonseca. La evaluación y su incidencia en la deserción escolar: ¿Falla de un sistema, de las instituciones educativas, del docente o del estudiante? Universidad Libre Seccional Barranquilla, Colombia DOI: <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.18.31.1381>. Recibido: 18 de marzo de 2016, Aceptado: 30 de agosto de 2016.
- [4] Sánchez, M. D. P. M. (2012). Deserción universitaria en estudiantes de una universidad privada de Iquitos. Revista digital de investigación en docencia universitaria, 2012, 60-83.
- [5] Apaza, E., & Huamán, F. (2012). Factores determinantes que inciden en la deserción de los estudiantes universitarios. Apuntes Universitarios. Revista de Investigación, (1), 77-86.
- [6] Jadue, J. (2002). Factores psicológicos que predisponen al bajo rendimiento, al fracaso ya la deserción escolar. Estudios pedagógicos (Valdivia), (28), 193-204.
- [7] MATEO CANEDO, Corel; CANET JURIC, Lorena; ANDRÉS, María Laura. Deserción y lentificación en los estudios universitarios: aportes cognitivos para un mejor rendimiento académico. Question Vol. 1, N.º 48 (octubre-diciembre 2015).
- [8] Ortiz León, S., Sandoval Bosch, E., Adame Rivas, S., Ramírez Avila, C. E., Jaimes Medrano, A. L., & Ruiz Ruisánchez, A. (2019). Manejo del estrés; resultado de dos intervenciones: cognitivo conductual y yoga, en estudiantes irregulares de medicina. Investigación en educación médica, 8(30). 2020, 9-17. ISSN 2007-5057.
- [9] Cristina, O. A., & Silvia, R. B. A. (2015). The influence of stressor agents over academic learning-motivational spectrum approach. ProcediaSocial and Behavioral Sciences, 180, 1406-1411, Elsevier.
- [10] Bisquerra Alzina R. (2005). La educación emocional en la formación del profesorado. Revista interuniversitaria de formación del profesorado, V. 19(3), N. 54, 2005.
- [11] Jerome Bruner (1985). Desarrollo cognitivo y la educación. Cap. VII.- "El desarrollo de la mente". Pag. 147. Edit. Morata.
- [12] Alejandro Spiegel(2019). Activación de saberes usando videos tutoriales. Serie PdM Palabras de Maestro. UTN San Nicolás.

Contextualización y Dinamización de las Ecuaciones Diferenciales: una experiencia áulica en las Ingenierías

Contextualization and Dynamization of Differential Equations: a classroom experience in Engineering

Mariana Cisneros

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
cisneros@fceia.unr.edu.ar

Daniela Emmanuele

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
emman@fceia.unr.edu.ar; emmanueledaniela@gmail.com

Resumen

En este trabajo (Proy 800) se comunica una experiencia áulica que tuvo como propósito ofrecer al alumnado un dispositivo pedagógico-didáctico que favoreciera la construcción de un conocimiento ingenieril situado, propuesta brindada en una de las comisiones de la cátedra de Cálculo IV (correspondiente al tercer/cuarto cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Mecánica/Electrónica/Eléctrica/Industrial). Para ello se diseñó una propuesta didáctica con la intencionalidad de construir y fortalecer nociones sobre ecuaciones diferenciales a partir de una práctica de referencia concreta donde el alumnado pudiera manipular problemas con ecuaciones en derivadas parciales (problemas de frontera, como el del calor y problemas con condiciones iniciales, como el del transporte), decidir sobre posibles hipótesis y/o condiciones para su resolución y discutir los rangos de validez de las soluciones alcanzadas. Los resultados preliminares son alentadores en cuanto a la construcción de conocimiento matemático ingenieril se refiere (relativo al pensamiento variacional en este caso).

Palabras clave: ecuaciones diferenciales - socioepistemología

Abstract

This paper (Proy 800) communicates a classroom experience whose purpose was to offer students a pedagogicaldidactic device that favored the construction of situated engineering knowledge, a proposal offered in one of the committees of the Calculus IV chair (corresponding to the third/fourth semester of the

Mechanical/Electronic/Electrical/Industrial Engineering degree). For this, a didactic proposal was designed with the intention of building and strengthening notions about differential equations from a concrete reference practice where students could manipulate problems with partial differential equations (border problems, such as heat and problems with conditions). initials, such as transport), decide on possible hypotheses and/or conditions for their resolution and discuss the ranges of validity of the solutions reached. Preliminary results are encouraging as far as the construction of engineering mathematical knowledge is concerned (relative to variational thinking in this case).

Keywords: differential equations - socioepistemology

Introducción

Es habitual -más allá de algunas propuestas innovadoras o interesantes (Mendoza y Cordero, 2014; Cantoral et al, 2005)- que la enseñanza de la matemática universitaria básica de los primeros años de las carreras de Ingeniería se plantee sin contemplar marcos de referencia y según bases formales, rigurosas y algorítmicas, lo que generalmente conlleva al desarrollo de técnicas de cálculo aplicadas en forma mecánica. Este abordaje no contribuye necesariamente a la construcción significativa de la noción misma de aquello que se pretende enseñar (en nuestro caso, las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales), pues no considera la justificación funcional que demanda el dominio de conocimiento ingenieril (Mendoza-Higuera et al, 2018).

Respecto a ello, asumimos una postura teórica que concuerda con la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME), aproximación teórica de naturaleza sistémica que se ocupa de estudiar la construcción social del conocimiento, y que posibilita el tratamiento de los “fenómenos de producción y difusión del conocimiento desde una perspectiva múltiple, al incorporar el estudio de las interacciones entre la epistemológica del conocimiento, su dimensión socio cultural, los procesos cognitivos asociados y los mecanismos de institucionalización vía la enseñanza” (Cantoral et al, 2005, p.463).

Además, tiene como propósito caracterizar la esencia de un discurso específico denominado discurso matemático escolar (dME). Se trata de un discurso, de carácter hegemónico y utilitario, que carece de marcos de referencia para la resignificación, que favorece la atomización de conceptos, y según el cual, el conocimiento matemático es acabado y continuo (Soto y Cantoral, 2014). Coincidimos en que estas características obstaculizan la presentación y la acción sobre los objetos matemáticos en el aula, no permitiendo que la enseñanza resulte significativa.

Según la TSME, “la matemática funcional se concibe como un conocimiento útil de la gente en situaciones del cotidiano de la vida y del trabajo” (Mendoza-Higuera et al, 2018). Se trata entonces de un conocimiento dinámico pues su uso se resignifica de acuerdo con la situación histórica, social y cultural en la que surja. Por ello, pretendemos dinamizar la enseñanza de la matemática, esto es, nos esforzamos por revertir los rasgos característicos del dME. Para lo cual diseñamos propuestas que permitan reconocer las prácticas sociales y el contexto histórico-cultural que originaron los conocimientos ingenieriles a abordar en el aula -en este caso- de Cálculo IV; todo ello con el propósito de favorecer su resignificación y apropiación por parte de los estudiantes (Reyes Gasperini, 2016). Entendemos con Mendoza-Higuera et al (2018) que se trata de un conocimiento útil dentro de una comunidad (la conformada por ingenieros), cuyos usos y significados son aquellos que se originan y se resignifican en situaciones ingenieriles específicas.

La dinamización de un contenido matemático (en este caso, las ecuaciones diferenciales) refiere a la ejecución de acciones que devienen de matematizar la realidad inmediata; se las concibe como prácticas de referencia. Desde la perspectiva socioepistemológica, se propone un rediseño del dME que se halla fuertemente centrado en el objeto; y es esa centración en el objeto formal lo que provoca un tratamiento con conceptos puros, atomizados, cuyo tratamiento se reduce a meros procesos algorítmicos, secuenciados, repetitivos.

Desarrollo

Se decidió trabajar en una de las comisiones de Cálculo IV, correspondiente al tercer/cuarto cuatrimestre de Ingeniería Mecánica/Electrónica/Eléctrica/Industrial. Con la intención de recuperar datos relevantes para el diseño de una experiencia que posibilite la construcción de conocimiento ingenieril, planteamos realizar, en primer lugar, una serie de aproximaciones al campo: a) Análisis de propuestas tanto editoriales usuales (particularmente, las elegidas por la cátedra: Zill, 1997; Spiegel, 1983; Oliver, 2016) como las confeccionadas por la cátedra misma; b) Entrevista con la docente de la comisión seleccionada; c) Observaciones de clases.

Respecto a las propuestas editoriales, no encontramos, en general, un enfoque constructivista del concepto de ecuaciones diferenciales, así como tampoco hallamos un acercamiento intuitivo; por otra parte, todas las conclusiones a las que se arriban en

los libros de texto están dadas sin mayor justificación. Sin embargo, el material de cátedra sí presenta un abordaje intuitivo, menos expositivo y más dialogado, guiado a través de reflexiones y comentarios, y que fundamentalmente permite -mediante una presentación que no pierde rigor pero que resulta amena- la incorporación de definiciones, propiedades y situaciones problemáticas que tratan ejemplos clásicos dentro del espectro de los problemas de la ingeniería. Por ejemplo, después de haber tratado las nociones básicas del método de separación de variables, se aborda la solución de problemas con condiciones de frontera utilizando Series de Fourier; se lo hace a través de la Ecuación del Calor y mediante un ejemplo, la distribución de temperatura en una barra aislada. Podríamos encontrar aquí (un intento al menos) de centración en las prácticas de referencia ingenieriles que dan origen al conocimiento matemático (y no, como aparece en los textos clásicos, centrados en el objeto) (Camacho Ríos, 2011). Por otro lado, en la sección dedicada al método de separación de variables, se observa que, en general, no se dispone en la actualidad de un método que nos permita decidir si una ecuación diferenciable en derivadas parciales admite soluciones separables o no; sin embargo, respecto a la resolución de algunos casos particulares de estas ecuaciones, como por ejemplo aquellas con coeficientes constantes, este método resulta una herramienta eficaz. Este tipo de enunciaciones -creemos- podrían estar en concordancia con las prácticas de la anticipación o de la predicción en tanto se incentiva una forma de exploración de herramientas que conducen a la posible solución de un problema, vale decir, de construcción de conocimiento situado.

Con respecto a las observaciones de clase, las mismas se han llevado a cabo durante dos semanas con diferentes criterios de observación: interacción docente-alumnado, interacción alumnado-texto, interacción alumnado-alumnado (y otros que, por razones de espacio, omitimos). Interacción docente- alumnado: La docente trabajó siempre con la intencionalidad de generar preguntas en sus estudiantes, ya que a partir de esto se pretende que se apropien de los conceptos y les den significado, construyendo así el conocimiento ingenieril pertinente. Las actividades fueron guías para trabajar con el material concreto y a partir de ello ir arribando a conclusiones, respondiendo preguntas. Se generó un vínculo colaborativo entre la docente y el estudiantado, lo cual favoreció el desarrollo de las clases y la generación de conocimiento. El grupo trabajó muy bien durante las actividades, todos cumplieron con el material/las tareas pedidas y estuvieron muy entusiasmados. Interacción alumnado-texto: En una primera instancia, el alumnado manifestó no estar acostumbrado a trabajar con actividades del estilo de lo que proponía la profesora, se los notaba un tanto desconcertados y sin saber cómo proceder. Sin embargo, con la ayuda de la docente que los fue acompañando y orientando, todos pudieron llegar a ciertas conclusiones acertadas e incluso, a proponer ideas. Interacción entre el alumnado: Desde un principio la actividad fue planteada por el docente para ser realizada en grupos de al menos dos integrantes. Los y las estudiantes se mostraron en un comienzo trabajando cada uno en su grupo de manera aislada, pero a medida que avanzaron las clases se fueron ayudando mutuamente entre los distintos grupos, compartiendo material, estableciendo un vínculo afectivo/colaborativo entre todos.

Clases propias a la experiencia: La dinamización en esta propuesta se sugiere al simular la práctica ingenieril con acciones semejantes a las que se desarrollaron en ambientes reales de la ingeniería. Para ello, se diseñó y se implementó una propuesta didáctica con la intencionalidad de construir y fortalecer nociones sobre ecuaciones diferenciales a partir de una práctica de referencia concreta donde el alumnado trate con la noción de variación en el estudio de fenómenos de cambio continuo (pudiendo valerse de recursos tecnológicos diversos como SciLab, GeoGebra, graficadores online, software para resolver integrales, etc.) y que específicamente pudiera:

- i. manipular problemas con ecuaciones en derivadas parciales. Específicamente, se propuso problemas de frontera (el problema del CALOR) y problemas con condiciones iniciales (el problema del TRANSPORTE);
- ii. decidir sobre posibles hipótesis y/o condiciones para su resolución. Por ejemplo, en el problema del transporte se tuvo en cuenta argumentos físicos tales como la velocidad constante del transporte; y en el problema del calor, se argumentó en relación a la distribución uniforme del calor sobre un anillo, lo cual permitió reducir la cantidad de variables y la continuidad de las soluciones en la unión de los dominios;

iii. discutir los rangos de validez de las soluciones alcanzadas.

Las actividades propuestas constaron de una serie de diseños secuenciados. La primera de estas actividades consistió en una propuesta tradicional (tal como estaba ya pensada con anterioridad por la cátedra): resolución de ejercicios parecidos a los vistos en clases y guiados dentro del contexto de cada uno de los problemas. La segunda actividad -ya en relación a alguna práctica de referencia- consistió en que el alumnado debía hacerse cargo de buscar un contexto de aplicación específico en relación a la vida profesional ingenieril, concretamente debían:

- en relación al problema de transporte, hallar una situación aplicable a dicho problema y desarrollar la ecuación correspondiente (sin la exigencia de resolver las cuentas propiamente dichas);
- en relación al problema del calor, graficar las soluciones para estudiar la convergencia de las soluciones obtenida mediante series.

Todo el diseño se efectuó considerando que al resolver las ecuaciones mediante los métodos propuestos sin tener en cuenta la situación planteada, la obtención de las soluciones puede complicarse demasiado o se puede llegar a soluciones matemáticamente correctas, pero no aplicables a la resolución del problema inicialmente planteado. Por ejemplo, en la resolución de la ecuación para modelar una viga en voladizo, la obtención de los autovalores y las autofunciones del problema resulta, en principio, muy complicada. Sin embargo, tal como se plantea en Jiménez Villalobos et al (2009), teniendo en cuenta el hecho de que es factible proponer una solución separable, “entonces se supone que todos los puntos de la viga tienen la misma dependencia del tiempo” (p. 367) y además considerando que “con base en la experiencia con las oscilaciones libres de sistemas no amortiguados de grados finitos de libertad se conoce que las oscilaciones libres de sistemas vibratorios se expresan por medio de funciones armónicas seno o coseno” (p. 367), entonces los autovalores y las autofunciones buscadas se reducen considerablemente.

En la entrevista con la docente, se nos aclaró que la evaluación de este tema es continua, comienza con la lectura e interpretación de los enunciados, pasando por pequeñas actividades de investigación, consultas entre estudiantes y con el/la docente hasta la presentación final con el lenguaje pertinente, la fluidez correspondiente a un (futuro) ingeniero, incluyendo el manejo adecuado de recursos que se decidan utilizar para la exposición requerida.

Conclusiones

Este trabajo, que no es más que una experiencia preliminar, enmarcado dentro de un proyecto de investigación, resultó ser muy enriquecedor. El propósito principal es realizar ensayos que nos permitan recabar todos los datos necesarios para una próxima aplicación de diseños dinámicos (se pretende volver a realizar experiencias similares en el próximo dictado, durante el segundo cuatrimestre del 2023).

Desde el punto de vista del programa de la materia, este diseño aquí ensayado, permitió abarcar todos los temas vistos durante el dictado de la materia (series, convergencia, serie de Fourier, ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones en derivadas parciales). La simple resolución lleva a la utilización de todos los conceptos trabajados en clases teóricas y prácticas.

La meta ha consistido en motivar el estudio de este temario a situaciones más reales desde el punto de vista de la ingeniería y propiciar el trabajo en conjunto, entre el alumnado mismo y, con los y las docentes de la cátedra, como se podría llegar a realizar en una investigación profesional o en un ámbito laboral de trabajo más adelante.

A modo de reflexión final, creemos que los resultados preliminares a los que pudimos llegar (sin ninguna pretensión de generalización) nos permitirían concluir que las prácticas de referencia y simulación realizadas podrían conducir a un mejor desempeño y una actuación significativa en cuanto a los aprendizajes logrados; más precisamente, en cuanto a la construcción de conocimiento matemático ingenieril se refiere (relativo al pensamiento variacional en este caso).

Referencias

Cantoral, R.; Molina, J.G.; Sánchez, M. (2005). "Sociopistemología de la predicción". Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, vol 18, pp. 463-468.

Jiménez Villalobos, D.; Jáuregui Correa, J.C.; Mendoza Pérez, A.; Enríquez Zarate, J.; Ochoa Gordillo, A.;

Nuricumbo Morales, J. (2009). "Modelado matemático de una viga en voladizo por la ecuación de EulerBernoulli", Memorias del XV Congreso Internacional Anual de la SOMIM, CD. Obregón, Sonora, México, 23 al 25 DE SEPTIEMBRE, 2009.

Mendoza-Higuera, J.; Cordero, F.; Solís, M.; Gómez, K. (2018). "El Uso del Conocimiento Matemático en las Comunidades de Ingenieros. Del Objeto a la Funcionalidad Matemática", Bolema, Rio Claro (SP), v. 32, n. 62, p. 1219-1243.

Oliver, P. (2016). "Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales", Springer, 2° edición.

Reyes Gasperini, D. (2016). Empoderamiento docente y Socioepistemología. Un estudio sobre la transformación educativa en Matemáticas. México: Gedisa.

Soto, D.; Cantoral, R. (2014). "Discurso Matemático Escolar y Exclusión. Una Visión Socioepistemológica", Bolema, Rio Claro (SP), v. 28, n. 50, p. 1525-1544.

Spiegel, M. (1983). "Ecuaciones diferenciales aplicadas", Prentice Hall, 3° edición.

Zill, D. (1997). "Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado", International Thomson Editores.

Rediseño de Plataforma Web para el Aprendizaje del Lenguaje SQL Mediante el Enfoque Basado en Competencias

Web Platform Redesign for SQL Language Learning Through the Competency-Based Approach

María Soledad Romero

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
msromero@frc.utn.edu.ar

Luis Esteban Damiano

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
Ldamiano@frc.edu.ar

Calixto Maldonado

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
calixtomaldonado@frc.utn.edu.ar

Andrea Guevara

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
mguevara@frc.utn.edu.ar

Rubén Romero

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
rromero@frc.utn.edu.ar

Oscar Carlos Medina

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
omedina@frc.utn.edu.ar

Gastón Ignacio Ríos

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
gastonriosc@gmail.com

Juan Matías Giro

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
matiasgiro@gmail.com

Marcos León

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
quitusl@gmail.com

Resumen

Se propone un proyecto para modernizar por un lado una plataforma web de aprendizaje del lenguaje de manipulación y definición de bases de datos SQL y por otro rediseñar determinadas prestaciones para fortalecer el aprendizaje basado en competencias. La modernización del producto tiene como objetivo asegurar el crecimiento de funcionalidades en tiempos cortos, con modelos de construcción que permitan medir los eventos producidos por la práctica de los alumnos, en beneficio del entrenamiento en la competencia, con participación activa de los estudiantes. Los cambios se centran tanto en actualizar el software a los estándares más modernos, actuales y seguros; así como en adaptar el comportamiento del producto con foco en la autodidáctica para facilitar

el aprendizaje continuo incremental en el modelo de aprendizaje basado en competencias. Incluye además la adición de otros comandos SQL, como insert, update, delete y create.

Palabras clave: Base de Datos, SQL, Prácticas autoevaluadas, Aprendizaje basado en competencias.

Abstract

A project is proposed to modernize, on the one hand, a web platform for learning the language for manipulation and definition of SQL databases and, on the other hand, to redesign certain features to strengthen learning based on competencies. The modernization of the product aims to ensure the growth of functionalities in short times, with construction models that allow measuring the events produced by the practice of the students, for the benefit of the training in the competition, with the active participation of the students. The changes focus both on updating the software and on the most modern, current and secure standards; as well as adapting the behavior of the product with a focus on self-learning to facilitate continuous incremental learning in the competency-based learning model. It also includes the addition of other SQL commands such as insert, update, delete and create.

Keywords: Database, SQL, Self-assessed practices, Competency-based learning.

Introducción

El proyecto de investigación denominado “Aplicativo Web Para Interactuar Con Distintos Motores De Bases De Datos Relacionales” se encuentra homologado en la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional, con el código de proyecto SIPPACO0008530, para un plazo de 24 meses, desde el 1 de enero de 2022. El proyecto se desarrolla dentro del Grupo CIDS (Centro de Investigación, Desarrollo y transferencia de Sistemas de Información), de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

El proyecto nace ante la necesidad de llevar a cabo un proceso de reingeniería de la herramienta MultiDb. Se basa en el requisito fundamental de adaptar el marco de desarrollo con el fin de disponer una programación más flexible y ágil al momento de incrementar prácticas interactivas para el estudiante. El modelo de programación original de MultiBD no satisface actualmente la posibilidad de incorporar modificaciones en la forma y tiempo requeridos con el objetivo de garantizar un aprendizaje dinámico.

El grupo de trabajo está conformado inicialmente por ocho docentes investigadores de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba, con la colaboración de un graduado y un alumno.

Los docentes se desempeñan en cátedras relacionadas a las siguientes temáticas: Programación, Base de Datos y Sistemas de Información.

El equipo de investigación cuenta con acabada destreza en la administración de bases de datos, capacitación y dictado de cursos, experiencia en diseño de sistemas de información con uso de bases de datos relacionales y pericia en tareas de arquitectura en empresas privadas. La mayor parte de los investigadores ha colaborado en distintos proyectos de investigación; podemos citar algunos relacionados con la temática bajo estudio:

- TecnoDB - Administrador de Base de Datos Relacional (Gastañaga et al., 2007)

- PROMETEO - Desarrollo de un método y una herramienta para el aprovechamiento de Metadatos de Base de Datos Relacionales (Maldonado et al., 2010)
- Herramienta para consultas complejas orientada a usuarios finales (Abrutsky et al., 2010)
- Generador Automático de Modelos de Datos Normalizados en Bases de Datos Relacionales (Cuevas et al., 2013)
- MultiDB. Plataforma Web para acceder a diferentes Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales (Muñoz et al., 2016)
- Buenas prácticas en el diseño de estructuras de datos en bases de datos relacionales (Muñoz et al., 2018)

Actualmente la herramienta Multidb es usada por los estudiantes de la cátedra de Base de Datos, del tercer nivel de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, en el proceso de aprendizaje del lenguaje para interactuar con motores de bases de datos. A través de las devoluciones de los alumnos y docentes frecuentemente se proponen mejoras sobre la plataforma.

Debido a que el proyecto bajo análisis es una reingeniería consideramos apropiado repasar su evolución: nuestra herramienta de aprendizaje en línea no es la primera propuesta en el sentido de desear colaborar con tecnología en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Entonces referido al segundo interés, “Desarrollos tecnológicos equivalentes o similares, con una fuerte inclinación hacia la enseñanza de origen externo”, podemos mencionar los siguientes desarrollos, que destacan sobre los encontrados:

- a) Software comercial denominado Navicat, que permite administrar una base de datos a usuarios remotos. Actualmente promociona acceso a: MySQL, MariaDB, SQL Server, SQLite, Oracle y PostgreSQL. Este producto se podría utilizar para la enseñanza pero el objetivo es netamente comercial (Navicat, 2023).
- b) En ambientes educativos se encontró un software denominado RAT (Relational Algebra Translator), que traduce operaciones de Álgebra Relacional a SQL. El RAT fue desarrollado en el Laboratorio de Bases de Datos, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales–Escuela de Informática, de la Universidad Nacional de Costa Rica.
- c) SQL Online es un sitio que provee infraestructura como servicio pero carece de seguimiento en el aprendizaje, tampoco es gradual el nivel de complejidad (sqliteonline 2023).
- d) SQL Fiddle es un sitio que permite escribir y ejecutar código SQL y cuenta con opción para elegir entre varios motores de bases de datos. Carece de lineamientos pedagógicos y devoluciones constructivas al aprendizaje (sqlfiddle, 2021).

Nuestra participación en congresos, workshops, jornadas y seminarios relacionados con la temática, así como la interconsulta con docentes de otras universidades que contemplan el dictado de la temática, nos permitió poder esclarecer la ausencia de una herramienta educativa con estas características. Por ello es de sumo interés aportar una herramienta novedosa, con características no habituales y que facilite el proceso de aprendizaje, donde también fue preciso cambiar el enfoque para adaptarlo al aprendizaje basado en resultados de aprendizaje (modelo de aprendizaje por competencias) donde el foco está en cómo combinar integralmente el saber y saber hacer en pos de lograr los resultados esperados. En este sentido los cambios en la mirada metodológica, mediación pedagógica, estrategias, instrumentos y criterios de evaluación se convierten en requisitos de la herramienta MultiDB, para que el estudiante logre escribir correctamente sentencias SQL durante el cursado de la asignatura.

La interconsulta con profesionales en bases de datos, de empresas que desarrollan software en el medio local, permitió verificar que es un problema que necesita tratarse, dado el impacto del uso de las bases de datos en cualquier proyecto de software.

La temática por abordar está íntimamente relacionada con las bases de datos relacionales, que si bien surgieron hace ya 45 años y que inicialmente sólo se las utilizaba para persistir datos desde las aplicaciones de las empresas (Date, 2001), hoy son utilizadas para la toma de decisiones a partir de la exploración de las bases de datos, como lo es con la Minería de Datos definida como “el descubrimiento eficiente de información valiosa, no obvia de una gran colección de datos” (Bigus , 1996) (Riquelme et al, 2006).

Se trata de un problema relevante dado su impacto directo en la cantidad de horas hombre destinadas a la resolución de temas inherentes al manejo de datos, en el entorno de bases de datos relacionales.

Cabe destacar que es una tarea componente de la mayor parte de los proyectos de software y que de ella dependen otras tareas fundamentales, podemos citar para ejemplificar el desarrollo y el testing.

Todo desarrollador de aplicaciones debe conocer SQL, para embeber el código necesario en sus programas y así acceder y manipular los datos que solicita un usuario final (Date, 2001) (ANECA, 2023).

Desarrollo

Líneas de Investigación y Desarrollo

En el Grupo CIDS se integran diversas líneas de investigación en la Ingeniería en Sistemas de Información y de Software, acompañando proyectos que trabajan sobre calidad, métricas, mantenimiento, trazabilidad, requerimientos, bases de datos, seguridad, relacionados con las áreas de conocimiento: Sistemas de Información, Gestión Ingenieril y Programación.

El proyecto profundiza sobre conocimientos y desarrollos de programación sobre las temáticas: base de datos relacionales, programación Web, dockerización (empaquetar una aplicación), seguridad.

La formación basada en competencias puede describirse como un resultado de lo que el estudiante está capacitado a desempeñar o producir al finalizar una etapa. Requiere resultados de aprendizaje enunciados en la planificación de la asignatura. Los resultados de aprendizaje son declaraciones de lo que se espera que los discentes conozcan, comprendan y/o sean capaces de hacer al final de un proceso de aprendizaje(ANECA, 2023).

Los resultados de aprendizaje deben ser:

- Factibles y alcanzables.
- Observables y apreciables.
- Evaluables.
- Idóneos y relevantes para la asignatura.

Entre los resultados de aprendizaje relacionados con la herramienta bajo análisis en el contexto de la asignatura Bases de Datos podemos citar varios:

- Interpretar el funcionamiento de los componentes de la arquitectura del Sistema de Gestión de Bases de Datos, para comprender el proceso interno del DBMS en función del pedido del usuario (particularmente el que escribe sentencias en lenguaje SQL).
- Distinguir los aspectos de estructura, integridad y manipulación de datos en el modelo relacional para aprovechar la potencialidad del modelo, considerando el contexto de restricciones del mismo.
- Modelar una base de datos relacional, aplicando las reglas de normalización, en una situación problemática que necesita estructuras de datos normalizadas para un sistema de información.
- Aplicar las sentencias SQL de manipulación y de definición de datos a fin de obtener y proporcionar la información necesaria a extraer de una base de datos relacional, según la consigna con el requerimiento de datos planteado en un entorno de datos.

Este último resultado de aprendizaje es el que se pretende lograr, apuntalar y mejorar a través de MultiDB y sus evolutivos, es decir, es el foco de trabajo en el contexto de este artículo.

Resultados Obtenidos y Esperados

Esperamos evolucionar los resultados ya obtenidos en el producto anterior, que fueron los siguientes:

- Acceder a un intérprete SQL, para ejecutar sentencias SQL, accediendo a una estructura de datos ya conocida en la clase y poblada de datos.
- Ejecutar sentencias tipificadas, para que los estudiantes elijan según sus necesidades de ejecución.
- Observar el resultado de la ejecución, pudiendo listar, imprimir y copiar el conjunto de filas resultante, cuando fuera una consulta.
- Recibir mensajes de la plataforma cuando haya un error en la sintaxis. Se han tipificado los errores y de acuerdo a ellos se retorna un mensaje final al usuario amigable que lo guía para su resolución.
- Validar el resultado a través de mensajes sobre la cantidad de filas y columnas devueltas por una consulta.
- Recibir mensajes sobre si el resultado es el esperado o qué error se detecta contra el resultado esperado.

Los resultados esperados, como consecuencia de las mejoras tecnológicas y funcionales realizadas al producto, son:

- Adaptar la herramienta al modelo de aprendizaje basado en competencias. Se han reformulado los objetivos de construcción y uso de la aplicación.
- Optimizar las posibilidades de rediseño del producto en tiempos aceptables. Ha sido factible realizar cambios reduciendo aproximadamente en un 50 % el tiempo de desarrollo.
- Incorporar mayor cantidad de comandos SQL dentro de la aplicación, incluso sin tipificarlos a fin de fomentar en el estudiante la identificación y construcción de sentencias complejas tal como ocurre en el mundo laboral donde es necesario aplicar el conocimiento sin que se indique si se trata de consulta simple, multitabla, agrupamiento con referencia externa, etc.
- Incorporar mecanismos estándares para que el alumno realice las prácticas en un marco de trabajo y ejecución los lineamientos de seguridad sugeridos por la industria. Se ha reestructurado la mecánica de implementación de certificados web actualizables automáticamente.
- Obtener reportería para las métricas requeridas a fin de medir la evolución del alumno en el contexto del aprendizaje basado en competencias. Se han diseñado la estructura de los reportes y se está trabajando en ellos.
- Construir mejores metodologías que permitan una medición de mayor calidad de los eventos que se producen en la manipulación de la herramienta por parte de los estudiantes.
- Establecer procesos que permitan generar métricas sobre los resultados de los comandos ejecutados por los estudiantes. Se han determinado las métricas que se desean obtener y en función de ellas se ha planificado usando metodologías ágiles las modificaciones pertinentes en el código fuente de la herramienta.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de investigación se conforma de: a) una directora de proyecto, b) un codirector, c) 5 docentes investigadores de apoyo, e) un graduado, f) dos alumnos becarios, g) un tesista.

Los docentes junto a la directora y codirector que integran el equipo de investigación colaboran en la cátedra de Base de Datos, de tercer nivel de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, donde el objeto de estudio son las Bases de Datos y particularmente el Lenguaje SQL. Los ingenieros Calixto Maldonado y Oscar Medina son Doctorandos.

Conclusiones

De manera preliminar, podemos concluir que el uso de la plataforma MultiDB incrementó notablemente en el dictado de clases y en la práctica posterior dada la situación de virtualidad a la que los docentes y alumnos en los últimos tiempos. El análisis de los logs de autenticación, sesiones y uso de la herramienta permitió dimensionar el aumento en el uso de la herramienta. Esta circunstancia puso en evidencia la necesidad de agregar nuevas funcionalidades y fortalecer la infraestructura.

En los tres últimos años de dictado de la materia y con acento en el contexto de las clases virtuales, la plataforma MultiDB permitió acceder a los estudiantes a un espacio de práctica y aprendizaje, sin ninguna instalación en los puestos de trabajo de los estudiantes.

En la experiencia virtual se identificó la necesidad de agregar nuevas funciones a MultiDB, e inclusive impulsar en la cátedra la posibilidad de que puedan hacerse exámenes finales en línea completamente, evitando el uso de papel y agilizando sus evaluaciones.

El enfoque metodológico de la investigación será mixto cuantitativo/cualitativo. Cuantitativo porque se medirán a través del resultado de encuestas direccionadas con propósitos específicos (por ejemplo: encuestas para determinar que framework se debe implementar en la nueva etapa de la herramienta MultiDB, se pondrán en contexto en explicaciones posteriores).

El análisis de los resultados nos permitirá abordar una decisión fundada. Cualitativo porque se extraerá información con instrumentos con formato de experimento para medir aspectos de calidad dentro del diseño en general (en los distintos niveles de abstracción que supone la programación) en el ámbito académico, tanto en el grupo docente, como en el grupo de estudiantes.

Estos experimentos servirán, por ejemplo, para observar la aprobación o rechazo de los diseños de interfaz que se produzcan. Es de gran importancia para la producción de una herramienta ya implementada, que tenga un mínimo aceptable de rechazo, no se puede aspirar a la conformidad total de los posibles usuarios; pero sí a lograr la mayor aceptación posible.

Referencias

Abrutsky, Maximiliano y Vaca, Pablo (2009). Herramienta para consultas complejas orientada a usuarios finales, XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computation, Universidad Nacional de San Juan, 7 y 8 de mayo de 2009, disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19756/Documento_completo.pdf?sequence=1

ANECA (2023). Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados de aprendizaje., Último acceso: Julio de 2023, disponible en <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Otras-guias-y-documentos-de-evaluacion>

Bigus, J. P. (1996). Data Mining with Neural Networks: Solving Business Problems from Application Development to Decision Support, McGraw Hill. ISBN:0-07-005779-6.

Cuevas, Junar Carlos., Damiano, Luis Esteban, Paz Menvielle, María Alejandra, Quinteros, Sergio, Muñoz, Roberto Miguel. (2013). Generador automático de modelos de datos normalizados en bases de datos relacionales, XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Autónoma de Entre Ríos, 18 y 19 de abril 2013, disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27120>

Date, C.J. (2001). Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. Volumen 1. Séptima Edición, , México, 2001. Edit. Addison Wesley Longman, Inc. ISBN: 0-201-38590-2

Date, C.J. (2001). Introducción a los Sistemas de Bases de Datos. Volumen 1. Séptima Edición, , México, 2001. Edit. Addison Wesley Longman, Inc. ISBN: 0-201-38590-2.

Gastañaga, Iris, Maldonado, Calixto, Oro, Horacio, Ruiz Anabel y Spessot, Cesar (2004). "TecnoDB una Base de Datos Relacional y Prometeo un método de aprovechamiento de Metadatos y Generador de Consultas", VI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, , Universidad Nacional del Comahue, Neuquen, , 20 y 21 de mayo de 2004, disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/21221>

Maldonado, Calixto, Marciszack, Marcelo, Martínez Spessot, Cesar, Muñoz, Roberto, Navarro, Adrián, Peretti, Juan Pablo y Roggero, Luis (2009). Prometeo: una herramienta para el aprovechamiento de metadatos de base de datos relacionales., XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de San Juan, 7 y 8 de mayo de 2009, disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19793/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muñoz Roberto Miguel, Maldonado Calixto, Damiano Luis Esteban, Romero María Soledad, Bueno Matías, Quinteros Sergio Ramón, Guevara Andrea, Peretti, Juan Pablo, Carrasco Agustín, Urbano Barbara, Arguello Santiago. (2018). Buenas Prácticas En El Diseño De Estructuras De Datos En Bases De Datos Relacionales., XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Nordeste, 26 y 27 de abril de 2018., disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/67409>

Muñoz Roberto Miguel, Maldonado Calixto, Damiano Luis Esteban, Romero María Soledad, Cuevas Juan Carlos, Quinteros Sergio Ramón, Guevara Andrea, Carrasco, Agustín. (2016). MultiDB, Plataforma Web para acceder a diferentes Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales, XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Universidad Nacional de Entre Ríos, 14 y 15 de abril de 2016, disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52939>

Navicat (2023). Último acceso: julio 2023, disponible en <http://www.navicat.com/es/>

Riquelme, José, Ruiz, Roberto y Gilbert, Karina (2006). Minería de Datos: Conceptos y Tendencias.

Artículo publicado por Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Sistema de Información Científica

Redalyc ISSN: 1137-3601. Último acceso: julio de 2023, disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92502902> sqlfiddle (2021). Último acceso: Julio de 2021, disponible en <https://sqlfiddle.com> sqliteonline (2023). ultimo acceso: julio 2023, disponible en <https://sqliteonline.com>

Formación interdisciplinaria en Ingeniería: experiencia de la cátedra de Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad.

Interdisciplinary Engineering Education: experience of the chair of Inclusive Design for Users with Disabilities.

Silvia Vega

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Plata. Argentina
silvialuvega@gmail.com

Andrea Cortizo

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Plata. Argentina
andrea.cortizo@gmail.com

Javier Giménez

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Plata. Argentina
gimenezcj@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se exponen los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta de enseñanza-aprendizaje de la cátedra Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad; en el marco de una experiencia de aprendizaje colaborativo interdisciplinar, entre estudiantes de Ingeniería en Sistema de Información y estudiantes de Fonoaudiología, que se viene desarrollando desde el año 2021. Se comparten los resultados referidos tanto a los productos obtenidos (Mockup o Prototipo Funcional, según la experticia de cada grupo) como a los procesos de aprendizaje. Finalmente, en las conclusiones se plantean las fortalezas y los desafíos que implican las prácticas educativas interdisciplinarias.

Palabras clave: interdisciplinariedad, enseñanza de la ingeniería, diseño inclusivo, usuarios con discapacidad

Abstract

In the present work the theoretical and methodological foundations of the teaching-learning proposal of the Inclusive Design for Users with Disabilities chair are exposed; within the framework of an interdisciplinary collaborative learning experience, between Information System Engineering students and Speech Therapy students, which has been developed since 2021. The results referring to both the products obtained (Mockup or Functional Prototype, according to the expertise of each group) and the learning processes. Finally, in the conclusions the strengths and challenges implied by interdisciplinary educational practices are presented.

Keywords: interdisciplinary, engineering education, inclusive design, users with disabilities

Introducción

Las tecnologías están incorporadas en todos los ámbitos de la vida; sin embargo, es frecuente constatar que muchas aplicaciones tecnológicas han sido diseñadas para un usuario “medio”; es decir, para personas con capacidades sensoriales, físicas y cognitivas óptimas para poder interactuar; negligiendo la existencia de capacidades funcionales diversas en los seres humanos. Que un producto funcione no garantiza que pueda ser accedido y utilizado por el mayor número posible de usuarios.

Lo expuesto, implica salirse del “lugar común” en el que la eliminación de barreras a la discapacidad sólo se asocia con entornos como urbanismo y transporte, y en cambio, tomar conciencia de que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) también pueden ser generadoras de barreras, cuando en el diseño no se ha incluido al usuario y/o no se ha desarrollado desde la perspectiva de interdisciplinariedad, condición sine qua non para lograr un diseño para todos. En este sentido, es muy claro el lema “El buen diseño capacita, el mal diseño discapacita” (Estocolmo, EIDD: 2004). En esta línea se inscribe el propósito general de la cátedra Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad, electiva cuatrimestral del 4to. año de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional La Plata:

Introducir a los y las estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en la problemática del trabajo interdisciplinar aplicado al área de la Salud, para que sean capaces de diseñar interfaces según criterios de accesibilidad y usabilidad centrados en el usuario con discapacidad.

A continuación, se desarrollan los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta de enseñanza-aprendizaje de la cátedra.

Desarrollo

1. Marco Teórico

1.1. Modelo Biopsicosocial de la Discapacidad

En el año 2001, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) que visibiliza un cambio paradigmático, en el que se pasa de una clasificación centrada en aspectos biomédicos (modelo médico) a otra, de índole multidimensional (modelo bio-psico- social, o también denominado “modelo social”) de la discapacidad. ¿En qué se diferencian ambos modelos?

El paradigma médico-rehabilitador concibe la discapacidad como un problema de la persona que, a causa de una enfermedad, accidente o condición de salud, requiere asistencia mediante prestaciones terapéuticas por parte de profesionales especializados, quienes tienen la capacidad exclusiva para remediarlos. Desde este modelo, la discapacidad es un “déficit” y es la persona que lo padece quien debe adaptarse a su entorno.

Para el modelo social, en cambio, la discapacidad no es un rasgo de la persona (el/la “discapacitado/a”) sino una condición dinámica que se conforma en la interacción entre las capacidades funcionales de la persona y su entorno físico y social, en términos de facilitadores y de barreras. Dicho de otro modo, es el entorno el que debe modificarse para que puedan acceder a él todas las personas en igualdad de condiciones.

Para ilustrar las diferencias en la “mirada” de cada uno de los paradigmas mencionados (con su consecuente accionar en la vida de las personas con discapacidad) pueden ser suficientes estos ejemplos:

Una persona, usuaria de silla de ruedas, debe reunirse en una oficina por temas laborales. Dos escalones le impiden ingresar al sitio. Para el modelo médico, su incapacidad para subir los escalones fue la causa por la cual no pudo asistir a la reunión. En cambio, para el modelo social, la causal fue la falta de una rampa.

Otro escenario: una persona con ceguera, usuaria de lector de pantalla (un software que reproduce en voz el texto que aparece en la pantalla) debe hacer la inscripción digital a un evento científico. En el último paso, el sitio solicita un código de verificación visual (CAPTCHA). El lector de pantalla no puede reconocer este tipo de código y la persona está sola. El resultado es previsible, no ha podido inscribirse al evento. Desde una concepción biomédica, el motivo por el cual no pudo completar la inscripción se debe a que es una persona discapacitada que depende de otras para efectuar sus actividades diarias (en este caso, para leerle los números y las letras del código). Sin embargo, la mirada social, que va más allá de los impedimentos de la persona, identificaría la falta de accesibilidad digital del sitio web como obstáculo al uso autónomo de la misma por parte de una persona con ceguera.

De las consideraciones efectuadas, se desprende la importancia de crear entornos que sean respetuosos de la diversidad humana, atendiendo a criterios de accesibilidad y de usabilidad.

1.2. Diseño Inclusivo, Accesibilidad y Usabilidad

1.2.1. Diseño Inclusivo

Hace referencia a un proceso cuyo principal propósito es diseñar para la diversidad humana. Es decir, busca satisfacer también las necesidades de quienes no representan al usuario medio o “típico” (joven, saludable y hábil en el manejo de la tecnología); entre ellos: personas con limitaciones físicas, sensoriales, cognitivas, comunicativas y adultos mayores. Al respecto, Newell y Gregor (2002:5) recomiendan, al hablar de “Diseño Inclusivo Sensible al Usuario”, ampliar el grupo de usuarios potenciales para incluir a sus cuidadores informales o formales y a expertos en rehabilitación (quienes pueden ser usuarios directos o indirectos).

El Diseño Inclusivo implica facilitar al usuario el acceso (accesibilidad) y el uso (usabilidad).

1.2.2. Accesibilidad

De modo general, hace referencia al grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, más allá de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

La accesibilidad constituye, además, uno de los principios rectores de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (aprobada por consenso en la Asamblea General de Naciones Unidas el 13 de diciembre de 2006) cuyo derecho es regulado en el artículo 9. Conforme a dicho artículo, “a fin de que las personas con discapacidad puedan vivir en forma independiente y participar plenamente en todos los aspectos de la vida, los Estados Partes adoptarán medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales”.

Aplicada al mundo digital, la accesibilidad significa garantizar que la mayor cantidad posible de personas pueda acceder a la información, cualesquiera sean sus capacidades, habilidades, contextos, plataformas y dispositivos utilizados. La accesibilidad digital incumbe no solo a los sitios web sino también al desarrollo de software y aplicaciones. La Iniciativa de Accesibilidad Web (Web Accessibility Initiative -WAI-) del World Wide Web Consortium (W3C) desarrolla estrategias, estándares y recursos para hacer la Web accesible a personas con discapacidad.

En muchos países, la accesibilidad ya es de aplicación obligatoria, al menos para la información pública en línea. En la Argentina, la Ley de Acceso a la Información Pública 26.653/2010 establece la obligatoriedad para toda la información publicada en los sitios y páginas web provenientes del estado nacional, los entes públicos no estatales, las empresas del Estado y las empresas privadas concesionarias de servicios públicos, empresas prestadoras o contratistas de bienes y servicios. La Oficina Nacional de Tecnologías de Información (ONTI) es el organismo de Aplicación de las Directrices de Accesibilidad al Contenido Web (Web Content Accessibility Guidelines -WCAG-) de la citada Iniciativa de Accesibilidad Web.

Las Pautas WCAG están organizadas en cuatro principios fundamentales los cuales establecen que el contenido debe ser Perceptible, Operable, Comprensible y Robusto.

(a) Perceptible: tanto la información como todos los componentes de la interfaz deben poder ser percibidos por el usuario. Para ello, se debe proporcionar alternativas de texto para cualquier contenido que no sea texto (como imágenes, iconos, gráficos, videos, audios). Por ejemplo, el botón que tiene una lupa debería ofrecer la alternativa textual “Buscar” para que pueda ser debidamente reconocido por un lector de pantalla.

(b) Operable: todas las funcionalidades deben poder ser alcanzadas y manipuladas por el usuario mediante distintas alternativas tales como el mouse, el teclado, la interacción táctil, gestual o a través de comandos de voz.

(c) Comprensible: el usuario debe poder comprender tanto la información como el funcionamiento de la interfaz. Por ejemplo, presentar un diseño consistente y predecible para los usuarios que interactúan con contenido repetido dentro de un conjunto de páginas web y necesitan ubicar información o funcionalidad específica más de una vez.

(d) Robusto: El contenido y la estructura deben ser suficientemente robustos como para ser interpretados de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas (tecnología asistiva) como los lectores de pantalla.

Cada uno de los principios mencionados contiene criterios redactados en forma de enunciados verificables, organizados a su vez, en tres niveles de conformidad. El Nivel A (requisito básico de accesibilidad a cumplir) por ejemplo, “Accesible a través de teclado”. El Nivel AA (deben ser observados si se pretende eliminar importantes barreras de acceso) tales como “Audiodescripción (pregrabada)”. Finalmente, el Nivel AAA (el más exigente), entre los que se encuentra “Lengua de Señas (grabado)”.

En la Argentina, actualmente, la ONTI establece un mínimo requerido de 38 criterios de conformidad (de nivel A y AA) que deben ser cumplidos para desarrollar páginas nacionales accesibles (Anexo II de la Disposición 6/2019).

1.2.3. Usabilidad

Definida coloquialmente, se refiere a sistemas fáciles de aprender y de usar.

Desde una definición formal, la usabilidad “es la medida en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico” (ISO 9241-11, 2018). Según esta norma, la eficacia es la precisión y exhaustividad con la que los usuarios logran los objetivos especificados. La eficiencia hace referencia a los recursos utilizados en relación con los resultados obtenidos (tiempo, esfuerzo humano, costos y materiales). Respecto de la satisfacción, alude a en qué medida la experiencia del usuario que resulta del uso real cumple con sus necesidades y expectativas. El contexto de uso incluye los entornos técnico, físico, social, cultural y organizacional.

En este punto, cabe diferenciar funcionalidad de usabilidad. Un producto puede funcionar correctamente pero no es suficiente para asegurar que sea usado; son los usuarios los que van a decidir si dicho producto es fácil de usar. Por lo tanto, se trata de considerar un “cambio de foco”: del Diseño Centrado en la Tecnología al Diseño Centrado en el Usuario (DCU), término acuñado por Donald Norman en su libro *The Design of Everyday Things* (1988). En el DCU el usuario debe estar en el centro de toda decisión de diseño. “No sólo diseñamos productos, diseñamos experiencias de usuario, porque no es posible entender el producto desvinculado de su uso, su contexto, o de las necesidades y motivaciones del usuario final (...). Si la concepción de un producto no parte de las necesidades reales e intereses de sus usuarios, poco podrán aportar las siguientes etapas de desarrollo a la aceptación del producto por parte del usuario final” (HassanMontero, 2009:40-42).

1.3. Interdisciplinariedad y Enseñanza de la Ingeniería

En el año 2021, se publicó el libro “Reflexiones sobre las nuevas demandas para la Ingeniería Latinoamericana” fruto de un ciclo de conversatorios donde participaron referentes académicos de las universidades de Latinoamérica, especialistas de

diferentes empresas e instituciones, cuyo objetivo común fue abordar “temáticas diversas que afectan y condicionan el futuro de la enseñanza de la Ingeniería, la visión sistémica de su interrelación con el entorno y los desafíos que enfrenta la educación superior” (p.17).

Relacionado al tema del presente apartado, surgieron varias consideraciones entre los panelistas. Algunas de ellas:

“La idea entonces es crear un ecosistema para que los estudiantes aprendan la importancia del trabajo en equipo y, sobre todo, el concepto de interdisciplinariedad, aprender a convivir con las diferentes profesiones”; Gunther Barajas, Dassault Systèmes, México (p.26).

“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”; Juan Carlos Mena, Universidad FASTA, Argentina (p.57).

Para afrontar el nuevo escenario laboral, Daniel Morano (experto en Educación en Ingeniería y Acreditación Internacional, Argentina) menciona que el reto pasa por empoderar a estudiantes y futuros graduados para que crean en (entre otras) “El poder de las personas y el liderazgo. Tratar de aprovechar al máximo las competencias que existen en el equipo de trabajo. En los equipos interdisciplinarios se necesita el aporte de múltiples capacidades. Deben poder encontrar la sinergia en las mejores virtudes de cada uno de ellos, construir relaciones diversas y colaborativas e incluir las capacidades de todos lo que son parte del equipo de trabajo (p.68).

Recientemente (Junio, 2023) la European Journal of Engineering Education publicó en línea un artículo de Fortuin, K. et al. (Universidad de Wageningen, Países Bajos) dedicado a la temática del desarrollo de trayectorias de aprendizaje que “cruzan los límites, las fronteras” o Boundary Crossing -en adelante, BC-. Los autores enfatizan que “la competencia para trabajar juntos y co-crear con otros fuera del propio dominio científico, cultura o práctica profesional es una competencia crítica para que los ingenieros respondan a los desafíos globales” (p.1), considerando a la competencia BC como una competencia genérica, a la vez que los límites, como una oportunidad de aprendizaje. Definen a la competencia BC como “la capacidad de reconocer, buscar, apreciar y utilizar las tensiones y los desafíos que surgen cuando se unen diferentes perspectivas y posiciones” (p.5). Pero, advierten que la mera situación de enfrentar a los estudiantes a los límites o cruces de frontera disciplinar no significa que los utilicen para aprender, co-crear o desarrollar, debido a que, la mayoría de las personas, tiende a evitar tales tensiones sin llegar a explorarlas.

Contactar a un grupo de estudiantes con otro, de una disciplina diferente, no garantiza que se convierta en una experiencia de aprendizaje significativa. Por el contrario, el desarrollo de la competencia BC, como cualquier otra competencia (en tanto capacidades complejas e integradas) requiere apoyo explícito, práctica y entrenamiento en una variedad de situaciones de aprendizaje, con su consecuente retroalimentación y evaluación. Tales situaciones deben diferir en el “tipo de límites a cruzar, el número de límites a cruzar y la complejidad de (cruce de) los límites” (p.11).

2. Metodología

La asignatura Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad se desarrolla conforme al Enfoque Basado en Competencias (EBC).

Adopta la definición de Competencias del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI): “es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” (2006). Las competencias se

refieren tanto al contexto profesional - la situación en la que el profesional debe desempeñarse- como “al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido)”.

Retomando el propósito general de la asignatura (ya señalado): Introducir a los y las estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en la problemática del trabajo interdisciplinar aplicado al área de la Salud, para que sean capaces de diseñar interfaces según criterios de accesibilidad y usabilidad centrados en el usuario con discapacidad; la misma está organizada en tres fases:

FASE 1: Sensibilización y Concientización respecto del paradigma biopsicosocial de la Discapacidad y el rol de las TIC como Apoyos al Funcionamiento de la diversidad funcional.

Con este propósito, y de manera presencial o virtual, se tiene acceso a testimonios de personas con discapacidad, quienes comparten las limitaciones experimentadas en la interacción con productos tecnológicos que fueron o son promocionados como “soluciones de apoyo”. De este modo, los y las estudiantes no solo se acercan al conocimiento de los perfiles de las diversas necesidades funcionales sino también, comienzan a vislumbrar el problema de la tecnología digital cuando, en vez de facilitar, se constituye en una barrera digital; señalada por los propios usuarios que la padecen.

Se espera el Resultado de Aprendizaje No.1 (RA1): Interpreta las dimensiones de la condición de Salud para relacionar el actual paradigma de la discapacidad con el rol de las tecnologías como apoyo, teniendo en cuenta el Modelo CIF-OMS.

FASE 2: Análisis de accesibilidad y usabilidad de software y aplicaciones promocionados para personas con discapacidad.

Los y las estudiantes, organizados en equipos de pares, realizar un Trabajo de Análisis de Accesibilidad con el objetivo de comprobar el cumplimiento de los 38 criterios de conformidad para sitios web de alcance nacional (Disposición 6/2019. Anexo II-Criterios Conformidad Accesibilidad-Argentina). Luego de analizar el sitio asignado mediante testeado manual y automático, deben elaborar un Reporte con la descripción de cada error encontrado, su correspondiente evidencia (captura de pantalla), informando el criterio WCAG incumplido e incluyendo la recomendación pertinente (qué modificar para corregir el error). Finalmente, las conclusiones, que deberán incluir tanto las recomendaciones sobre los principales aspectos a modificar (errores de alta prioridad, tales como el bajo contraste entre texto y fondo que impacte sobre la legibilidad del contenido; o imágenes informativas sin texto alternativo) como las fortalezas del sitio.

RA2: Evalúa sitios y aplicaciones web con el fin de detectar barreras digitales para percibir, operar y/o comprender su contenido, aplicando los criterios de accesibilidad y usabilidad basados en las pautas WCAG vigentes y en las buenas prácticas recomendadas para cada perfil de discapacidad.

FASE 3: Trabajo Integrador Interdisciplinario: Diseño de una interfaz centrada en un usuario con discapacidad en la comunicación o con discapacidad cognitivo-comunicativa.

En esta fase se implementa una experiencia de co-creación entre estudiantes del 4to año de la Licenciatura en Fonoaudiología (Universidad Católica de La Plata-Facultad de Ciencias de la Salud) y estudiantes del 4to año de Ingeniería en Sistemas de Información (Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional La Plata), a partir de un convenio celebrado entre ambas instituciones en el año 2021 y que continúa vigente.

RA.3: Elabora Historias de Usuario para especificar los requerimientos, consensuando con el usuario con discapacidad y/o los expertos de dominio destinatarios de la solución, los criterios mínimos de aceptación.

RA.4: Diseña interfaces Centradas en el Usuario con Discapacidad para cumplir con los criterios mínimos de aceptación consensuados con el usuario con discapacidad y/o los expertos de dominio, debiendo estar presentadas como Mockup interactivo o Prototipo, según la experticia del grupo.

RA.5: Desempeña roles en equipos interdisciplinarios, para asumir responsabilidades de acuerdo a la etapa del proceso de diseño de la solución, integrando las perspectivas de las diversas áreas disciplinares involucradas en el proyecto común.

3. Resultados

3.1 Productos

A partir del año 2021, tres cohortes han desarrollado la experiencia de co-creación; la primera en modalidad virtual, las restantes, en modalidad presencial. Como resultado del trabajo interdisciplinario, se obtuvieron desde entonces hasta la actualidad, 14 Mockups o Prototipos Funcionales (de acuerdo a la experticia de cada grupo). Los Perfiles de Usuarios con Discapacidad, la Necesidad Funcional a satisfacer y el contexto de uso son diversos; por ejemplo, se diseñaron aplicaciones para:

- Estimular la Conciencia Fonológica en niños de 6-7 años con Dislexia para apoyar el tratamiento fonoaudiológico.
- Gestionar las actividades cotidianas de usuarios adolescentes y jóvenes con Trastorno del Espectro Autista (TEA), en el ámbito escolar y en el hogar.
- Gestionar consultas médicas y temas de salud en adulto mayor con Alteraciones del Lenguaje Expresivo (post Accidente Cerebro Vascular).
- Asistir en las secuencias para cocinar en adulto con Alzheimer en Fase 1.

3.2 Procesos

En el proceso de aprendizaje de la cátedra, los y las estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información descubren una nueva área de actuación, decidiendo algunos/as continuar con su propuesta de Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad en la cátedra Proyecto Final de Carrera y en Práctica Supervisada, necesarias para la obtención del título de Ingeniero/a en Sistemas de Información. Otros/as estudiantes, se sumaron a los proyectos del Centro CODAPLI (Codiseño Aplicado) en el Área Sistemas Aplicados a Neurotecnologías -coordinada por la segunda autora del presente trabajo-.

Conclusiones

La experiencia de las tres cohortes de aprendizaje colaborativo interdisciplinario, deja a los integrantes de la cátedra de Diseño Inclusivo para Usuarios con Discapacidad, algunas “lecciones aprendidas”.

Diseñar soluciones software para personas con Discapacidad, sin dudas, requiere el “cruce” de fronteras disciplinares y moviliza recursos (saberes conocer, hacer y ser) en los y las estudiantes de Ingeniería. Ahora bien, que consideren la tensión que genera la conciencia de los límites disciplinares como una oportunidad de aprendizaje que los/las prepara para la creación interdisciplinaria de soluciones innovadoras en su futuro profesional, no es una competencia que se logre por el solo hecho de trabajar con personas de otras disciplinas. Requiere, por el contrario, de una mediación pedagógica que facilite la formación gradual de buenos y buenas “cruzadores y cruzadoras” de los límites disciplinares; una habilidad que, en la práctica educativa, no resulta ser tan “blanda”. Más allá de estas consideraciones, se debe poner en valor la experiencia educativa interdisciplinaria, en tanto facilita el abordaje de situaciones problemáticas más cercanas a la complejidad de la realidad que deberán enfrentar los futuros/as graduados/as.

Un desafío, sobre el cual ya está abocada la cátedra, consiste en mejorar la evaluación de competencias genéricas (y sus respectivas subcompetencias) tales como, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad. Para ello, se propone implementar un mestizaje de técnicas de evaluación (observación participante, listas de cotejo y autoevaluación mediante rúbricas).

Referencias

CONFEDI Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino, Buenos Aires, 2006.

Disposición 6/2019. Oficina Nacional de Tecnologías de la Información (ONTI). Anexo II “Criterios de Conformidad”. Disponible en

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/325000329999/329284/norma.htm>

European Institute for Design and Disability (EIDD) Declaration 2004: Design for All. Disponible en: <https://dfaeurope.eu/>

Fortuin, K. P. J., Gulikers, J. T., Post Uiterweer, N. C., Oonk, C., & Tho, C. W. (2023). Developing a boundary crossing learning trajectory: supporting engineering students to collaborate and co-create across disciplinary, cultural and professional practices. *European Journal of Engineering Education*, 1-24.

Giordano Lerena, R.; Páez Pino, A.; Comp. (2021). “Reflexiones sobre las nuevas demandas para la ingeniería latinoamericana” GEDCLatam-IFEES-CONFEDI-ACOFI-LACCEI. Bogotá, Colombia. LACCEI Ediciones.

Hassan-Montero, Y.; Ortega-Santamaría, S. (2009). Informe APEI sobre Usabilidad. Gijón: Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009, 73pp. ISBN: 978-84-692-3782-3.

Ley 26.653 (2010) de Accesibilidad de la Información en las páginas Web. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/175000-179999/175694/norma.htm>

Newell, A. F., & Gregor, P. (2002). Design for older and disabled people—where do we go from here?. *Universal Access in the Information Society*, 2, 3-7.

Norma ISO 9241-11:2018. Ergonomía de la interacción hombre-sistema — Parte 11: Usabilidad: Definiciones y conceptos. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tunorma/norma?c=N0060329>

Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. Basic books.

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2001). Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud: CIF. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42419/9243545426.pdf>

ONU (Organización de Naciones Unidas) (2006). Convención Internacional sobre los Derechos de las

Personas con Discapacidad. Disponible en: <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconv.pdf>

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

Experiencia de Articulación entre Cálculo Vectorial y Física en Ingeniería: Aplicaciones en Electroestática.

Articulation Experience between Vector Calculus and Physics in Engineering: Applications in Electrostatics

Lorena S. Correa

Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina
lcorrea@inbio.unsj.edu.ar

Laura Oliva

Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina
loliva@unsj.edu.ar

Raúl Correa

Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina
rcorrea@inbio.unsj.edu.ar

Natacha Benavente

Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina
benavente@unsj.edu.ar

María Laura Herrero

Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina
mlherrero@unsj.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una experiencia de articulación en ingeniería. Se implementó una clase de resolución de problemas integradores aplicados en electrostática. Esta metodología permitió que los estudiantes se conviertan en los gestores de su propio aprendizaje movidos por el interés de abordar una temática y darle solución en base a conceptos estudiados por separado con distintos enfoques. El principal objetivo es contribuir al proceso de aprendizaje significativo mediante la vinculación de algunos contenidos que se abordaron en la asignatura Física II en electrostática, con algunos los aprendidos en Cálculo II en la unidad de Integrales, abordando los temas de divergencia integrales de superficie, y campos conservativos y su función potencial. Los resultados de la práctica fueron altamente satisfactorios, demostrando los alumnos la capacidad de resolución de los ejercicios propuestos. Asimismo se realizó una encuesta a fin de analizar la utilidad de esta experiencia.

Palabras clave: Articulación, Electroestática, Cálculo Vectorial

Abstract

This paper presents an articulation experience in engineering. A class based on solving integrative problems applied to electrostatics was implemented. This methodology allowed students to become the managers of their own learning motivated by the interest of addressing a subject and giving it a solution based on concepts studied separately with different approaches. The main objective is to contribute to the significant learning process by linking some contents that were addressed in the Physics II subject in electrostatics, with some of those learned in Calculus II in the Integrals unit, addressing the topics of surface integrals, divergence and conservative fields and their potential function. The results of the practice were highly satisfactory, demonstrating

the students' ability to solve the proposed exercises. A survey was also carried out in order to analyze the usefulness of this experience.

Keywords: Articulation, Electrostatics, Vector Calculus

Introducción

La misión de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan está enfocada en la formación de profesionales que dominen los principios de la ciencia y la técnica, y empleen sus conocimientos en el campo de las competencias propias de cada carrera. No obstante, las mismas presentan una tasa de deserción que va en aumento en los últimos años (Correa R y Correa LS 2022). Diversos factores han contribuido a esta realidad, por un lado la deficiencia de la educación durante la virtualidad impuesta por las medidas preventivas de la pandemia, la escasez de aulas en la Facultad, debida al terremoto del 2021 en la provincia de San Juan, la crisis económica que demanda en los estudiantes la necesidad de trabajar y estudiar al mismo tiempo, etc. Una desventaja adicional de esta problemática actual es la falta de comprensión de los temas abordados que son comunes en el ciclo básico y se abordan desde distintos enfoques, lo que conduce a un aprendizaje fragmentado o en islas.

Previamente, algunos de los autores de este trabajo han desarrollado distintas herramientas de articulación en materias del ciclo básico como fruto de proyectos de investigación que llevan adelante y que tienen por objetivo mejorar las metodologías docentes, acercándose al alumno de manera de evitar el abandono de las carreras y enfocándose en desarrollar capacidades constructivas de conocimiento (Correa LS et al 2022, Oliva et al 2021).

El estado del arte ofrece algunas experiencias similares que explican la necesidad del trabajo interdisciplinar entre las áreas de física y matemática en otras universidades, entre las que podemos destacar (Torroba et al 2019, 2016; Devece et al 2015, Ubaldo et al 2016). Estas investigaciones concluyen que los estudiantes del ciclo básico, no poseen las competencias necesarias para articular por sí solos los conocimientos de manera de comprender en profundidad la modelización matemática de los fenómenos que hace la física. En ellos se recomienda la inclusión de actividades experimentales o su representación a través de simulaciones, pues esto facilita que los estudiantes “visualicen” la aplicación de la matemática en la solución de situaciones concretas. Además, es aconsejable vincular las diferentes notaciones, lenguajes y definiciones propias de cada disciplina.

Considerando estas recomendaciones y teniendo en cuenta el nuevo escenario educativo, se propuso continuar con la formulación de nuevos instrumentos que permitan esa vinculación de conocimientos previos en distintas áreas y que hagan a las veces de repaso de determinados conceptos de interés.

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica de articulación entre los cursos de Física II y Cálculo II. La propuesta surge a partir de reuniones de los pares docentes del área de Matemática y del área de Física, donde se analizaron los contenidos de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería. Se observó que si bien las asignaturas de Cálculo II y Física II se dictan en el mismo semestre del segundo año para las carreras de Ingeniería, los contenidos matemáticos de cálculo vectorial requeridos en Física II para una interpretación acabada de las fórmulas utilizadas en los ejercicios de flujo eléctrico y potencial eléctrico de campos conservativos, son vistos de manera posterior en el curso de Cálculo II. Esto lleva al docente de Física a tener que emplear simplificaciones en los ejemplos de aplicación de manera de poder resolver las integrales de una manera más sencilla, en función de una sola variable.

Desarrollo

En reuniones previas el equipo acuerda los ejercicios a presentar teniendo en cuenta las distintas nomenclaturas, y el desarrollo de la práctica, la cual se implementa mediante una presentación en proyector con asistencia de los docentes de ambas asignaturas en un horario y aula convenidas.

Durante la experiencia se presentan dos ejercicios integradores aplicados en el área de la electrostática, del mismo nivel de complejidad que los trabajados en clase durante el cursado de Física II y Cálculo II. En éstos se aplican los conceptos vistos en ambas asignaturas:

-Física II: flujo de campo eléctrico, potencial eléctrico, distribución volumétrica de carga, Ley de Gauss (Sadiku 2003).

-Cálculo II: campos conservativos y su función potencial, Teorema Fundamental de Integrales de Línea, integrales de superficie para campos escalares y vectoriales, divergencia de un campo vectorial, Teorema de Gauss e integrales de volumen en coordenadas esféricas (Larson et al 2000).

Estos ejercicios se trabajaron junto a los estudiantes destacando los puntos en común y cómo se relacionan entre sí. Asimismo, los estudiantes tuvieron una participación activa en la solución de los mismos, empleando las habilidades aprendidas y concluyendo sobre los temas abordados.

Experiencia didáctica

En primer lugar se hace referencia a la Ley de Gauss, que establece que el flujo eléctrico total ϕ a través de cualquier superficie cerrada es proporcional a la carga total encerrada Q por esa superficie. El procedimiento para aplicar la Ley de Gauss al cálculo del campo eléctrico supone saber antes si existe simetría. Una vez detectada una distribución simétrica de carga, se elabora una superficie cerrada matemática (llamada superficie gaussiana), de manera que el campo eléctrico sea normal o tangencial a la superficie (Sadiku 2003).

A continuación, se presentan los ejercicios propuestos

Ejercicio 1: Esfera en el vacío con carga uniforme (Fig. 1): Se considera una esfera no conductora de radio a con una distribución de carga uniforme ρ_v .

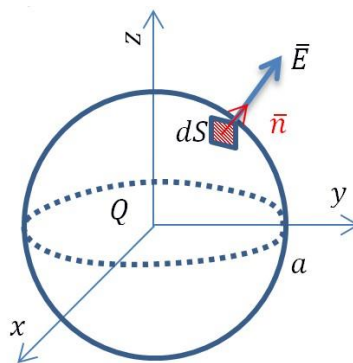


Figura 1: Dibujo esquemático de la esfera de carga uniforme.

Se pide al estudiante determinar el campo eléctrico en un punto dentro de la esfera y determinar el campo eléctrico en un punto fuera de la esfera.

Solución:

Para el primer caso se considera una superficie gaussiana esférica con radio $r \leq a$. En este caso la carga total encerrada Q_{ENC} por la superficie esférica de radio r se puede expresar a través de la Ley de Gauss:

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad (1)$$

donde ϵ_0 es la constante de permitividad eléctrica en el vacío.

Teniendo en cuenta que la densidad de carga volumétrica está vinculada al campo eléctrico a través de la divergencia de la siguiente manera (Se hace en este momento la primera vinculación de contenidos a través del concepto de divergencia)

$$\frac{\rho_v}{\epsilon_0} = \text{div}(\vec{E}) = \vec{\nabla} \cdot \vec{E} \quad (2)$$

En segundo lugar, se vincula la Ley de Gauss como un caso particular del Teorema de Gauss en el cual el flujo del campo eléctrico lo podemos determinar como una integral de volumen (donde V es el volumen rodeado por la superficie gaussiana de radio r)

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \frac{\rho_v}{\epsilon_0} dV \quad (3)$$

Dado que tanto la densidad volumétrica de carga ρ_v como la constante de permitividad ϵ_0 son constantes

$$\frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \frac{\rho_v}{\epsilon_0} \iiint_V 1 dV \quad (4)$$

En este punto se hace hincapié en la solución de la integral de volumen con coordenadas esféricas. La cual resulta proporcional al volumen de la esfera,

$$Q_{ENC} = \rho_v \int_0^{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_0^r \rho^2 \cos \psi d\rho d\psi d\varphi \Rightarrow Q_{ENC} = \rho_v \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (5)$$

Asimismo, si resolvemos el cálculo de flujo a través de la integral de superficie, nos queda

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad (6)$$

De la aplicación de la Ley de Gauss:

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \oiint_S \vec{E} \cdot \vec{n} dS \quad (7)$$

Puesto que para este ejercicio \vec{E} normal en todas partes a la superficie el producto escalar de $\vec{E} \cdot \vec{n} = \|\vec{E}\| \cdot \|\vec{n}\| \cos(0) = \|\vec{E}\|$

Luego, sacando esta constante fuera de la integral de superficie:

$$Q_{ENC} = \epsilon_0 \|\vec{E}\| \oiint_S dS \quad (9)$$

Que resulta proporcional al área lateral de la esfera. En este punto se calcula el área lateral de la esfera a través del uso de las integrales de superficie para campos escalares

Por cuanto

$$Q_{ENC} = \epsilon_0 \|\vec{E}\| \int_0^{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} r^2 \cos u du dv = \epsilon_0 \|\vec{E}\| 4\pi r^2 \quad (10)$$

Como las expresiones (5) y (10) son iguales, luego

$$Q_{ENC} = \epsilon_0 \|\vec{E}\| 4\pi r^2 = \rho_v \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (11)$$

A partir de la cual, se puede despejar la magnitud del campo eléctrico (que sería igual a la componente de \vec{E} en dirección de la normal a la superficie S)

$$\|\vec{E}\| = \frac{\rho_v \frac{4}{3} \pi r^3}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho_v r}{3\epsilon_0} \quad (12)$$

Como puede observarse en la figura 2, gráficamente la componente del campo eléctrico es una función lineal de la distancia al origen mientras $r \leq a$.

Para el segundo caso se considera una superficie gaussiana esférica con radio $r \geq a$. En este caso la superficie gaussiana encierra la totalidad de la carga, luego aplicando los mismos conceptos

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \frac{\rho_v}{\epsilon_0} \iiint_V 1 \, dV \quad (13)$$

$$Q_{ENC} = \rho_v \int_0^{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \int_0^a \rho^2 \cos \psi \, d\rho \, d\psi \, d\phi \Rightarrow Q_{ENC} = \rho_v \frac{4}{3} \pi a^3 \quad (14)$$

Por lo que al igualar las expresiones quedará

$$\|\vec{E}\| = \frac{\rho_v \frac{4}{3} \pi a^3}{\epsilon_0 4\pi r^2} = \frac{\rho_v a^3}{3\epsilon_0 r^2} \quad (15)$$

Dando como resultado una relación no lineal inversamente proporcional, entre la magnitud del campo y la distancia al origen del punto bajo análisis, cuando $r \geq a$. Como puede observarse en la gráfica de la figura 2.

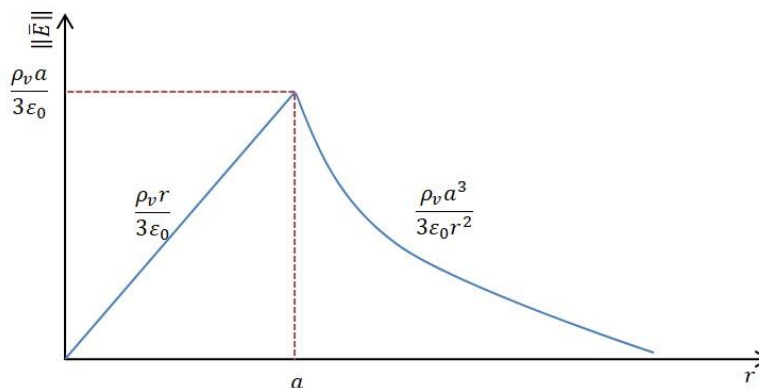


Figura 2: Gráfica esquemática de la relación entre la magnitud del campo eléctrico generado por una esfera con carga uniforme en función de la distancia al origen de la esfera.

Ejercicio 2: Cálculo del potencial eléctrico si se conoce el campo eléctrico variable a través de una superficie cúbica (Basado en ejercicio propuesto en Sadiku 2003).

Si se sabe que la intensidad de campo eléctrico viene dada por $\vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} (2y^2 + z, 4xy, x)$. Se pide determinar:

- La densidad de carga volumétrica en el punto $P(-1,0,3)$.

- b) El flujo eléctrico a través del cubo definido por $0 \leq x \leq 1$; $0 \leq y \leq 1$; $0 \leq z \leq 1$.
c) La carga total encerrada por el cubo.
d) El potencial eléctrico V .

Solución:

a) Nos remitimos a la relación dada en (2), $\frac{\rho_v}{\epsilon_0} = \text{div}(\vec{E}) = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}$

Por cuanto calcularemos la divergencia de \vec{E}

$$\rho_v = \epsilon_0 \text{div}(\vec{E}) = \epsilon_0 \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \epsilon_0 \left(\frac{\partial}{\partial x} (2y^2 + z) + \frac{\partial}{\partial y} 4xy + \frac{\partial}{\partial z} x \right) \quad (16)$$

Luego la *densidad volumétrica de carga* resulta $\rho_v = 4x$, la cual evaluada en el punto $P(-1,0,3)$ es $\rho_v = -4$.

b) Para determinar el flujo a través de la superficie cúbica aplicaremos la ecuación (3), que resulta en integral de volumen que se calcula en coordenadas cartesianas como: $\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \frac{\rho_v}{\epsilon_0} dV$

$$\phi = \frac{Q_{ENC}}{\epsilon_0} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^1 \int_0^1 \int_0^1 4x \, dx \, dy \, dz = \frac{2}{\epsilon_0} \quad (17)$$

c) Para determinar la carga eléctrica encerrada despejamos de la ecuación anterior $Q_{ENC} = \epsilon_0 \phi = 2$.

d) Finalmente, para calcular el potencial eléctrico, observamos la relación con la definición de campos conservativos o gradiente:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} \cdot V(x, y, z) = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}, \frac{\partial V}{\partial y}, \frac{\partial V}{\partial z} \right) = -(V_x, V_y, V_z) \quad (18)$$

En base a esto se puede determinar el potencial eléctrico de manera análoga (salvo por el signo negativo, ver referencias para más detalle) a como se encontraba la función potencial para campos gradientes en Cálculo II, es decir

$$V = -\frac{1}{\epsilon_0} \int (2y^2 + z) dx = -\frac{1}{\epsilon_0} (2xy^2 + zx) + C_1 \quad (19)$$

$$V = -\frac{1}{\epsilon_0} \int 4xy \, dy = -\frac{1}{\epsilon_0} 2xy^2 + C_2 \quad (20)$$

$$V = -\frac{1}{\epsilon_0} \int x \, dz = -\frac{1}{\epsilon_0} xz + C_3 \quad (21)$$

Finalmente, de las ecuaciones (19–21) el potencial del campo $\vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} (2y^2 + z, 4xy, x)$ será $V = -\frac{1}{\epsilon_0} (2xy^2 + zx) + C$

A partir del cual se puede determinar la diferencia de potencial entre dos puntos. Queda comprobar que $\vec{E} = -\vec{\nabla} \cdot V$

Encuesta

A continuación de las conclusiones de los ejercicios se entrega al alumno una encuesta a fin de indagar su participación y la utilidad que le supone este tipo de prácticas. El resultado de la misma indica que: todos los estudiantes pudieron reconocer los conceptos matemáticos utilizados; si bien una parte importante (aproximadamente el 30%) de los estudiantes que participaron no había cursado Física II, pudieron entender la aplicación de los conceptos matemáticos estudiados en la unidad de integrales, indicando además que sería de provecho cuando pudieran cursarla el semestre siguiente; y todos los estudiantes valoraron positivamente la realización de este tipo de prácticas de articulación para la comprensión de los temas estudiados por separado.

Conclusiones

En esta propuesta se acordaron las metodologías y terminologías que se usaron en el tema propuesto, se diseñó el material didáctico con la bibliografía disponible en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, se diseñó e implementó una encuesta a alumnos sobre los temas vinculantes. Se diseñó y se expuso una experiencia didáctica de enseñanza de la física con un aprendizaje significativo vinculado con el cálculo vectorial a partir de la solución de ejercicios simples de aplicación en electrostática. Mediante esta práctica se articularon conceptos aprendidos previamente en física y en matemática con distintos puntos de análisis. Los estudiantes participaron activamente de la práctica y fueron capaces de resolver de manera grupal las situaciones problemáticas planteadas y manifestaron a través de la encuesta una valoración positiva de la misma. En conclusión, se promovió el desarrollo de estrategias pedagógicas de las áreas involucradas a fin de lograr la formación de habilidades de pensamiento de sus estudiantes, consiguiendo de esta manera una mejor comprensión y aprendizaje de los contenidos.

Referencias

Correa LS, Cuesta AC, Correa R, Oliva L, (2022) "Diseño e Implementación de Herramientas Virtuales de Articulación en Ingeniería", I Congreso Latinoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Correa R, Correa LS, (2022), "Descripción y análisis sociocultural del contexto áulico en carreras de Ingeniería (UNSJ)", III Jornadas Nacionales y IV Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas 2022.

Devece, E., Di Domenic Antonio, R., Torroba, P., Trípoli, M. (2015), "Experiencia de Articulación entre Matemática A y Física I", Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.

Larson RE, Hostetler R, Edwards BH (2000) "Cálculo y Geometría Analítica", Cap 14 Análisis Vectorial. Vol 2 Sexta Edición Editorial ISBN 84-481-2353, Impreso en España, Mc Graw Hill.

Oliva L, Chirino A, Castro MR, Mercado H (2021). "Flujo de un Campo Vectorial. Contextualización de saberes". Reunión de Educación Matemática virtUMA 2021.

Torroba P, Devece E, Trípoli M, Aquilano L (2016). "Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una facultad de ingeniería". Revista De Enseñanza De La Física, 28, 91–99.

Torroba P, Trípoli M, Devece E, Aquilano L (2019). "Implementación de una propuesta sobre vectores, para articular matemática y física, con uso de TIC y actividad experimental" Revista de Enseñanza De La Física, 31, 697–705.

Ubaldo P, Flores L, Ojeda AM (2016). "Sistemas de ecuaciones lineales y la enseñanza de tensiones en el laboratorio de física en el bachillerato tecnológico". En Flores, Rebeca (Ed.), Acta Latinoamericana de Matemática Educativa (pp. 591-599). México, DF:

Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Sadiku MN (2003) "Elementos de Electromagnetismo". Cap 4 Electrostática. Tercera edición. Editorial Oxford University Press. ISBN 970-613-672-X.

Estudio de las concepciones de tecnología de estudiantes avanzados de ingeniería. Avances metodológicos en la investigación

Study of the conceptions of technology of advanced engineering students. Methodological advances in research

Leandro Altamirano

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

Elida Clara Repetto

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

Milena Ramallo

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

Rosa Giacomino

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

Francisco Sollima

Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
francisco@sollima.net

Gerardo Denegri

Facultad Regional La Plata., Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
gdenegri@frba.utn.edu.ar

Esteban Cuerda

Facultad Regional La Plata. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
estebancuerda@gmail.com

Santiago Raynoldi

Facultad Regional Chubut, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina
sraynoldi@gmail.com

María Eugenia Lardit

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

Mariela Marone

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

Resumen

El objetivo de esta comunicación es compartir el análisis sobre el diseño de una encuesta que explora las concepciones de tecnología de los estudiantes avanzados de Ingeniería Industrial relacionadas con sus experiencias laborales y la formación universitaria, de la Facultad Regional Buenos Aires, La Plata y Chubut (UTN). El marco referencial nos permitió avanzar en el plano metodológico. Entendemos por experiencia laboral el tiempo en que se ha realizado una actividad remunerada y los conocimientos adquiridos al desarrollarla. Y, por formación universitaria, el desarrollo del conocimiento científico, profesional, humanístico y técnico en el más alto nivel. Estos aspectos están ligados a la formación profesional, puesto que los estudios y el conocimiento desarrollados en el ámbito universitario persiguen la inserción laboral. Analizar el diseño de la encuesta nos permitió profundizar la naturaleza compleja del objeto a evaluar, así como reforzar la validez y confiabilidad del instrumento. Asimismo, se puso a prueba la métrica de las cinco escalas, a fin de garantizar información pertinente y precisar el cuestionario.

Palabras clave: tecnología, concepciones, ingeniería, formación universitaria, experiencia laboral.

Abstract

The aim of this communication is to present an analysis of a survey's design, which investigates the conceptions about technology held by Industrial Engineering's advanced students. These students are enrolled in the UTN Regional Faculties of Buenos Aires, La Plata, and Chubut. The survey explores their conceptions on technology in relation to their work experiences and university education. The referential framework allowed us to advance on the methodologies. We understand work experience as the time in which a paid activity is carried out, and the knowledge acquired in the process. And, by university education, the development of scientific, professional, humanistic, and technical knowledge at the highest level. These aspects are linked to professional training, given that they both pursue labor insertion. Analyzing the survey design allowed us to delve deeper into the complex nature of the object under evaluation, as well as strengthen the validity and reliability of the instrument. Likewise, the five-scaled metric was put to the test, in order to guarantee relevant information and to refine the questionnaire accordingly.

Keywords: technology, conceptions, engineering, university education, work experience.

Introducción

En este trabajo se sintetizan los aportes teóricos principales relacionados con las variables del estudio de las concepciones de los estudiantes avanzados de Ingeniería Industrial vinculadas con sus experiencias laborales y la formación universitaria. La investigación se desarrolla en las Facultades Regionales Buenos Aires, La Plata y Chubut (UTN). En primer lugar, exponemos las conceptualizaciones relacionadas con las perspectivas de tecnología, así como las definiciones en torno a la experiencia laboral y la formación universitaria. En segundo lugar, nos aproximamos a la noción de concepciones y el abordaje metodológico propuesto para su estudio. En tercer lugar, analizamos el diseño de la encuesta pensada para captar el sentido de las concepciones, evidenciando la complejidad del objeto de estudio y las propias mediciones. Por último, brindamos algunas reflexiones.

El marco referencial

Los estudios CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) han tomado la tarea de problematizar la producción, movilización, y uso de conocimientos y tecnologías a lo largo de la historia. Bajo diversas perspectivas, involucraron a las ciencias sociales en el análisis de la producción tecnocientífica. Sin embargo, el diálogo fluido entre estos campos de estudios y los planificadores,

gestores, y diseñadores en ciencia y tecnología sigue siendo una tarea pendiente. Entre otras cosas, la inexistencia o dificultad de establecer lenguajes compartidos ha sido un obstáculo recurrente.

No obstante, y particularmente en ingenierías, el vínculo entre problemas sociales y problemas tecnocientíficos es muy estrecho. Michel Callon, sociólogo e ingeniero francés, referente del campo de los estudios sociales de la ciencia (CTS), ha dicho con mucha claridad que los ingenieros hacen constantemente análisis sociológicos. Específicamente dice que “los ingenieros que elaboran una nueva tecnología, así como aquellos que participan en una fase u otra de su diseño, desarrollo y difusión, constantemente construyen hipótesis y formas de argumentación que les empujan al campo del análisis sociológico” (Callon, M., 1998). De hecho, va un poco más allá, y dice que se transforman en “ingenieros-sociólogos”, en línea con la idea de que los análisis sociológicos, tecnocientíficos y económicos están permanentemente entrelazados en un tejido sin costuras (Hughes, T.P., 1983).

El rol de las y los ingenieros/as resulta importante en problemas sociales que requieren soluciones científicas y tecnológicas, dado que además de implicar una dificultad por sus múltiples dimensiones (sociales, políticas, tecnológicas, territoriales, ambientales, etc.), la forma de resolverlos está directamente vinculada con el modo en que se abordan, es decir, los enfoques bajo los cuales se proponen maneras de intervenir sobre la realidad. De esta manera, los sesgos que puedan producirse tendrán que ver con los límites de las visiones, los determinismos, o las relaciones sociales complejas que puedan darse por sentado a la hora de pensar respuestas tecnológicas.

Es por eso que analizar las concepciones de tecnología desde los lugares nodales de la formación profesional en ingeniería - las carreras universitarias- nos permite abordar la tarea de comprender en parte los límites sobre los cuales las y los futuros ingenieros/as serán capaces de brindar soluciones tecnológicas. Esas soluciones, cada vez más se proyectan en el tiempo y se realizan a partir de inferencias en las que las concepciones son cada vez más relevantes. Es por eso que nos interesa rescatar la noción de imaginarios sociotécnicos, para decodificar el modo en que se perfilan los y las estudiantes a la hora de pensar soluciones de ciencia y tecnología orientadas a futuro.

Los imaginarios sociotécnicos son formas imaginadas colectivamente de vida y orden social, visiones compartidas de futuros deseables que pueden ser alcanzados a través de la ciencia y la tecnología. Estos imaginarios tienen incidencia en el modo en que los ingenieros e ingenieras y otros actores relevantes construyen su percepción sobre lo que es un problema social, y moldean así la construcción de problemas tecnológicos y sus soluciones.

En este contexto, cuestiones de relevancia pública suelen implicar una serie de vínculos problema-solución que trascienden a su emergencia específica, y que dialogan con formas imaginadas del pasado y el futuro. Entonces, identificar modos en que los vínculos problema-solución se manifiestan de antemano en forma de imaginarios sociotécnicos compartidos nos puede ayudar a entender los distintos enfoques producidos por las concepciones de ciencia y tecnología que los y las estudiantes asimilan en sus carreras universitarias.

De esta manera, proponemos la construcción de tipologías alrededor de diversos indicadores que extraemos del Cuestionario de Opiniones y Creencias Sobre Ciencia Tecnología y Sociedad (COCTS). Esperamos identificar perfiles que, más allá de responder a visiones que podemos ubicar en ciertos determinismos, puedan asociarse a modos arquetípicos de pensar a la tecnología resolviendo los problemas sociales del futuro. Ejemplos de estos modos o imaginarios sociotécnicos podrían ser: imaginario mercantil, en base a las libertades del mercado; imaginario industrialista, con foco en el agregado de valor; imaginario ambientalista, orientado a las tecnologías sustentables; imaginario de la economía circular, con foco en la eficiencia; imaginario centrado en las tecnologías de la cuarta revolución industrial, con intereses en inteligencia artificial e “internet en las cosas”;

etcétera. Estas configuraciones, que no son excluyentes entre sí y de ningún modo agotan las posibilidades a registrar, pueden ayudarnos a entender cómo la formación universitaria, y las nociones de tecnología resultantes operan en los modos en que los ingenieros e ingenieras se representan soluciones tecnológicas acordes a la vida y el orden social que proyectan como deseable o aceptable para su futuro.

Desarrollo

Las dimensiones experiencia laboral y formación universitaria

La experiencia laboral comprende el tiempo en el que una persona ha efectuado una actividad bajo un contrato de trabajo. Esta noción, en ocasiones, aparece estrechamente vinculada a la experiencia profesional, definida ésta última como los conocimientos o habilidades que ha adquirido una persona y que le posibilita desarrollar de modo íntegro una actividad remunerada.

Una de las acepciones de la Real Academia de la Lengua define a la experiencia como “la práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo”; por profesión “el empleo, facultad u oficio que alguien ejerce y por el que percibe una retribución”; y por profesional “aquellas personas que practican habitualmente una profesión de la cual viven”. En campos como el Derecho del Trabajo estas distinciones no son tan claras. La experiencia profesional queda sujeta a la “adquirida por aquellas personas que ejercen una profesión u oficio...”.

A su vez, si la actividad se desenvuelve en el marco de la relación laboral, se hace referencia a la experiencia laboral y únicamente alcanza relevancia como categoría de empleabilidad adentro o afuera de dicha relación. En el caso del factor tiempo, se fija como condición común para ambas experiencias. Lo significativo hasta aquí está puesto en las competencias adquiridas o desarrolladas durante la experiencia dado que son las competencias profesionales las que van a conformar, en definitiva, la experiencia profesional de un trabajador adquiridas a través de su experiencia laboral o de vías formales o no formales de formación.

En cuanto al concepto de formación universitaria, ésta tiene -entre otros- objetivos de “dar formación científica, profesional, humanística y técnica en el más alto nivel” y “generar y desarrollar conocimiento en todas sus formas” (Ley de Educación Superior, LES, 1995). Tales aspectos, podemos decir, se encuentran ligados a lo que llamamos formación profesional, puesto que los estudios y el conocimiento desarrollados en el ámbito universitario persiguen la finalidad de que los/as estudiantes, eventualmente, se inserten en el mundo laboral.

De hecho, si retomamos el concepto de formación profesional enunciado por la UNESCO, nos encontramos con la afirmación de que la formación profesional “se ocupa de impartir conocimientos, destrezas o capacidades para el mundo del trabajo desde la educación secundaria y a lo largo de la vida” (UNESCO, 1989). Esto es importante para pensar la noción en términos universitarios. Por su parte, Ruiz de Vargas, Jaraba Barrios y Romero Santiago, reflexionan sobre ambos conceptos y sostienen que:

“la universidad, en su proceso de formación académica y en sus áreas de especialización profesional, tiene unos objetivos claros con el profesional que egresa de ella y se sumerge en el contexto local, regional, nacional e internacional, el cual debe responder a los retos del mundo del trabajo.” (Vargas, Barrios, Santiago, 2005).

Específicamente, en este trabajo diremos que la formación universitaria es una dimensión de la formación profesional. En este sentido, la recomendación 150 de la OIT afirma que la formación profesional tiene por objeto: “descubrir y desarrollar las aptitudes humanas para una vida activa productiva y satisfactoria y, en unión con las diferentes formas de educación, mejorar las

aptitudes individuales para comprender individual o colectivamente cuanto concierne a las condiciones de trabajo y al medio social, e influir sobre ellos.” (OIT, 1975).

En línea con ello, adoptamos la visión de Fernando Casanova en su trabajo Formación profesional y relaciones laborales. Allí, se remite a la anterior definición de la OIT y delimita que la formación profesional es: a) una actividad de tipo educativo; b) una actividad vinculada a los procesos de transferencia, innovación y desarrollo de tecnología; y c) un hecho laboral. Con respecto a la dimensión educativa, afirma:

“se orienta a proporcionar los conocimientos, habilidades y destrezas necesarios para desempeñarse en el mercado de trabajo, sea en un puesto determinado, una ocupación o un área profesional. Actúa a su vez de forma complementaria a las otras formas de educación, formando a las personas no sólo como trabajadores sino también como ciudadanos.” (Casanova, F.,2003)

En la formación tecnológica, donde las aptitudes buscadas se relacionan directamente con el quehacer laboral en ciencia y tecnología, podemos decir que la definición de formación profesional tiene numerosos puntos de contactos con la de formación universitaria y las actividades de desarrollo. No obstante, en nuestro estudio abordaremos al ámbito educativo como uno de los espacios que resulta ser una fuente de conocimientos, habilidades y destrezas que incide en las concepciones sobre tecnología, entre otros posibles, que planteamos como alternativas (mundo laboral, divulgación, etc.). Teniendo en cuenta estas dimensiones, fijamos como variable clave en el análisis de concepciones a la participación de los y las encuestados/as en experiencias de tipo laboral.

Decisiones metodológicas

Los referentes teóricos que se ocuparon del análisis de las prácticas educativas entendieron que el término concepciones suele adquirir, con frecuencia, connotaciones similares y en muchas ocasiones esos significados se acercan a las “teorías implícitas”, o a las “creencias”, como así a las “suposiciones”, conceptos, significados, reglas, proposiciones, imágenes mentales, preferencias, etc., configurando cómo las personas se enfrentan a diferentes fenómenos. En cambio, otros autores definen que las concepciones son “marcos organizativos” que sustentan los conceptos y por ende poseen un aspecto cognitivo y metacognitivo, difíciles de ser observables (Contreras, 1998).

En los enfoques teóricos más significativos, las concepciones surgen y adquieren sentido en la construcción del sujeto, en entornos sociales fundamentados en la experiencia y relacionadas en situaciones culturalmente compartidas. Así se construyen en interacción con otros y de esta manera, nuestra visión de la realidad está influida directamente por el entorno que nos rodea (Pozo, J.,2006). Asimismo, para la psicología educativa que prioriza el aspecto conductual, identificar actitudes permitiría anticipar comportamientos. En esos estudios, la definición de actitud abarca tres elementos: el cognoscitivo, el afectivo y el conductual, mientras la actitud es entendida como la predisposición aprendida para proceder favorable o desfavorablemente con respecto a un determinado objeto. El elemento conductual se identifica con los modos de actuación del sujeto. El aspecto emocional supone la posición afectiva, es decir los sentimientos, preocupaciones, sensaciones, etc., los cuales definen preferencias o gustos. Y el cognoscitivo alude a los conocimientos y el conjunto de creencias del sujeto y los diversos usos. Los tres elementos poseen igual importancia ya que, independientemente de la conducta del sujeto, al momento elegir, le precederá un conocimiento o creencia, un sentimiento o una emoción, y un repertorio de conductas.

El cuestionario conocido con el nombre Views on Science-Technology-Society (VOSTS), que fue elaborado por Aikenhead, Fleming y Ryan en Canadá (Aikenhead, G. et al, 1987), fue muy utilizado en las investigaciones que tenían como objetivo la comprensión de las dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología, algunas de la cuales se centraron en las “actitudes “como

objeto de investigación. Este instrumento ha tenido sucesivas modificaciones incluyendo temas de interés para el campo de estudio CTS. El VOSTS (sus siglas en inglés) continúa siendo el instrumento de mayor difusión y aceptación para las investigaciones de las concepciones, creencias y opiniones acerca de las relaciones CTS. En el cuestionario el concepto de tecnología aparece como un elemento de la tríada ciencia-tecnología-sociedad.

De estudios anteriores sobre evaluación de actitudes (Manassero Mas, M. et al, 2001) surge el Cuestionario de Opiniones y Creencias Sobre Ciencia Tecnología y Sociedad (COCTS) como una de las principales contribuciones en la línea de investigación en educación CTS con el objeto de evaluar las actitudes hacia las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. La tecnología en particular, objeto que nos ocupa y preocupa por ser el núcleo de nuestra indagación, supone la inclusión de diversas áreas de conocimientos y los distintos aspectos de la vida humana que se ven reflejados en ella, plantean diversas opciones.

El diseño de la encuesta siguió la base del COCTS. Los ítems aplicados en el cuestionario siguen el formato de elección múltiple en los que se valora el grado de acuerdo/desacuerdo sobre una escala de cinco puntos. Las valoraciones de los ítems se traducen en índices acerca de las actitudes clasificadas en tres categorías: Adecuada, Plausible e Ingenua. En cuanto a las dimensiones de la encuesta, las mismas están definidas por la perspectiva CTS sobre la Ciencia y la Tecnología, con la incorporación de un conjunto de variables relacionadas entre sí. Así, las preguntas específicas acerca de cómo la experiencia laboral determina una concepción están orientadas a indagar el tipo de trabajo (de gestión/organización industrial, del área de ingeniería, distinto a gestión/organización industrial) y el tipo de empresa/institución (industrial o afines; no industrial). También se indaga sobre el tipo de tareas (investigación, producción, marketing, sistemas, etc.)

Las preguntas vinculadas a la formación universitaria apuntan a identificar cuáles son las capacidades y los conocimientos asociados con la carrera que influyen en la forma de entender a la tecnología. Con ese objetivo, se indaga sobre la participación en proyectos de investigación, jornadas, cursos de capacitación, colaboración en alguna cátedra, obtención de becas, entre otros. Es importante precisar que consideramos estudiantes avanzados a aquellos que han completado los niveles de sus formaciones académicas que presentan mayor composición de materias generales, y se encuentren cursando los niveles conformados por materias específicas. Tomamos como referencia que posean el 75% de materias aprobadas que en el caso de la carrera de Ingeniería Industrial (Plan 2007), equivale a 34 materias aprobadas de un total de 46. Y para la Licenciatura en Organización Industrial, ese porcentaje corresponde a 24 materias aprobadas de un total de 32.

Al momento de esta comunicación, la encuesta se encuentra en proceso de elaboración con el objetivo de llevar adelante su implementación en el segundo semestre de 2023.

Conclusiones

La naturaleza compleja del objeto a evaluar, como la multiplicidad de componentes que intervienen en las concepciones, plantea la búsqueda de una metodología de investigación precisa y confiable. Por lo tanto, hemos considerado algunas cuestiones que deben atenderse respecto del instrumento COTCS.

Mencionemos en principio que se restringe a la concepción como actitud. Para algunos autores (Acevedo Díaz, J. et al, 2003) son “una disposición psicológica personal que implica la valoración, positiva o negativa, de un objeto, mediante respuestas explícitas o implícitas, que contienen a la vez elementos cognitivos, afectivos y de conducta”.

Otra cuestión importante es la idea de la “percepción inmaculada” expresada por Aikenhead, Fleming y Ryan (Aikenhead, G. et al, 1987) para quienes tanto el investigador como los participantes comprenden de la misma forma el texto de un cuestionario. El acuerdo o la discrepancia con una frase siempre responde a las mismas razones pensadas por los diseñadores del cuestionario.

Asimismo, hay que considerar que los instrumentos son construcciones subjetivas, ya que en ellos están impresas las creencias o prejuicios de quienes lo elaboran. Es una posible limitación para acceder a las concepciones propias de los encuestados.

Respecto del análisis de los resultados, es difícil valorar numéricamente las actitudes, es decir, asignar un valor numérico a “adecuada” o “inadecuada”. En general, los cuestionarios normalizados limitan la posibilidad de extraer conclusiones significativas.

Sin embargo, consideramos junto a algunos autores (Manassero Mas, M. et al, 2001) que la encuesta de opción múltiple con varias posibles respuestas permite analizar cualitativamente las opiniones de los sujetos. Este tipo de preguntas permite extraer información diversa acerca de las creencias de los encuestados facilitando el análisis estadístico y su procesamiento al momento de la interpretación y organización de los datos. Por otro lado, el diseño de los cuestionarios evita la ambigüedad de respuestas e información poco relevante que posteriormente puede entorpecer la interpretación de los resultados. Así, el análisis sobre el diseño de la encuesta nos permitió reforzar la validez y confiabilidad del instrumento.

Finalmente, considerando las virtudes y los defectos de la encuesta de opción múltiple, hacemos notar que el “test/re-test”, encuadrado en el modelo de investigación-acción, resulta es muy conveniente para registrar cambios en las concepciones.

Referencias

- Acevedo Díaz, J.; Vázquez Alonso, A.; Manassero Mas, M.; Acevedo Romero, P. (2003). *Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 2, N.º 3, 353376. Recuperado en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_9.pdf
- Aikenhead, G.S.; Fleming, R; Ryan, A. (1987). *High school graduates' beliefs about science, technology, and society 1. Methods and issues in monitoring student's views*. Science Education, 71(2), 145-161.
- Callon, M. (1998). *El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico*. Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad, 143-170.
- Casanova, F. (2003). *Formación profesional y relaciones laborales*. Montevideo: CINTERFOR, (Sindicatos y Formación, 4), 77.
- Contreras, L. (1998) “Resolución de problemas: un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula”. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. <https://core.ac.uk/download/pdf/60639549.pdf>.
- Hughes, T. P. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: John Hopkins, Univ. Press.
- Jasanoff, S. (2015). *Future Imperfect: Science, Technology, and the Imaginations of Modernity*. En Jasanoff, S. y Sang-Hyun, K. (Ed.), *Dreamscapes of Modernity: Sociotechnical Imaginaries and the Fabrication of Power*. Chicago, USA: University of Chicago Press, 1–33.
- Manassero Mas, M y Vázquez Alonso, A. (2001). *Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa [S.I.], n. 27, 2001 Recuperado en: <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7314/7640>.

Pozo, J. (2006). *La cultura del aprendizaje en la sociedad del conocimiento*. En Pozo, J.; Scheuer, N.; Pérez Echeverría, M.; Mateos, M.; Martín, E.; De la Cruz, M. (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.

Ruiz de Vargas, M.; Jaraba Barrios, B.; Romero Santiago, L. (2005). *Competencias laborales y la formación universitaria*. *Psicología desde el Caribe*, núm. 16, Barranquilla, Colombia: Universidad del Norte, 64-9.

Desarrollo de competencias mediante Aprendizaje Basado en Proyectos

Development of competences through Project-Based Learning

Adriana Lescano

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela
lescanoadri@gmail.com

Jesica Puy

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Venado Tuerto
jesica.puy@gmail.com

Andrés Puy

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela
andi.puy@gmail.com

Resumen

La visión situada del aprendizaje es un proceso diverso, heterogéneo y distribuido, que se desarrolla de forma gradual y progresiva, implica la conexión inseparable entre la afectividad, el pensamiento y la acción. Según esta concepción, las oportunidades de aprendizaje dependen del tipo de interacciones que se generan en situaciones en las que los sujetos participan, así como de las estrategias y recursos utilizados en la enseñanza. Con el objetivo de desarrollar competencias genéricas en los distintos espacios curriculares de las carreras de Ingeniería, se presenta una propuesta de aprendizaje basado en proyectos, una actividad en la cual los estudiantes aprenden a través de la realización de trabajos prácticos y significativos. En lugar de recibir información pasivamente, los alumnos se involucran activamente en la investigación, la resolución del problema y la creación de productos que demuestran su comprensión acerca del tema: la luz y la visión, que corresponde al eje temático Óptica Geométrica de la asignatura Física I. Los docentes y los estudiantes, que participaron durante la ejecución de los proyectos, consideran que esta actividad tuvo un impacto positivo en el desarrollo de habilidades para trabajar de manera colaborativa, asumiendo roles y responsabilidades, para la resolución de problemas reales, la comunicación y el pensamiento crítico, promoviendo la autonomía y la motivación.

Palabras clave: Competencias, Aprendizaje Basado en proyectos, Evaluación, Óptica

Abstract

The situated vision of learning is a diverse, heterogeneous, and distributed process that develops gradually and progressively, involving an inseparable connection between affectivity, thinking, and action. According to this conception, learning opportunities depend on the type of interactions that occur in the situations in which individuals participate, as well as the strategies and resources used in teaching. With the aim of developing generic competencies in the different curricular spaces of Engineering programs, a project-based learning proposal is presented, an activity in which students learn through the completion of practical and meaningful projects. Instead of receiving information passively, students actively engage in research, problem-solving, and the creation of products that demonstrate their understanding of the topic: light and vision, corresponding to the Geometric Optics thematic axis of the Physics I subject. Teachers and students who participated during the project's implementation consider that

this activity had a positive impact on the development of skills to work collaboratively, assume roles and responsibilities, solve real problems, communicate, and think critically, promoting autonomy and motivation.

Keywords: Competences, Project-Based Learning, Assessment, Optics

Introducción

La formación de profesionales competentes es un objetivo fundamental en la educación superior, especialmente en el ámbito de las universidades. Los estudiantes deben adquirir no sólo conocimientos teóricos sólidos, sino también habilidades prácticas y competencias clave que les permitan abordar y resolver problemas complejos de manera efectiva. “El desarrollo de la educación por competencias, con base en un enfoque sistémico y complejo es necesaria como aporte en el desarrollo de la Educación Superior en general y en el caso del ingeniero en particular, para enfrentar nuevos paradigmas y desafíos.” (Cerato y Gallino, 2013).

El reto que afrontan los docentes es el de generar propuestas de enseñanza que posibiliten al estudiantado realizar actividades que le permitan adquirir competencias genéricas y específicas, que se asemejen a las que se enfrentarán en el quehacer profesional. En este contexto, el enfoque pedagógico del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha demostrado ser una estrategia efectiva para promover el desarrollo de habilidades requeridas a los egresados.

Para el diseño de estas actividades se tuvieron en cuenta estudios sobre didáctica en enseñanza de las ciencias (Furió, C., & Guisasola, J., 2001; Moreira M. Greca I., 2003, entre otros) que muestran que existen problemas para la comprensión de los fenómenos Físicos complejos por parte del estudiantado. Surge entonces, la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, implementando metodologías que ayuden al estudiante a superar las dificultades, sobre todo durante los primeros años de formación universitaria.

El ABP se basa en que el aprendizaje es más significativo cuando los estudiantes se enfrentan a problemas auténticos y desafiantes que son relevantes para su área de conocimientos. A través de la resolución de proyectos, se ven motivados a buscar activamente información, a analizar y aplicar conceptos y principios teóricos y a colaborar con sus equipos de trabajo para encontrar soluciones viables. Este enfoque pedagógico no sólo fomenta el desarrollo de competencias específicas, sino que también promueve habilidades transversales como el pensamiento crítico, la toma de decisiones, la comunicación efectiva y la habilidad para trabajar en grupos.

Según García-Varcácel y Basilotta (2017), el ABP puede definirse como una modalidad de enseñanza centrada en actividades, mediante un proceso compartido de negociación entre los participantes con la meta principal de obtener un producto final. Es decir, el alumnado participa en la estructuración del proyecto y desarrolla estrategias de investigación, por lo que la dinámica lineal entre el desarrollo de los temas y la evaluación se rompe. En esta experiencia se realiza una evaluación del proceso que integra rúbricas y listas de cotejo.

Estas herramientas de evaluación proporcionan criterios claros y objetivos para el desempeño de los estudiantes, permitiendo un análisis más preciso y equitativo. Al utilizar listas de cotejo, se puede verificar de manera sistemática si se han cumplido o no los pasos requeridos en el proyecto, facilitando la identificación de logros y áreas a mejorar. Por otro lado, las rúbricas ofrecen una descripción detallada de los criterios y los niveles de desempeño esperados, lo que permite una evaluación más completa y específica de las habilidades y competencias desarrolladas por los estudiantes. Además, su uso fomenta la transparencia, ya que éstos conocen de antemano los estándares de evaluación y pueden autorregular su trabajo en función de ellos.

En este artículo, se presenta un trabajo práctico de la asignatura de Física I, perteneciente al ciclo básico de las carreras de ingeniería. La actividad propone a los estudiantes crear un aparato, cuyo funcionamiento se base en las leyes de reflexión y refracción de la luz. Durante su implementación, se desarrollan competencias tanto disciplinares como sociales, políticas y actitudinales, mientras aplican los conocimientos teóricos adquiridos en contextos prácticos relevantes. En el ABP no sólo es importante el “artefacto concreto” que se genera, sino también los procesos que se desarrollan hasta llegar a él (Helle et al., 2006)

La propuesta basada en proyectos, presentada en la asignatura Física I, parte de la premisa que los alumnos deben asumir un rol participativo en la construcción del conocimiento, que los acerque a la comprensión de los procesos y conceptos que utilizan las ciencias, para explicar determinados fenómenos cotidianos. Desde esta perspectiva se busca que “los estudiantes logren compartir significado que les permitan interpretar el mundo desde un punto de vista científico” (Llancaqueo, 2006).

Desarrollo

1. Diseño didáctico

El planteamiento de un problema en el enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) implica seguir una serie de pasos que permiten definir un desafío auténtico y relevante para los estudiantes.

Inicialmente, se identifica el contexto y objetivo de aprendizaje. Las actividades se llevan a cabo con estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería que se dictan en la UTN Facultad Regional Rafaela. Los alumnos se dividen en dos comisiones de aproximadamente cincuenta personas cada una. La experiencia se realiza durante los ciclos lectivos 2021 y 2022, planteándose grupos de trabajo reducidos. El objetivo general, es guiar al estudiantado en los procesos que le permitan desarrollar capacidades y habilidades de razonamiento y estrategias de aprendizaje. Eso posibilita la comprensión de los conceptos fundamentales de la Óptica Geométrica, que a su vez pueden ser aplicados en distintos campos disciplinares que contribuyen al perfil del Ingeniero.

Específicamente, se plantea a los estudiantes la creación de un artefacto o dispositivo que posibilite analizar los efectos de la luz sobre la visión en la vida cotidiana, estudiando la marcha de rayos luminosos y el efecto de las leyes de reflexión y refracción cuando se interponen espejos y/o lentes. Los estudiantes eligen el artefacto y realizan la propuesta a los docentes, la cual debe ser aprobada para poder proseguir con el desarrollo del proyecto.

Seguidamente, se tiene en cuenta la información relevante junto a los conocimientos teóricos que los estudiantes necesitan para resolver el problema planteado. Dicho contenido se desarrolla durante la clase presencial, en la que se sugiere bibliografía complementaria. Asimismo, se informa acerca de simulaciones útiles para el desarrollo del trabajo y se ponen a disposición los elementos del laboratorio de Física de la Facultad Regional. Los docentes brindan apoyo y asesoramiento durante todo el período de ejecución del proyecto.

Con respecto a la propuesta de enseñanza, es necesario mencionar que la actividad se organiza en equipos de, a lo sumo, cuatro participantes. Se propone el trabajo con otros, entendiéndolo como medio para alcanzar la potencia de la construcción colectiva. Es decir, se piensa a lo colectivo como algo superior a la suma de los estudiantes que conforman un grupo. El objetivo es que, a través del trabajo colaborativo, surja un elemento extra que provenga de los aportes y la discusión entre pares, del establecimiento de acuerdos que genere un resultado enriquecedor. A su vez, el trabajo grupal supone la presencia de roles específicos, los cuales son asignados internamente, teniendo en cuenta las capacidades y habilidades de cada alumno, fomentando la distribución de tareas y la responsabilidad compartida.

Posteriormente, los estudiantes llevan a cabo una investigación independiente, analizando diferentes productos tecnológicos que basan su funcionamiento en los fenómenos físicos estudiados, recopilan información relevante y analizan el problema en profundidad. Esto implica buscar fuentes de información confiables, como libros, artículos científicos o recursos en línea, y utilizar técnicas de análisis y síntesis para comprender el problema desde diferentes perspectivas.

Una vez que los alumnos han adquirido la información relevante, deben generar y evaluar posibles soluciones al problema planteado, seleccionar las variables, plantear el proyecto y los materiales necesarios. Es importante, en esta etapa, fomentar la creatividad y el pensamiento crítico para que surjan proyectos innovadores y fundamentados durante la resolución.

En la etapa de construcción del modelo se tienen en cuenta aspectos de diseño y conocimientos anteriores, durante este tiempo los docentes acompañan y guían a los estudiantes, brindando información y sugerencias que posibilitan la concreción del proyecto.

El proceso de construcción del artefacto queda plasmado en un informe escrito que da cuenta del trabajo realizado. A su vez, se plantea una instancia de socialización, en la cual se exponen los dispositivos y se realiza una presentación frente a sus compañeros y docentes; ese día los profesores facilitan el debate entre pares, recibiendo cada equipo la retroalimentación por parte los asistentes.

Finalmente, cada equipo recibe una evaluación grupal del proceso y cada integrante es evaluado en forma individual. Para esto, los docentes han utilizado durante el proceso, listas de cotejo y rúbricas con los indicadores de logros por parte de los estudiantes. Ambos instrumentos se dieron a conocer junto a la presentación del trabajo práctico. A continuación, se exponen los instrumentos de evaluación utilizados durante la ejecución del proyecto:

LISTA DE COTEJO Trabajo en grupos	Asignatura: Física 1 Tema: Realización de dispositivo utilizando leyes de Reflexión y refracción de la Luz Resultado de aprendizaje: trabaja de manera colaborativa desarrollando aptitudes que favorezcan la comprensión de las leyes de reflexión y refracción, adquiriendo habilidades de comunicación, escucha, retroalimentación, manejo de conflictos, para lograr la construcción de un dispositivo óptico.						
	Estudiante	Criterios de Evaluación (marcar con x en caso afirmativo)					
	Participa de las actividades	Comparte ideas y materiales	Cumple con las tareas asignadas	Evidencia conocimiento de los temas	Muestra habilidades en la ejecución del diseño	Participa en la redacción del informe	Expone el trabajo utilizando lenguaje disciplinar
Alumno 1							
Alumno 2							
Alumno 3							
Alumno 4							

Tabla 1: lista de cotejo para la evaluación grupal. Fuente de elaboración propia

Rúbrica para evaluar Proyectos

1- Etapa de investigación 20%				
Criterios de evaluación	Debe mejorar	suficiente	Bueno	Muy bueno/ sobresaliente
Obtiene documentación pertinente (artículos científicos, bibliografía, informes técnicos, recursos en línea) para la concreción del proyecto				
Utiliza los recursos en forma adecuada utilizando fuentes confiables				
2- Modelización del problema 20%				
Reconoce el modelo conceptual y lo emplea para la resolución del proyecto				
Utiliza las variables en forma adecuada y realizarlos cálculos necesarios para el diseño del artefacto				
3- Ejecución del artefacto 30%				
Construye con precisión y exactitud en el modelo experimental				
Utiliza adecuadamente los materiales				
Logra el funcionamiento del dispositivo				
4- Informe escrito y su presentación oral 30%				
Presenta el informe en forma clara y organizada, cumple los aspectos formales.				
Fundamenta correctamente la teoría, uso adecuado de referencias bibliográficas.				
Expone oralmente utilizando lenguaje disciplinar. Calidad visual de la presentación.				

Tabla 2: rúbrica para la evaluación de ABP. Fuente de elaboración propia.

La evaluación mediante rúbricas y listas de cotejo brindó diversas ventajas. La primera de ellas es la objetividad y transparencia, al brindar criterios claros y específicos que se dieron a conocer al inicio del proyecto. El uso de estos recursos permite a los estudiantes conocer a priori los estándares de desempeño, reduciéndose de esta manera la subjetividad en la evaluación. La segunda ventaja observada es la retroalimentación y orientación durante el proceso. Los criterios específicos previamente establecidos ayudan a los estudiantes a comprender qué están haciendo bien y qué deben mejorar, promoviendo la autorreflexión y el desarrollo de habilidades metacognitivas. Finalmente, la tercera ventaja es la estimulación del pensamiento crítico y la capacidad de análisis. La implementación de este tipo de evaluación permite a los estudiantes reflexionar sobre su trabajo y realizar juicios de valor sobre su desempeño, contribuyendo a un aprendizaje significativo y a la mejora continua.

2. Resultados de la implementación de la propuesta

Durante el período de trabajo los alumnos asistieron al laboratorio de Física para realizar consultas. La mayoría de los grupos construyó su artefacto en el laboratorio con materiales propios y otros provistos por la facultad, como lentes, espejos esféricos y planos, utilizando instrumentos de medición y otras herramientas.

Los proyectos realizados por los distintos grupos de Física 1, exhibieron las leyes de refracción, mostrando el comportamiento de los rayos de luz al pasar de un medio a otro, expusieron fenómenos de reflexión en espejos planos y curvos, reflexión interna total, composición y descomposición de la luz blanca, entre otros.

Los productos de la actividad fueron expuestos en una jornada en la que participaron todas las comisiones de la asignatura. Se presentaron varios dispositivos como, por ejemplo: un periscopio, un caleidoscopio, un microscopio, un proyector holográfico, un espejo infinito, dispositivos de composición y descomposición de la luz entre otros.

Los proyectos presentados tuvieron una mediana complejidad. Durante la construcción se posibilitó el desarrollo de habilidades para trabajar en grupos y competencias para la investigación científica, que permitieron la creación de un modelo simplificado, que se expuso a la comunidad universitaria en una jornada destinada a ese fin. Además de la exhibición de los equipos realizados, cada grupo efectuó una presentación en la que se pudieron observar las etapas del diseño y construcción del artefacto, fundamentando teóricamente las leyes que posibilitaron su funcionamiento.

La redacción de los trabajos posibilitó la evaluación de competencias comunicacionales, observándose un uso apropiado del lenguaje disciplinar, a la vez que las fundamentaciones fueron adecuadas y coherentes para cada dispositivo. Se destaca que, en la exposición oral, participaron todos los integrantes de cada grupo.

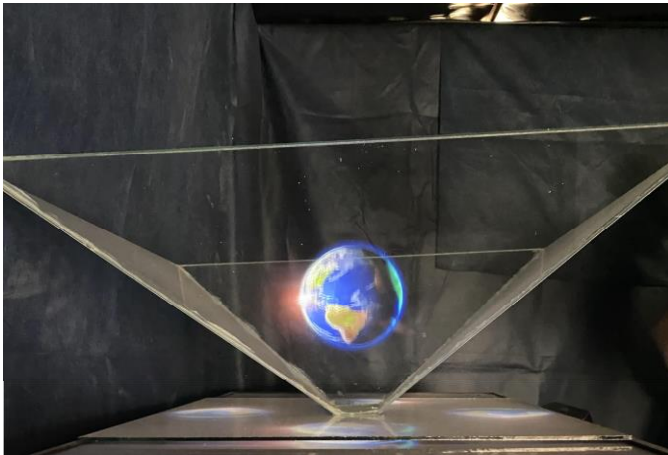


Figura 1. Dispositivo Holográfico diseñado por los estudiantes. Imagen propia.



Figura 2. Dispositivo para descomposición de la luz. Imagen propia.



Figura 3. Dispositivo de reflexión interna total. Imagen Figura 4. Presentación grupal del funcionamiento de un periscopio. Imagen propia.

La actividad fue valorada en forma positiva por los estudiantes que participaron, debido a que consideran que este tipo de experiencias ayudan a comprender mejor el contenido teórico. Esto es así ya que el desarrollo de un proyecto les posibilita comprobar las leyes de la óptica mediante la construcción de un artefacto elegido y fabricado por ellos, diferenciándose de los prácticos de laboratorio, cuya estructura, equipamiento y diseño hace que todos los alumnos realicen la misma actividad.

Por otro lado, tanto estudiantes como docentes consideran que al conocer los criterios e indicadores de evaluación se pudieron lograr muy buenos resultados. Al respecto, la guía de los docentes los ayudó a reformular o a corregir sobre la marcha, razón por la cual todos los equipos llegaron a la presentación con un diseño cuyo funcionamiento era adecuado.

Un aspecto a tener en cuenta al planificar este tipo de actividades es que lleva un tiempo considerablemente mayor al de un trabajo práctico habitual; este proyecto se realiza durante cuatro semanas, mientras que un práctico de laboratorio se realiza en una clase. Por esa razón, debido al mayor tiempo requerido tanto dentro como fuera del aula, se deben considerar en próximas implementaciones, la opción de presentar proyectos que integren mayor cantidad de contenidos que se relacionen entre sí.

Conclusiones

El aprendizaje basado en proyectos es un proceso iterativo y gradual, donde los estudiantes van construyendo su conocimiento a medida que avanzan en la resolución de un problema, demostrando ser una estrategia efectiva para el desarrollo de competencias genéricas como el desempeñarse eficientemente en grupos de trabajo; desarrollar habilidades para comunicarse de manera efectiva tanto en forma oral como escrita; aprender de manera autónoma y continua. También, teniendo en cuenta aspectos sociales, brindó la posibilidad de actuar con ética y responsabilidad profesional. Éstas se evidenciaron durante el armado del artefacto elegido, en los informes escritos y en las exposiciones orales.

Mediante la resolución de problemas reales, se promovió el razonamiento crítico, el trabajo colaborativo y la aplicación práctica de los conocimientos teóricos. Estas experiencias evidencian la importancia de adoptar enfoques pedagógicos innovadores que estimulen el aprendizaje activo y el desarrollo integral de los estudiantes en el campo de la ingeniería.

El resultado de la propuesta nos alienta a continuar trabajando con este tipo de metodologías, sin embargo, teniendo en cuenta lo mencionado por los docentes y alumnos participantes se considerará la posibilidad de reformularla, planteando un trabajo que abarque mayor cantidad de contenidos y que inclusive, integre otras asignaturas del mismo nivel.

Referencias

Cerato, A. y Gallino, M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, 13, 83-94.

Helle, Laura, Paivi Tynjälä y Erkki Olkinuora (2006), "Project-Based Learning in Post-Secondary Education: Theory, practice and rubber sling shots", *Higher Education*, vol. 51, núm. 2, pp. 287-314.

Furió, C. y Guisasola, J., 2001, La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada, *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2): 319 - 334

García-Varcácel Muñoz-Repiso, Ana y Verónica Basilotta Gómez-Pablos (2017), "Aprendizaje basado en proyectos (ABP): evaluación desde la perspectiva de alumnos de educación primaria", *Revista de Investigación Educativa*, vol. 1, núm. 35, pp. 113-131

Llancaqueo, J. (2006). El aprendizaje del concepto de campo en física: conceptualización, progresividad y dominio. Trabajo de grado de doctorado. Universidad de Burgos

Moreira, M., Greca, I. (2003). Cambio Conceptual: Análisis Crítico y Propuestas a la Luz de Teoría del Aprendizaje Significativo, *Ciencia y Educacao*, 9 (2), 301 - 315.

Una experiencia de formación en competencias emocionales en la carrera de Ingeniería Industrial

A training experience in emotional competencies in the Industrial Engineering career path

María Victoria D´Onofrio

Universidad Nacional de Mar del Plata
vickyfi@fi.mdp.edu.ar

Paola Prestes

Universidad Nacional de Mar del Plata
paoprestes@gmail.co

Antonio Morcela

Universidad Nacional de Mar del Plata
omorcela@fi.mdp.edu.ar

Resumen

En este artículo se presenta la experiencia de inclusión de una asignatura optativa denominada “Coaching Organizacional” en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Aspira a contribuir en el desarrollo de competencias emocionales, que juegan un papel importante en la comprensión de las organizaciones. La inteligencia emocional en el rol empresarial radica en entender la necesidad de tener en las empresas profesionales que sean más conscientes de cómo manejar las emociones propias y de sus colegas. Se propuso incorporar los contenidos pertinentes para mejorar su competencia emocional y desarrollar habilidades sociales que le proporcionarán una mejor actuación profesional. La respuesta satisfactoria de los estudiantes, en cuanto a su participación e inclusión en la oferta de optativas, ratifica la necesidad de contemplar efectivamente la educación emocional como parte de su formación.

Palabras clave: competencias emocionales, Ingeniería Industrial, formación integral

Abstract

This article presents the experience of the inclusion of an elective subject called "Organizational Coaching" in the Industrial Engineering career path at the National University of Mar del Plata. It aspires to contribute to the development of emotional competencies, which play an important role in understanding organizations. Emotional intelligence in the business role lies in understanding the need for companies to have professionals who are more aware of how to manage their own emotions and those of their colleagues. It was proposed to incorporate the relevant contents to improve their emotional competence and develop social skills that allow them a better professional performance. The satisfactory response of the students, in terms of their participation and inclusion in the offer of electives, confirms the need to effectively contemplate emotional education as part of their training.

Keywords: emotional competencies, Industrial Engineering, integral training

Introducción

El análisis de la inteligencia emocional (IE) está creciendo y se sostiene a través de centenares de estudios e investigaciones. Martínez (1997) citado por Jácome Ortega y Lapo Maza (2015) la define como un conjunto de habilidades no cognitivas y competencias que influyen en la capacidad de una persona para hacer frente a las demandas y presiones externas. Esto se refiere a la aptitud del individuo de mejorar su capacidad de raciocinio y, al mismo tiempo, cómo utilizar mejor la energía de sus emociones, la sabiduría de su intuición y el poder inherente en la habilidad que posee de conectarse con sí mismo y con las personas que lo rodean (Cooper & Sawaf, 1998). La IE comienza con la conciencia de uno mismo y también con la conciencia social, es decir, cuando somos capaces de reconocer las emociones y su impacto en todo lo que nos rodea (Andrade Vega, 2021). Goleman define a la IE como la capacidad para dirigirnos con efectividad a los demás y a nosotros mismos, de conectar con nuestras emociones, de gestionarlas, de automotivarnos, de frenar los impulsos y de vencer las frustraciones (Goleman, 2000). Es por ello que definió seis competencias simples de la IE, que denomina competencias emocionales (CE), y son: autoconsciencia, autoconfianza, empatía, autocontrol, motivación y competencias sociales. En la Tabla 1 se presenta un resumen de las dimensiones que abarca cada una de las CE.

INTELIGENCIA EMOCIONAL	Dimensiones	Características
	AUTOCONSCIENCIA	- Reconocer las emociones propias y sus efectos. - Conocer los valores propios, fortalezas y debilidades.
	AUTOCONFIANZA	- Valorar las capacidades propias.
	EMPATÍA	- Comprender a los demás, captar sus sentimientos y puntos de vista. - Interesarse activamente por las cosas que les preocupa.
	AUTOCONTROL	- Gestionar las emociones y los impulsos conflictivos. - Asumir la responsabilidad de la propia actuación personal.
	MOTIVACIÓN	- Iniciar, guiar y mantener las conductas orientadas a lograr un objetivo o satisfacer una necesidad. - Tomar conciencia de la importancia que tiene cumplir con el desarrollo de una actividad.
	COMPETENCIAS SOCIALES	- Brindar respuestas adecuadas a las demandas sociales del contexto. - Fomentar compromiso, proactividad, cooperación y esfuerzo.

Tabla 1. Dimensiones de las competencias emocionales de la IE. Fuente: elaboración propia en base a Goleman (2000)

Varios autores coinciden en que, en el campo laboral, aquellas personas que sepan manejar sus emociones sabrán cómo dirigir un equipo con mayor éxito, serán más aptos para llevar a cabo las habilidades de persuasión y motivación, entenderán mejor a los miembros de su grupo de trabajo, y sabrán cómo relacionarse con ellos y ayudarlos resolver inconvenientes. Es por ello que Jácome Ortega y Lapo Maza (2015) afirman que el constructo IE ha generado progreso en el campo científico como una construcción viable e importante dentro del desenvolvimiento organizacional que involucre a los líderes actuales.

En la formación universitaria tradicional de las ingenierías surge la necesidad de satisfacer las competencias emocionales, que no son atendidas en las asignaturas ordinarias que integran la currícula, ya que no forman parte de los ejes de desarrollo transversal establecidos por el Ministerio de Educación (Res. 1543/2021), ni tampoco en los propuestos por el CONFEDI (2019).

De todos modos, la normativa sobre nuevos estándares para la formación de ingenieros industriales (Res. 1543/2021) hace referencia parcial e indirecta a las CE, en tanto que propone el desarrollo de los ejes de formación transversal, donde puede hallarse el desempeño en equipos de trabajo, la comunicación efectiva, el aprendizaje continuo, la actitud emprendedora, la evaluación del impacto social de la actividad profesional, y el comportamiento profesional ético y responsable. Todos estos conceptos están relacionados con las características asociadas a las CE mostradas en la Tabla 1.

Ante la carencia observada, en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se han incorporado los contenidos pertinentes para completar la formación del estudiante, mejorando su competencia emocional y desarrollando habilidades sociales que le proporcionarán una mejor actuación profesional, en el marco de la formación complementaria.

En este artículo se presenta la experiencia de inclusión de una asignatura optativa, denominada “Coaching Organizacional”, que comprende aspectos como la motivación, la autodeterminación, la superación, el entusiasmo y la capacidad de entrega. La respuesta satisfactoria de los estudiantes en cuanto a su participación e inclusión en la oferta de optativas ratifica la necesidad de contemplar efectivamente la educación emocional como parte de su formación.

Desarrollo

En la asignatura Coaching Organizacional se aspira a que las competencias que adquieran o desarrollen los estudiantes sean las emocionales. Las competencias emocionales que se abordan son las relativas a la mejora personal como el autoconocimiento, la autoestima, el autocontrol o la motivación, la creatividad, la capacidad para el cambio o para la toma de decisiones; y además aquellas relativas a la relación con los demás como la empatía, la capacidad para establecer una adecuada comunicación, para trabajar en equipo, para resolver conflictos, para analizar las necesidades de la sociedad o los mercados, para ser líder en diferentes situaciones sociales.

Es por ello que los objetivos de la asignatura son los siguientes:

“Que el estudiante pueda incrementar su capacidad para liderar, desarrollar equipos de trabajo e impactar positivamente a sus colegas, mejorar su desempeño y el de su grupo. A partir de la auto-observación, fortalecer su confianza, lo cual mejorará sus relaciones y la cultura organizacional. Podrá desarrollar la competencia para enfrentar procesos de transición, gestionar el conflicto, y obtener resultados de mayor calidad, aumentando la motivación y el compromiso”.

El cuerpo docente está conformado por dos profesoras. La asignatura se ha dictado en 2021 y en 2022, la cantidad de estudiantes que la cursaron fue 28 y 37 respectivamente. El curso está organizado en una introducción y cinco unidades.

En la introducción se reflexiona sobre la necesidad de la incorporación de la asignatura y el cambio que supone en la formación integral del ingeniero industrial. Se hace hincapié en la importancia que tienen las emociones y los sentimientos en la construcción de la personalidad, y sobre las relaciones personales, didácticas e incluso científicas que se establecen entre ellos desde una perspectiva ecológica de la inteligencia, de la enseñanza y del aprendizaje (Goleman, 2009).

La primera unidad introduce a los estudiantes en el “coaching ontológico” como una disciplina capaz de servir a la identificación y disolución de los obstáculos que los seres humanos suelen encontrar en el logro de sus aspiraciones; es decir, ayudar a las personas a encontrar las limitaciones que no les permiten lograr los resultados deseados, y a diseñar acciones que les permiten ir más allá de dichas limitaciones. En la segunda unidad se aborda la importancia de reconocer el “espacio del

observador”. Es una premisa fundamental de la mirada ontológica ahondar en la noción del observador y aprender a observar no solo el acontecer del mundo sino también qué tipo de observador se es tanto con uno mismo como con los demás.

La tercera unidad presenta el “espacio de la emocionalidad”. El objetivo es que se comprenda el rol fundamental del estado emocional en las decisiones que se toman y las acciones que se llevan a cabo. Se abordan las competencias emocionales de autoconocimiento, motivación, autorregulación, empatía y habilidades sociales. La cuarta unidad comprende el “espacio de la corporalidad”. La presencia corporal influye en la manera que el individuo se sitúa en el mundo. Es fundamental que el estudiante internalice que la manera de moverse y la gestualidad son indicadores de aspectos de la individualidad que dan cuenta de la importante diferencia entre las personas.

En la quinta unidad tiene lugar el “espacio del lenguaje”, para que el estudiante reconozca que el lenguaje es una modalidad más de acción con la que cuentan los seres humanos, pero que según cómo se la desempeñe tendrá efectos decisivos en sus vidas y en las de las personas que lo rodean. Por último, se introduce a los estudiantes en la herramienta Programación Neuro Lingüística (PNL), para que puedan conocer la existencia de las distintas técnicas que ofrece, como medio para lograr el autoconocimiento y el crecimiento personal, además de mejorar su comunicación, influencia y persuasión.

La asignatura Coaching Organizacional es optativa de la carrera de Ingeniería Industrial y según sus correlativas (25 asignaturas aprobadas) se ubica aproximadamente en el cuarto año de la currícula. El cursado es cuatrimestral (4 horas semanales), está organizado en una comisión y no existe una división exacta entre la clase teórica y la práctica.

Para el trabajo en el aula los estudiantes realizan las siguientes actividades de aprendizaje:

- De identificación: presentarse en público, contar sus habilidades, hobbies, cualidades positivas.
- Para fomentar habilidades sociales: *role playing*, trabajo en grupos, enseñanza recíproca.
- Para fomentar la escucha crítica: comunicación verbal y no verbal, percepciones, emociones, entender y escuchar activamente al otro.
- Para resolver conflictos de manera pacífica: buscar alternativas de solución a los problemas, aceptar de diferentes puntos de vista, debates, trabajar la crítica, respetar las opiniones y aportes de los compañeros.
- Actividades de expresión y de sentimientos: ejercicios de expresión en primera persona, identificando y mencionando sentimientos y emociones, mímica, actividades de autocontrol, de relajación y observación.
- Armado de clases expositivas grupales, mediante videos, de temas seleccionados por las docentes en las que los estudiantes estarán a cargo de desarrollar un tema determinado, bajo la supervisión directa de la cátedra.
- Confección de un portafolios individual en el que se recopilan evidencias que demuestran la comprensión de contenidos aprendidos según los temas indicados por el cuerpo docente.

Las estrategias de enseñanza implementadas por los docentes consisten en:

- Clase magistral participativa.
- Sesiones de discusión.

- Uso del recurso audiovisual para el desarrollo de las competencias, llevando la clase situaciones que, desde la teoría pueden resultar tediosas y complejas para abordarlas de otra forma.
- Profesionales invitados para el desarrollo de temas específicos.
- Gamificación.
- Aprendizaje cooperativo en pequeños grupos.

En cuanto a la evaluación, se exige al estudiante participar al menos del 80% de las clases, ya que la presencialidad ofrece un contexto vivencial, lúdico e inmersivo, con evaluación de proceso mediante un portafolio de evidencias y la aplicación de rúbricas cumplimentadas por las docentes a partir de observación directa.

Al finalizar la cursada de la asignatura se les realiza a los estudiantes una encuesta que comprende dos secciones. En la primera responden tres ítems para valorar la aceptación y pertinencia de haber incorporado la asignatura en la oferta de optativas de la carrera Ingeniería Industrial.

En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan los resultados de la primera sección de la encuesta que completaron los estudiantes al finalizar el cursado. La muestra es de 65 estudiantes, considerando suma de los que cursaron en los dos ciclos lectivos que se ha dictado la asignatura (2021 y 2022, 28 y 37 estudiantes respectivamente).

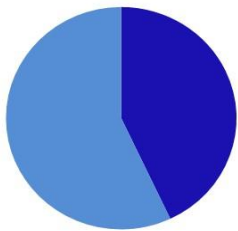


Figura 1. Nivel de satisfacción al haber cursado la asignatura (Áreas proporcionales a los porcentajes).

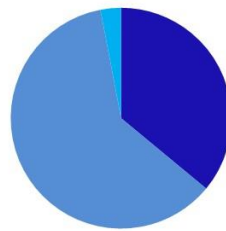


Figura 2. Grado de interés sobre los temas abordados en la asignatura.

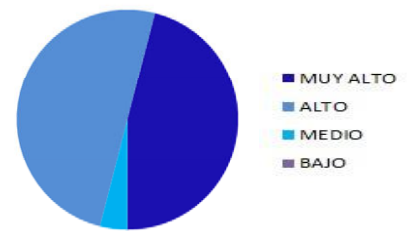


Figura 3. La asignatura complementa positivamente conocimientos de la carrera.

En la segunda parte de la encuesta cada estudiante autoevalúa su nivel de adquisición de las competencias emocionales a través del Test de Inteligencia Emocional de Emily Sterrett (Velastegui Hernández et al, 2021), que consta de 30 ítems (escala Likert donde 1 es “Prácticamente siempre” y 5 es “Prácticamente nunca”), se dividen en 6 secciones de 5 preguntas cada una, y evalúa las competencias de autoconciencia, autoconfianza, empatía, motivación, autocontrol y competencia social, según las dimensiones establecidas por Goleman. Los resultados pueden verse en la Tabla 2.

La interpretación del Test se basa en los puntajes obtenidos para cada dimensión, valor que oscila entre 5 y 25 puntos (aunque podría obtener menos de 5 puntos si el estudiante deja preguntas sin responder), y se considera que la competencia está “En desarrollo” para el rango de 5 a 20 puntos, y “Adquirida” para más de 20 puntos. En los casos de dimensiones con menos de 5 puntos, será necesario establecer estrategias de intervención específica para el desarrollo de la competencia, pero en la muestra analizada no se obtuvieron estos niveles en ningún caso.

Asimismo, en esta segunda parte se ofrece al estudiante un espacio de respuesta libre y abierta, consultando sobre “los aportes que pueda haber realizado el cursado de la asignatura a tu (su) formación profesional”, y este apartado en particular brinda riqueza de información, pero su codificación es más compleja y se hace a posteriori (Sampieri y Mendoza Torres, 2018; Rincón Gómez, 2014) aunque se ha usado como base la capacidad de “exteriorizar” elementos y conceptos que refieren a las categorías propuestas por Goleman, es decir las CE.

COMPETENCIA	ADQUIRIDA		EN DESARROLLO	
	Medida (%)	Exteriorizada (%)	Medida (%)	Exteriorizada (%)
Autoconciencia	40	63	60	42
Empatía	64	28	36	43
Autoconfianza	38	8	62	12
Motivación	42	4	58	16
Autocontrol	27	35	63	42
Competencia Social	38	29	62	35

Tabla 2. Resultados de la evaluación de logro de las CE en estudiantes de ingeniería industrial. Fuente: elaboración propia

Puede observarse que para los estudiantes que presentan niveles de CE adquirida, la competencia más desarrollada es la Empatía (entre 30% y 50% más desarrollada que las otras dimensiones), en tanto que, para los estudiantes con niveles menores de desarrollo, es justamente la dimensión menos desarrollada (entre el 40% y 50% menos que las otras variables).

En ambos grupos aparece como constante que los estudiantes no han podido exteriorizar conceptos relacionados con la utilidad de la asignatura para su desarrollo profesional en el logro de la Autoconfianza y la Motivación, de hecho, los niveles de exteriorización en ese aspecto son de entre el 4% y 8% para el grupo de CE adquiridas, y del 12% y 16% para el grupo de CE en desarrollo.

Para el grupo de estudiantes que tiene las CE adquiridas, es notorio que su capacidad de exteriorizar aspectos relacionados con cada una de las dimensiones tiene tendencias muy marcadas. Particularmente resulta interesante mencionar que la asignatura parece haber sido de particular utilidad para la Autoconciencia. En el grupo de estudiantes cuyas CE se encuentran en desarrollo, los niveles de exteriorización están equilibrados alrededor del 40%, es decir que 4 de cada 10 estudiantes han podido exteriorizar conceptos relacionados con la utilidad de la asignatura para su desarrollo profesional, que apuntan concretamente a las CE analizadas.

Conclusiones

A lo largo del trabajo, se ha podido determinar la pertinencia de aplicación de una estrategia curricular de desarrollo de CE en estudiantes de ingeniería industrial, con un elevado grado de satisfacción de los mismos, tanto en aspectos operativos como relativos a la pertinencia y necesidad de incorporación a la carrera.

Asimismo, se ha indagado en los niveles de consecución del desarrollo de las competencias y en la percepción de utilidad de la asignatura en relación con el desarrollo profesional de los participantes. En este aspecto es posible afirmar que alrededor del 40% de los estudiantes han completado el curso con las CE adquiridas, en tanto el resto del grupo se encuentra en el camino al desarrollo de las mismas. Del análisis de los referentes disciplinares surge que la IE comienza con la conciencia de uno mismo, apreciación que ha podido ser verificada en los resultados del estudio, en tanto que la Autoconciencia es la CE más desarrollada en el grupo que presenta mejor performance.

Resulta evidente el déficit en la percepción de utilidad que los estudiantes tienen sobre la asignatura, en relación a su desarrollo profesional en aspectos relativos a la Motivación y a la Autoconfianza. Es posible asignar la subestimación de ambos factores al limitado conocimiento que los estudiantes tienen en este nivel de su formación, respecto de los desafíos que les esperan en su desempeño profesional. Si bien la asignatura propone como estrategias de intervención el acercamiento al ejercicio profesional mediante visitas de invitados para el tratamiento de temas específicos, es posible que el resto de las estrategias de carácter inmersivo (*role playing* y resolución de conflictos) no sean percibidas como habituales en el ejercicio profesional del ingeniero, y al trabajar esta interconexión, la vinculación de estas estrategias con el efecto sobre el desarrollo profesional, resulte más fluido.

La Empatía lidera el nivel de desarrollo de las CE del grupo, apareciendo muy desarrollada en la porción de estudiantes con mejor performance emocional, y subdesarrollada en el resto del grupo. Esto permitiría suponer, que las estrategias de refuerzo para el desarrollo de la Empatía representarían una oportunidad de intervención para incrementar la efectividad de la asignatura.

A la luz de los resultados obtenidos, es posible reconocer la utilidad y la pertinencia de la incorporación de este tipo de asignaturas en la currícula universitaria de carreras de ingeniería, aunque resulte insuficiente la presencia directa de referencias a las CE en la normativa vigente, ya que son abundantes las referencias indirectas sobre el tema en los nuevos estándares, al tiempo que las evidencias relativas a la percepción de utilidad desde el punto de vista de los estudiantes son, contundentes al respecto.

Referencias

Andrade Vega, K. (2021). "La inteligencia emocional en el desarrollo de la competencia de liderazgo en la empresa familiar soluciones empresariales HTS", tesis (Especialista en Gerencia del Talento Humano), Fundación Universidad de las Américas, Colombia.

CONFEDI (2019). *Propuesta de normativa para la regulación de las Carreras de Ingeniería*. Buenos Aires: Consejo Federal de Decanos de Ingeniería.

Cooper, R. K., & Sawaf, A. (1998). *La inteligencia emocional aplicada al liderazgo y a las organizaciones (1a. ed)*. Bogotá: Grupo editorial Norma.

Goleman, D. (2000) *La Inteligencia Emocional*. Buenos Aires: Editorial Vergara.

Goleman, D. (2009). *La inteligencia emocional en la empresa. Resumen*. Argentina: El Cid Editor, CEDINPE, UNSAM.

Hernández Sampieri R. & Mendoza Torres C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa cualitativa y mixta (1ra. ed.)*. McGraw-Hill Education.

Jácome Ortega, J. & Lapo Maza, M. C. (2015). "Inteligencia emocional y liderazgo". Disponible en

<https://www.researchgate.net/publication/305490074_INTELIGENCIA_EMOCIONAL_Y_LIDERAZGO>
Resolución 1543/2021 – Ministerio de Educación de la Nación Argentina. CABA, 13 de mayo de 2021.

Rincón Gómez, W. A. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones en Estadística*. Diciembre 2014, Vol. 7, No. 2, pp. 139–156.

Velastegui Hernández, D .C.; Vásquez de la Bandera Cabezas, F .A., Flores Hernández, V. F. (2021). “La autoevaluación como técnica de mejoramiento en la inteligencia emocional estudiantil: Estudio de caso”. *Investigación Clínica*, vol. 62, no. S3, 15 Sept. 2021, pp. 129+. Disponible en

<gale.com/apps/doc/A686261396/AONE?u=anon~9a61553&sid=googleScholar&xid=f8cef38e>

Introducción al dibujo tecnológico. Seminario en curso de ingreso para estudiantes de ingeniería U.T.N. – F.R.P.

Introduction to Engineering Drawing. Seminar for Engineering Students in the Admission Course - U.T.N. – F.R.P.

Ernesto Vidal Acrich

Facultad Regional Paraná – Universidad Tecnológica Nacional -Argentina
ernestoacrich@frp.utn.edu.ar

Gerardo Martin Flores

Facultad Regional Paraná – Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
gerardoflores@frp.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta la experiencia de cátedra de los últimos tres años, dando a conocer el impacto positivo producido con la incorporación del seminario “Introducción al Dibujo Tecnológico” al curso de ingreso de estudiantes del Ingeniería en U.T.N. – F.R.P. Esta propuesta surge como primera respuesta desde las cátedras homogéneas de Sistemas de Representación del 1er nivel de las tres Ingenierías de la F.R.P. a la deserción temprana de estudiantes en los primeros años de cursado. El seminario de introducción al dibujo tecnológico se orienta a estudiantes que no hayan egresado de escuelas técnicas, se propone como una primera instancia para el conocimiento y puesta en práctica de la temática, haciendo foco en temas fundamentales que puedan darle el panorama general del perfil ingenieril y que luego puedan ser sostén de las primeras experiencias en el desarrollo conceptual de materias del primer nivel, que utilizan al dibujo tecnológico como eje de su desarrollo teórico y práctico.

Palabras clave: Dibujo tecnológico, Sistemas de representación, deserción temprana, perfil ingenieril.

Abstract

This paper outlines the teaching experience in the last three years, and describes the positive impact of the seminar named “Introduction to Engineering Drawing” as part of the admission course for engineering students at the U.T.N. – F.R.P. This proposal arises as an initial response from the team of professors of the first Representation Systems course of the three Engineering careers at the F.R.P. with respect to early dropout of students in their first years of instruction. The “Introduction to Engineering Drawing” seminar is aimed at students who have not graduated from technical schools, and is intended as a first approach to the theory and practice of the subject, focusing on key topics to help provide an overview of the engineering profile and subsequently support their initial experiences at developing the concept of first-level subjects which are based on engineering drawing for their theoretical and practical development.

Keywords: Engineering drawing, Representation systems, Early dropout, Engineering profile.

Introducción

El profesional de la ingeniería tiene como una de sus tareas laborales documentar gráficamente distintos tipos de obras, objetos, circuitos, componentes, etc. Enfrentarse a estas situaciones es algo que redunda en lo cotidiano.

El dibujo tecnológico es el idioma básico de comunicación gráfica con especificidad técnica para varias ramas profesionales de la ingeniería, se sirve de la expresividad del dibujo y se ajusta a un conjunto de normas que lo enmarcan para constituir un código lingüístico. Se deduce que los estudiantes de ingeniería necesitan de estos conocimientos y del desarrollo de habilidades para potenciar su trayecto de cursado de la carrera.

Un porcentaje muy alto de ingresantes a las carreras de ingeniería con título técnico, otorgado una vez finalizado su trayecto de educación secundaria, traen consigo haber cursado la materia Dibujo Técnico de 1ro a 4to año para luego con materias de 5to a 7mo año darle mayor profundidad y orientación al dibujo técnico. Este es uno de los puntos en los cuales nos apoyamos para trabajar de manera anticipada con los ingresantes que no cuentan con este trayecto de la educación media. Anticipar estas situaciones de enseñanza y aprendizaje resulta en una total ganancia pedagógica para profesores y estudiantes pues, finalizado este seminario de ingreso, al comenzar el cursado regular de las materias de primer nivel, ya contamos con referencias conceptuales para retomar rápidamente los saberes previos.

La temática busca señalar la importancia de la gráfica dentro del perfil profesional del ingeniero acercándonos con la introducción de temas que se constituyen como ejes transversales de las materias del primer nivel, las cuales se sirven del dibujo tecnológico (Sistemas de representación – Ingeniería Civil 1 – Ingeniería Electromecánica 1 – Representación Gráfica – etc.).

Desarrollo

El curso de Ingreso para estudiantes de Ingeniería en la F.R.P. se estructura alrededor de los espacios curriculares considerados fundamentales como refuerzo conceptual para los ingresantes (Matemática – Física) y su desarrollo es con modalidad presencial. Dado el contexto social fundamentalmente de los años 2020-2021, se introdujeron ciertos cambios en el curso de ingreso, mutando el dictado hacia la bimodalidad. En la nueva modalidad adoptada para el curso de ingreso, los estudiantes asisten algunos días a clase presencial y otros días lo hacen de manera remota. La apertura de esta modalidad nos abrió las puertas para incorporar nuestro seminario en los días de conexión remota.

Solicitamos la incorporación del seminario al campus virtual de la F.R.P. De esta manera, el recurso fundamental para el desarrollo de las clases fue la videoconferencia a través de la aplicación Zoom, que ya se encuentra incorporada al campus virtual. Propusimos y acordamos con la coordinación del curso de ingreso 5 clases sincrónicas de 2 horas reloj cada una.

El seminario de Introducción al dibujo tecnológico se establece con el propósito de brindar a los estudiantes conocimientos básicos sobre el lenguaje gráfico ingenieril, para luego abordar y comprender el desarrollo conceptual de materias del primer nivel de las ingenierías de la F.R.P.

Los temas puntualizados están en referencia al Programa Sintético – Contenidos Mínimos, de los diseños curriculares, los cuales consideramos claves para desarrollar su introducción. Por lo tanto, hacemos referencia a:

- Perfil profesional del ingeniero de UTN desde la representación gráfica.
- Escritura – Útiles para el dibujo tecnológico.
- Líneas básicas para el dibujo – Trazado de líneas.

-Croquizado – Tipos de croquizado – Técnicas.

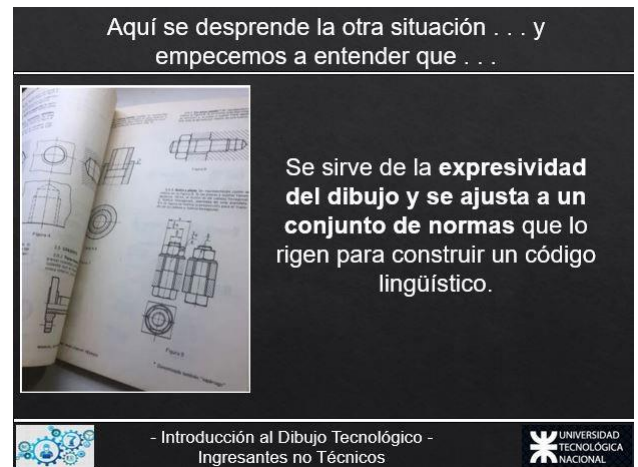
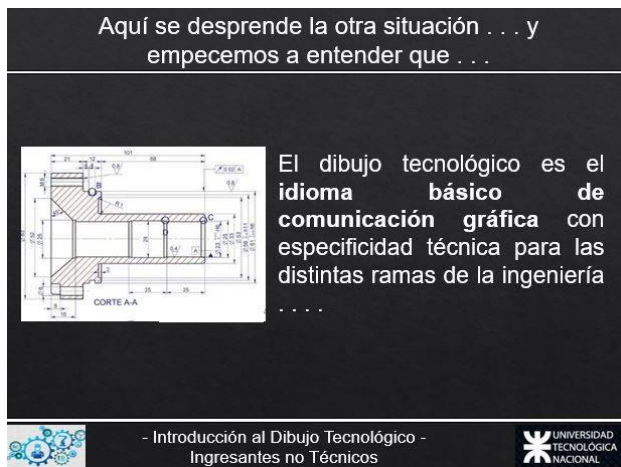
-Dibujo en CAD (Incorporado recientemente de acuerdo con los nuevos diseños curriculares 2023).

Con estos puntos nos proponemos comenzar el incipiente camino para el paulatino desarrollo de las competencias, en particular, nos centramos en el aporte hacia las Competencias Sociales Políticas y Actitudinales para puntualizar en la CG 7 “Comunicarse con efectividad”, resaltando en todo momento que la importancia de la comunicación entre pares y entendidos encuentra una vía a través del lenguaje gráfico.

Tomando objetivamente como recursos pedagógicos herramientas propias de la virtualidad, centramos las estrategias metodológicas en:

Lección Magistral Participativa (con fuerte intención dinámica, fomentando el ida y vuelta entre estudiantes y profesor)

Se expone sobre un tema en particular, se hace a través de una presentación electrónica (PowerPoint), siempre combinando gráficos, imágenes y texto. Los estudiantes toman notas a consideración, anotando las líneas más importantes y dudas u otras cuestiones a consultar. Estas presentaciones admiten el ida y vuelta de profesor y estudiantes, dejando espacios con interrogantes, momentos para la reflexión y cierre. Dentro de estas presentaciones incorporamos el recurso del video/s, lo cual se convierte en otro valioso refuerzo conceptual para ampliar el desarrollo de la temática.

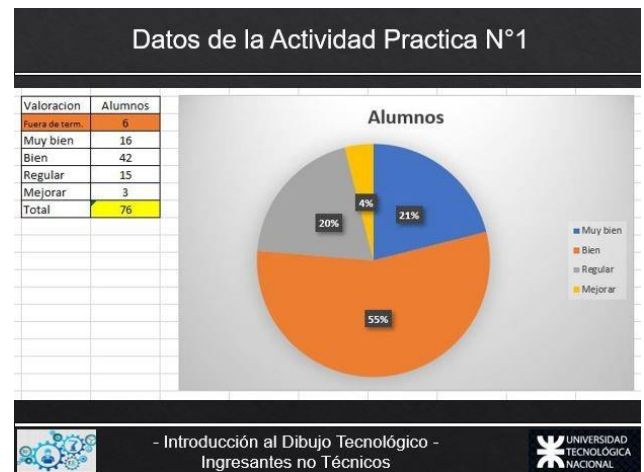


Resolución de ejercicios (con la intención de aplicar una solución sencilla, que no demande demasiado tiempo de producción, centrada en las habilidades que pueda traer consigo o desarrollar en poco tiempo el estudiante)

¹ Imágenes incluidas en las presentaciones electrónicas del seminario de Introducción al Dibujo tecnológico.

Cada punto conceptual tiene una ejercitación particular para reforzar la temática, se hace de manera asincrónica y los estudiantes trabajan de manera autónoma en la resolución. El diseño del ejercicio es direccionado hacia una resolución fundamentada en las normas de dibujo. El material de clase queda en el espacio del campus virtual a disposición del estudiante en todo momento. Los estudiantes tienen determinado tiempo para cumplir con la ejercitación, la cual deben subir al espacio del campus virtual (función “Tarea”) o enviar por mail (esta última opción

se propone en función de que algunos estudiantes no llegan a matricularse en el debido tiempo en nuestro espacio del campus virtual). Colaborando con la buena resolución de la ejercitación, los estudiantes pueden acceder a videos con el paso a paso de la resolución elaborados por el equipo docente, pudiendo realizar consultas que consideren necesarias habilitando los canales de comunicación vía correo electrónico o mensaje de campus virtual. Cerrado el tiempo para la entrega de la ejercitación, se evalúa y se envía la retroalimentación correspondiente a cada estudiante. A propósito de esto, la clase siguiente a la ejercitación en cuestión se abre haciendo la presentación de lo positivo y negativo que dejó la producción de los estudiantes, siempre con la intención de mejora.



Resolución de cuestionarios (con la intención direccionada a ser el refuerzo conceptual, proponiendo la indagación de saberes adquiridos por los estudiantes en un periodo corto de tiempo, implica la revisión del material tratado en las clases)

La representación gráfica tiene un componente teórico fundamental que está dado por las normas de dibujo, por las cuales se debe transitar en orden a la comunicación efectiva con pares y entendidos en la materia. Al menos en dos encuentros se propone la resolución de cuestionarios online diseñados desde las herramientas del campus virtual; los estudiantes los resuelven en un determinado tiempo y cada uno obtiene su calificación y retroalimentación correspondiente. Finalizado el mismo, se analizan los resultados en conjunto docente y estudiantes para tratar de reforzar conceptos.

Recomendaciones de estudio (dictamos principios para que los estudiantes vayan incorporando o reforzando el hábito):

Revisar periódicamente el campus virtual, ya que las presentaciones y demás material de estudio se encuentran allí de manera permanente para ser utilizados como guía de estudio.

Realizar las consultas necesarias, ya sea dentro del horario de clase u horarios establecidos para las mismas.

Seguir con la práctica del dibujo más allá de la ejercitación propuesta.

Atender a las retroalimentaciones propuestas por los profesores. Estas deben ser consideradas como un aporte a la mejora de la producción gráfica.

² Imágenes incluidas en las presentaciones electrónicas del seminario de Introducción al Dibujo tecnológico.

Evaluación:

“Para que la evaluación auténtica sea efectiva, se requiere que los criterios y los estándares que se asocian se vinculen directamente al tipo y nivel de trabajo que puedan desarrollar los alumnos. Ambos criterios y estándares tienen que ser claros, conocidos y no arbitrarios”. (Diaz Barriga, F. 2005, cap.5, p.132)

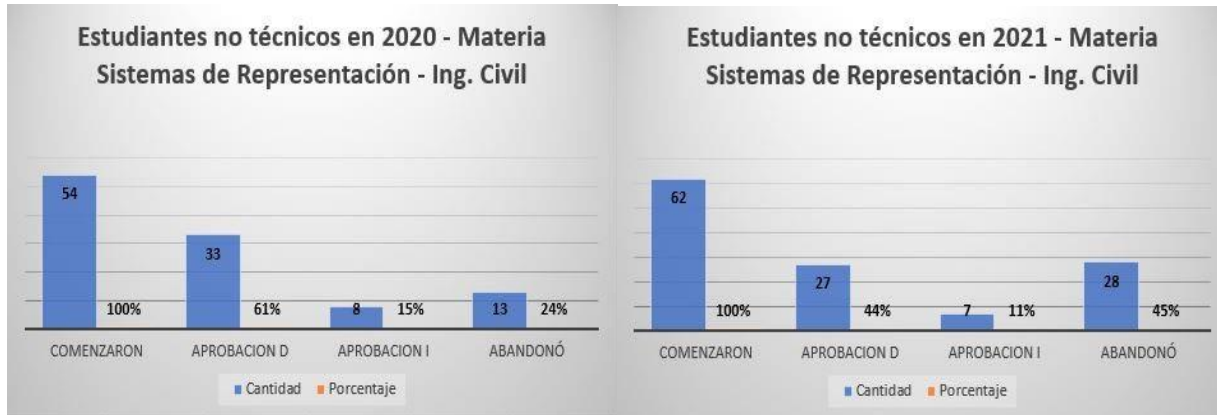
La evaluación del seminario de Introducción al Dibujo Tecnológico persigue una intención formativa sostenida en comprender qué pudo incorporar el estudiante en este corto periodo de tiempo antes de su ingreso al cursado regular de las materias de 1er nivel. Los datos aportados aquí son fundamentales para la toma de decisiones futuras. Es individual para cada estudiante; si bien cada ejercitación tendrá sus criterios e indicadores para evaluar, se emite una calificación conceptual final en base a:

- Compromiso académico (asistencia y entregas de ejercitación en tiempo y forma, y correcciones, si fueron solicitadas)
- Aprobación con calificación conceptual de las ejercitaciones solicitadas.
- Aprobación de cuestionarios online.

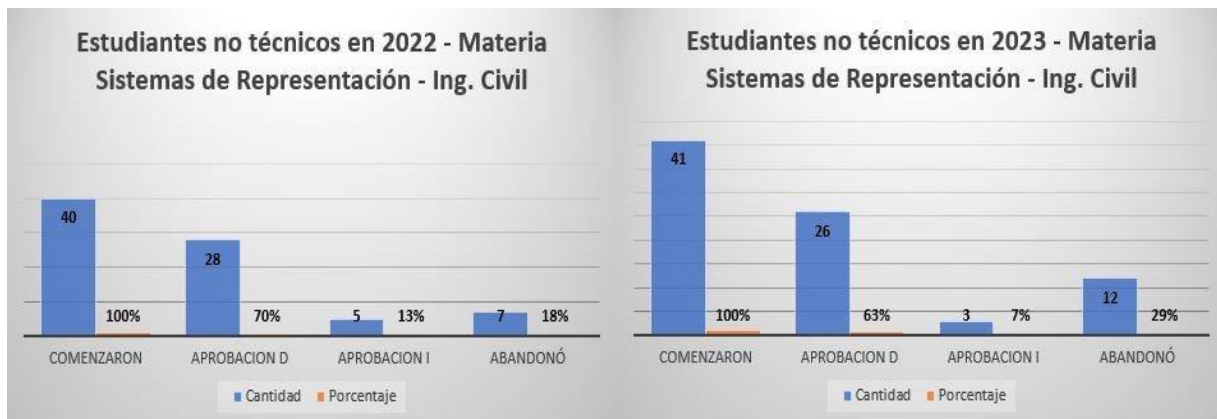
Esta evaluación final es un gran aporte al registro de los docentes al comenzar el cursado regular de las materias del 1er nivel. Permite conocer de antemano el nivel general y los casos de estudiantes que necesitaran mayor apoyo. Sin dudas, todo esto tiene incidencia en la planificación de estrategias para el desarrollo de los contenidos conceptuales a dictar durante el año académico.

En esta muestra de datos (solo de Ingeniería Civil, pero que reflejan lo mismo que Ing. Electromecánica e Ing. Electrónica) observamos que 2020 – 2021 fue un periodo difícil para el estudiantado, sobre todo por el contexto social. El cambio de paradigma para la educación, sin dudas, dio paso a una nueva etapa en la educación universitaria y demás escalafones. En 2022 y en este 2023, si bien se redujo la matrícula de alumnos no técnicos, ha aumentado considerablemente el porcentaje de estos estudiantes que alcanzan la aprobación directa de la materia en el 1er nivel. Lo que observamos los profesores en cuanto a este dato es el mejor posicionamiento de estos estudiantes frente al desarrollo de contenidos y de habilidades para el dibujo técnico. Los números que hablan del abandono de la materia aparecen fluctuantes; esto seguramente será un tema para seguir trabajando con las demás cátedras del 1er nivel y apuntalar situaciones futuras.

3



4



Conclusiones

Sin dudas, la deserción y el abandono temprano de las carreras sigue siendo un mal que aqueja a la mayoría de las facultades regionales de nuestro país. Será un trabajo arduo el que deberemos seguir haciendo para revertir de manera paulatina estos índices negativos. Reconocer esta situación y posicionarse frente a ella en la génesis del trayecto formativo del estudiante puede ser una de las herramientas válidas para implementar, de hecho, así lo consideramos los autores de este trabajo.

A finales de 2020, la propuesta fue muy bien recibida por la Secretaría Académica de la F.R.P. Con los tiempos institucionales necesarios, en 2021, se comenzó con la incorporación al curso de ingreso del seminario de Introducción al Dibujo Tecnológico con modalidad virtual. Por parte de los estudiantes, también fue muy bien recibida, asumiendo el mismo compromiso académico que los demás módulos que componen el curso de ingreso.

Las ideas fundacionales de este seminario: dar a conocer a los estudiantes el perfil del ingeniero (de las 3 especialidades de la regional), la importancia de la representación gráfica para el ingeniero, reconocer el dibujo técnico involucrado en cada especialidad, el marco que le dan la normas a la representación y entendimiento de la gráfica, la correcta utilización de los útiles de dibujo y demás, se cumplen, los estudiantes así lo demuestran con resultados. Lo dicho en este párrafo es el insumo conceptual necesario para que los estudiantes se posicionen mejor en las materias del 1er nivel, estudiantes y profesores nos conozcamos de antemano y nos podamos relacionar hablando el mismo idioma, desde antes del inicio del periodo regular de clases.

³ Gráficos de estadísticas sobre el rendimiento académico de los estudiantes no técnicos en los años 2020-2021

⁴ Gráficos de estadísticas sobre el rendimiento académico de los estudiantes no técnicos en los años 2022-2023

Creemos que la importancia y pertinencia de este espacio se irá incrementando al transcurrir las ediciones anuales, con el comentario entre alumnos y el involucrarse de profesores, sobre todo del 1er nivel. La propuesta no queda cerrada, ya que tendrá que obedecer a la demanda pedagógica de los años por venir.

Referencias

De Miguel Diaz, M. (2006). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. España. Ediciones Universidad de Oviedo.

Tobón Tobón, S., Pimienta Pietro, J., García Farile, J. (2010). Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación por competencias. México. Pearson Educación.

Diaz Barriga, F. (2005). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. México. Mc Graw Hill.

Ordenanza 1849 de 2022 [Ministerio de Educación]. Diseño curricular de Ingeniería Electrónica -Plan 2023. 7 de abril de 2022.

Ordenanza 1851 de 2022 [Ministerio de Educación]. Diseño curricular de Ingeniería Electromecánica -Plan 2023-. 7 de abril de 2022.

Ordenanza 1853 de 2022 [Ministerio de Educación]. Diseño curricular de Ingeniería Civil -Plan 2023-. 7 de abril de 2022.

Superficies. La importancia de su visualización.

Surfaces. The importance of your visualization

Marcela Natalia Baracco

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) -Universidad Nacional de San Luis(UNSL)- Argentina
mnbaracco@email.unsl.edu.ar

Giuliano Ardisson

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) -Universidad Nacional de San Luis(UNSL)- Argentina
giuard91@gmail.com

Nicolás Rubén Burgos

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) -Universidad Nacional de San Luis(UNSL)- Argentina
nicolasburgosnb6@gmail.com

Resumen

Luego de modificar planes de estudio de las diferentes carreras de ingeniería de nuestra universidad, fue incorporado el tema “Superficies” en el programa de la asignatura Análisis Matemático 2. El siguiente trabajo presenta una metodología de enseñanza-aprendizaje, implementada el presente año, con el objetivo de que los estudiantes no sólo apliquen conceptos propios de ingeniería logrando un aprendizaje significativo sino que además desarrollen algunas competencias.

Palabras clave: Superficies-visualización-interpretación

Abstract

After modifying the curriculum of the various engineering courses in our university, the topic “Surfaces” was added to the syllabus of the subject “Mathematical Analysis 2”. The following paper presents a teaching-learning methodology that was implemented this year, aiming for the students not only to apply engineering concepts to achieve meaningful learning but also to develop certain skills.

Keywords: Surfaces -visualization- interpretation

Introducción

En el año 2022 se realizaron modificaciones en los planes de estudio de las carreras de ingeniería de nuestra facultad, buscando optimizarlos migrando o profundizando contenidos a distintos programas. En el caso particular de la asignatura Análisis Matemático 2, se trabaja con dominios de integración en funciones de más de una variable; los estudiantes deben identificar ecuaciones de diferentes curvas (trazas) y superficies para poder resolver situaciones problemáticas propias de ingeniería. La materia comenzaba con funciones de más de una variable, conceptos de límite y continuidad, derivadas; en la última unidad los estudiantes aplican los conceptos antes vistos para resolver situaciones problemáticas propias de ingeniería tales como: centro de masa, masa, volumen, cantidad de flujo, área de una superficie, etc.

Al migrar la unidad de “Superficies cuadráticas” de Algebra y Geometría Analítica al programa de Análisis Matemático 2; el hecho de incorporar un tema extra al programa no solo nos representó un desafío (debido a los extensos contenidos desarrollados en la asignatura) sino que además nos invitó a buscar una metodología diferente tanto para la interpretación de las cuádricas, y trazas en el registro analítico y gráfico como para su posterior evaluación.

En el presente trabajo exponemos la metodología empleada para lograr la visualización, interpretación y evaluación de diferentes superficies.

Desarrollo

El equipo docente de la asignatura Análisis Matemático 2 de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Nacional de San Luis (FICA-UNSL), desde hace algunos años estamos realizando mejoras en nuestros planes de estudio con la finalidad de formar al ingeniero en diferentes competencias. De la manera en que presentamos y evaluamos los contenidos de diferentes maneras aportamos a la formación del futuro ingeniero en diferentes competencias tales como: competencia en pensamiento analítico, competencia en el pensamiento sistémico, competencia en el pensamiento crítico, competencia en resolución de problemas, competencia en orientación al aprendizaje. En el marco del cambio de planes de estudio de las carreras de ingeniería como también la adaptación de los mismos para incorporar aprendizaje por competencias; en el presente año fue necesario realizar modificaciones en los contenidos de nuestra asignatura, como así también en su dictado y evaluación.

“Superficies cuádricas” anteriormente se dictaba en la asignatura “Algebra y Geometría Analítica” contenido que actualmente forma parte de “Análisis Matemático 2”; lo que nos representó un desafío debido a que el programa de la materia es extenso y el desarrollo de esta nueva unidad debía ser incorporado y evaluado. En el contexto descripto en el párrafo anterior, la cátedra consideró adecuado evaluar este tema de una forma diferente a la convencional. Es decir, en lugar de evaluarse en un parcial, lo que conllevaría a agregar actividades a desarrollar y hacerlo aún más extenso y tedioso para los estudiantes.

Se realizó un desarrollo teórico recordando expresiones generales de las cónicas vistas en Algebra y Geometría Analítica con apoyo de una presentación PowerPoint, luego se presenta la ecuación general de segundo grado y se indican los posibles valores que pueden asignarse a los coeficientes para obtener la ecuación de las diferentes superficies cuádricas; de algunas se realizaron las intersecciones con los ejes, los planos coordenados y los planos paralelos a los coordenados, indicando a los estudiantes cómo se grafica en el espacio tridimensional, a medida del desarrollo de la clase se les hace diferentes preguntas para que reflexiones acerca de las curvas (trazas) obtenidas relacionándolo con los temas antes vistos. Se muestran Gráficos realizados con GeoGebra (los estudiantes han trabajado en asignaturas anteriores con este software libre). En una clase posterior se realiza una síntesis de lo antes visto, mostrando la coherencia entre el registro gráfico y analítico. Posteriormente se indicó cómo pueden identificar superficies de revolución y cilíndricas.

Una vez desarrollados dichos contenidos, se les comunica a los estudiantes que deberán resolver una actividad propuesta por la cátedra, dicha actividad se trata de un trabajo grupal cuya aprobación sería condición necesaria para regularizar la materia.

Tanto las actividades como las consignas se subieron a la plataforma. Se les asignó un tiempo de una semana para la entrega del mismo. El trabajo en grupo es una competencia muy importante para cualquier profesional, favoreciendo la tolerancia y la escucha, así como la habilidad de comunicación y colaboración. El grupo no debía estar formado por más de 3 personas, incrementando de esta manera las probabilidades de que todos participen logrando aprehender los contenidos. La actividad grupal consistió en realizar el estudio de una superficie en el espacio, de manera analítica y gráfica.

A su vez, las gráficas se solicitaban en papel (con una escala adecuada escogida y justificada por los mismos estudiantes) y en formato digital (a través de un software libre).

Cabe aclarar que en la plataforma “Classroom”, los estudiantes cuentan con materiales tales como: apuntes realizados por el equipo docente, actividades resueltas, Guías de Trabajo Práctico, links de diferentes videos desarrollados por los docentes u obtenidos de la web con todos los temas desarrollados en la asignatura.

Antes de asignarles las actividades grupales los alumnos contaron con una guía práctica de Cuádricas, que constaba de diferentes actividades que les ayudaría a interpretar las consignas: análisis de trazas, interpretación de los coeficientes de la ecuación general de segundo grado, simetrías, etc.

A continuación, mostramos la manera en que visualizaban en la plataforma el Trabajo solicitado; así como las consignas, criterios de evaluación, etc.

The screenshot shows the Classroom interface for a course titled '2023 - Análisis Matemático 2' (FICA - 2023). The navigation menu includes 'Tablón', 'Trabajo de clase', 'Personas', and 'Calificaciones'. The main content area displays 'U1 - Trabajo Evaluativo 1' with a delivery date of '27 mar'. It indicates the task was published on '22 mar' and last modified on the same date. A notification states that the task was modified to simplify resources. Statistics show 33 'Entregadas' (Submitted), 7 'Asignadas' (Assigned), and 76 'Evaluadas' (Evaluated). Below the statistics, there are two document thumbnails: 'U1 - Trabajo Evaluativo 1' (Documents of Google) and 'Trabajo Evaluativo 1 - Sup...' (PDF). At the bottom, there are links for 'Ver instrucciones' and a 'Revisar trabajo' button.

Trabajo Evaluativo N° 1

Superficies

CONSIGNA

Desarrollar la actividad asignada según su grupo realizando un análisis completo de la expresión en forma genérica en donde se visualicen las intersecciones con:

- Los ejes x, y, z.
- Los planos coordenados.
- Los planos paralelos a los coordenados (trazas).

Además se deben dar dos ejemplos y graficar (a mano) los mismos. Pueden consultar actividades de la guía práctica o preguntas generales.

⚠ IMPORTANTE: Cada alumno deberá subir a classroom la actividad correspondiente a su grupo. Aquel que no lo haga se considerará que no participó de la misma.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Una vez entregada la actividad se evaluará la misma teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Trabajo en grupo (colaboración, asistencia y efectividad en forma grupal).
- Legitimidad del documento entregado, trabajos idénticos (en grupos distintos) serán devueltos.
- Cumplimiento de plazos estipulados (fecha de entrega establecida en classroom).

LISTADO DE GRUPOS

Listado de grupos y de alumnos con emails de contacto. Busque su grupo y sus integrantes para comunicarse con ellos y comenzar con el desarrollo de las actividades correspondientes. [2023 - Análisis Matemático 2](#)

	A	B	F
1	Análisis Matemático 2		
2	2023		
3	APPELLIDOS	NOMBRES	e-Mail
4	ACCOTTO ORTOS	JUAN JOSÉ	juanjosaccotto2018@gmail.com
5	AGUERO	FRANCO URIEL	
6	AGUILAR GUTIERREZ	YAIR	yairagular2018@gmail.com
7	AGUILERA	RODRIGO NAHUEL	morales.1998.rocio@gmail.com

LISTADO DE ACTIVIDADES

Listado de actividades por grupo (no se modificaron, simplemente se unificó el documento). Busque su actividad según su grupo para comenzar a trabajar.

[Trabajo Evaluativo 1 - Superficies.pdf](#)

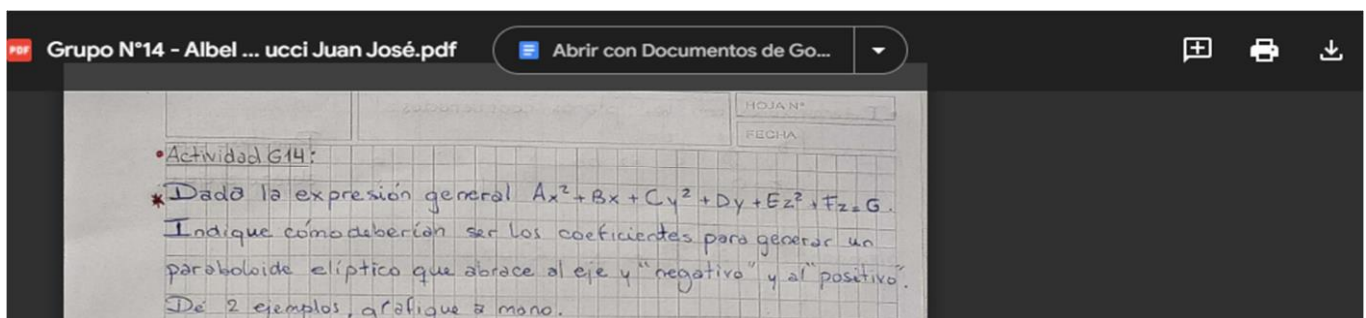
A continuación se muestran como modelo, las actividades que fueron evaluadas para los Grupo 5 (G5) y Grupo 6 (G6) respectivamente:

Modelos

Actividad G5: Dada la Expresión general $Ax^2 + Bx + Cy^2 + Dy + Ez^2 + Fz = G$
¿Qué coeficientes deben ser iguales para describir un cilindro circular recto a lo largo del eje y? ¿Cómo debe ser la ecuación si quisiera generar un cilindro elíptico? De 2 ejemplos. Grafique a mano.

Actividad G6: Hallar la ecuación de la superficie que se genera al rotar la hipérbola alrededor del eje y.
 $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ Grafique a mano, de ejemplos

Trabajos realizados por dos Grupos diferentes



Los coeficientes de la expresión general, para generar un paraboloide elíptico, deben ser:

- $C = 0 \rightarrow$ para generar un paraboloide
- $B^2 - 4AF = 0 \rightarrow$ para que abraza al eje y. De otro modo abraza a un eje paralelo al eje y.
- $D > 0 \rightarrow$ para que abraza al eje y positivo
- $D < 0 \rightarrow$ para que abraza al eje y negativo
- $A \neq E \rightarrow$ para que el paraboloide sea elíptico

Quedando:

Marcela Natalia Ba...
0:31 6 abr
y G? que signo debe tener?

Intersecciones con los planos coordenados:

plano xy $\begin{cases} by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} \\ z = 0 \end{cases} \Rightarrow by = \frac{x^2}{a^2} \Rightarrow x^2 = a^2by$ Parábola que abraza al eje y.

plano xz $\begin{cases} by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} \\ y = 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} = 0 \Rightarrow P.(0,0,0)$

plano yz $\begin{cases} by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} \\ x = 0 \end{cases} \Rightarrow by = \frac{z^2}{c^2} \Rightarrow z^2 = byc^2$ Parábola que abraza al eje y.

Intersecciones con planos paralelos

plano xy // $\begin{cases} by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} \\ z = k \end{cases} \Rightarrow by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{k^2}{c^2} \Rightarrow x^2 = (by - \frac{k^2}{c^2}) \cdot a^2$

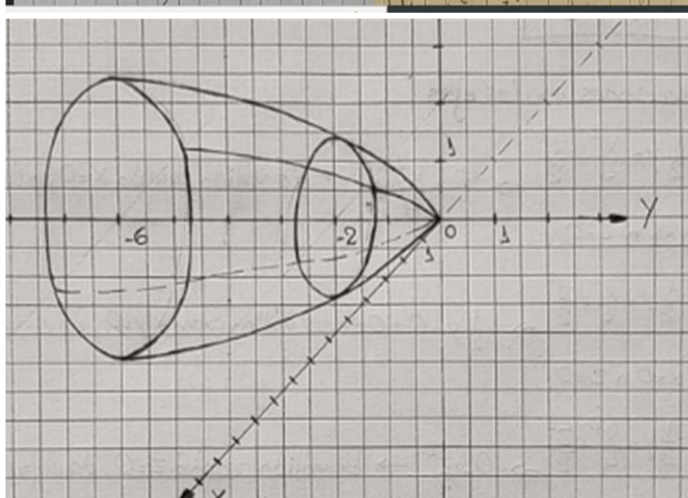
A medida que $|k|$ aumenta, el vértice se desplaza en el eje y.

- Obtengo una familia de parábolas que abraza al eje y para cualquier valor de k en el plano xy.

plano xz // $\begin{cases} by = \frac{x^2}{a^2} + \frac{z^2}{c^2} \\ z = k \end{cases}$ Obtengo una familia

Marcela Natalia Ba...
9:36 6 abr
positivo o negativo?

Marcela Natalia Ba...
9:38 6 abr
que pasa a medida que k crece? cómo son los lados rectos de esas parábolas?



No surgieron inconvenientes con el formato digital, a diferencia de las gráficas a mano, las cuales, en muchos casos, estaban fuera de perspectiva y de escala. En cuanto al desarrollo analítico, conceptualmente lograron lo que se solicitaba, pero como siempre, aparecieron errores de operación. Posteriormente se realizó una encuesta a los estudiantes, para conocer su opinión acerca de este nuevo método de evaluación implementado y

para tener retroalimentación sobre los puntos fuertes y débiles en esta nueva metodología. En términos generales la opinión fue favorable, apoyarse en el formato digital como referencia les ayudo a graficar.

Como punto desfavorable, en los grupos gente quedo separada de sus amigos o compañeros y decidieron hacerlo por su cuenta, no contribuyendo a la competencia del trabajo en grupo (hubo sólo un grupo que no cumplió con esta consigna)

Luego de estas actividades, si bien tuvimos varios grupos que no aprobaron, ya que entregaron fuera de término y no fueron evaluados o no interpretaron las consignas, continuamos con el desarrollo de la asignatura, dándoles la posibilidad de aprobar este contenido al final de la cursada. Esto decidimos hacerlo de esta manera ya que, en el transcurso de la asignatura debían realizar gráficas para la interpretación de las diferentes actividades hasta finalmente, en la última unidad, al interpretar las consignas debían graficar diferentes superficies (paraboloides limitados por un plano, cilindros intersecados por los planos coordenados, etc.).

En el equipo de cátedra somos conscientes, que el estudiante construye el conocimiento. Por este motivo en los parciales les solicitamos que grafiquen una vez interpretada la consigna y les indicamos en los mismos el puntaje asignado. Con las consultas que realizaban en forma grupal o individual iban despejando dudas. Podíamos observar las mejoras (en los recuperatorios, por ejemplo) una vez que despejaban sus dudas.

Ahora bien, luego de aprobar los dos parciales de Análisis Matemático 2, aquellos estudiantes que no tenían aprobado el Trabajo Evaluativo de Superficies, debían rendir un coloquio; éste consistía en explicar como debían ser los coeficientes de una ecuación general de segundo grado para obtener una superficie señalada por el docente; además se le solicitaba que graficara y expusiera cómo podría obtener una superficie cilíndrica o de revolución. En caso de que el estudiante tuviera en claro conceptos, interpretara consignas, quedaría regular en la asignatura.

Conclusiones

Como educadores debemos observar a nuestros estudiantes y mejorar nuestra manera de enseñar. Cada persona es diferente, y por ende cada grupo de estudiantes es diferente, no es lo mismo por ejemplo la cohorte de segundo año de la carrera de hace 10 años atrás que los estudiantes que tenemos actualmente en nuestras aulas, debido a diferentes contextos en el que han desarrollado sus procesos psicológicos o funciones elementales superiores han sido diferentes, tanto por el contexto en que viven como por la influencia del medio. Como dice Vigotsky, el conocimiento es el resultado de la interacción social, a mayor interacción social, mayor conocimiento, más posibilidades de actuar y más firmes son sus funciones mentales.

Fue un trabajo exhaustivo el que se llevó a cabo, pero obtuvimos muy buenos resultados. Pudimos observar cómo los estudiantes pudieron hacer propio el conocimiento a lo largo de la asignatura. No obstante, continuamos con nuestra tarea docente con el objetivo de mejorar año a año nuestras prácticas docentes.

Referencias

Cerato, A.; Gallino M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería.

http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_06.pdf. Consultado en febrero de 2017.

Documento plan estratégico ASIBEI. (2016). Competencia y Perfil del Ingeniero Iberoamericano, Formación de Profesores Desarrollo Tecnológico e Innovación

Apuntes de la cátedra Aportes de la Psicología en los Procesos de Enseñanza en el Nivel Superior” FCH - UNSL

Baracco, M.; Alaniz S. (2018). Análisis Matemático 2: El diagnóstico como punto de partida.

La Enseñanza por competencias: evaluación de estudiantes de la asignatura de Diseño de Producto en Ingeniería Industrial de la FRSF-UTN.

Competence-based teaching: student assessment of students of the subject Product Design in Industrial Engineering of the FRSFUTN.

Fabián Rodolfo Gon

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional Argentina
fgon@frsf.utn.edu.ar

Rodrigo Mariano Agosta

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
ragosta@frsf.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta el nivel de desarrollo conceptual de estudiantes de 4º año de la asignatura “Diseño de Producto” comparando los porcentajes de aprobación desde el año 2010 al 2022. Se analizan los resultados obtenidos en función de la aplicación de los contenidos centrados en el estudiante. El análisis se fundamentó en el Aprendizaje Significativo de Ausubel, la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y en el modelo de competencias sustentado por el Libro rojo del CONFEDI (CONFEDI 2018). La población en estudio la componen estudiantes de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN). Para la recolección de datos, se tuvieron en cuenta las actividades realizadas en el aula, los informes de los Trabajos Prácticos y los exámenes parciales.

Palabras clave: Diseño de producto, Aprendizaje por proyectos, Aplicación de competencias, Trabajos prácticos.

Abstract

This paper is made up of the level of conceptual development of 4th year students of “Product Design” comparing the percentages of approval the practical assignments and terms test from 2010 to 2022. The results obtained are analyzed based on the application of the student-centered contents. The analysis was based on Ausubel's Meaningful Learning, the Project-based Learning Methodology and the Competency Model supported by CONFEDI 2018. The population under research is made up by Industrial Engineering students from the Santa Fe Regional Faculty of the National Technological University (FRSF-UTN). For data collection, the activities carried out in the classroom, the reports of the Practical Works and the partial exams were considered.

Keywords: Product design, Project learning, Application of competences, practical work.

Introducción

En esta investigación se considera el Trabajo Práctico (TP) como una actividad que coloca el énfasis en el aprendizaje del dominio metodológico en una interrelación con el dominio teórico considerado para abordar el fenómeno en estudio. La enseñanza de la asignatura “Diseño de Producto” se ha desarrollado tradicionalmente de manera teórico y práctica. El TP siempre ha cumplido una función esencial como ambiente de aprendizaje para los estudiantes y como medio de ejecución de los conceptos teóricos. No obstante, los logros en cuanto al nivel de promoción directa de los estudiantes y a la adquisición de algunas competencias no han sido los esperados.

Lo desarrollado aquí, estuvo orientado al análisis de los resultados obtenidos al implementar modificaciones en la realización de los TP, utilizando el método de enseñanza basado en proyectos (ABP). La implementación de este nuevo método de enseñanza desde el 2010 hasta la actualidad, ha producido una mejora sustancial en las evaluaciones finales y en la aprobación del cursado de los estudiantes.

La evaluación formativa se incluyó dentro del proceso enseñanza aprendizaje para servir como monitoreo constante, con posibilidad de revisar los resultados parciales. A partir de la utilización de este tipo de evaluación se pudo tomar importantes decisiones pedagógicas de continuidad o de revisión dentro de una programación abierta y flexible (Ausubel D.P.,1980: 55-57).

I.A. Marco teórico. Los requerimientos en la universidad de hoy:

Lograr la continuidad formativa de los estudiantes requiere de la reconversión de los roles de los agentes implicados en el sistema educativo. Múltiples autores coinciden en la necesidad de las universidades por mayor autonomía para fomentar una enseñanza ajustada a la realidad específica de sus estudiantes, y estos a su vez requieren de espacios proclives a la creatividad, la innovación y el trabajo interdependiente, de tal manera que simulen contextos reales de posibles situaciones laborales o sociales (Caballero y Lasa, 2011: 5).

Los modelos de enseñanza aprendizaje de la educación superior se orientan hacia la formación y desarrollo de competencias, considerando al aprendizaje como un proceso autónomo, que debe ser permanente en el estudiante como protagonista del proceso. El concepto de competencia ocupa un amplio espacio de reflexión sobre la necesidad de planificar el aprendizaje con una perspectiva profesional. Desde este enfoque se generan algunas implicaciones sobre diversos aspectos metodológicos de evaluación y de desarrollo de la función docente necesaria para llevar a cabo esta tarea.

Las metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP) son una pieza clave para la adquisición de competencias por parte del estudiante. El profesor puede también utilizar los proyectos para conocer y para comprender mejor a sus estudiantes y también para identificar mejor sus logros y sus dificultades, puesto que él los ve en la práctica, en sus múltiples y complejas tareas. Es una herramienta mayor de observación formativa (Perrenoud, Ph. 1999:311-321).

Los profesores deben centrar su acción en el diseño y gestión de actividades, utilización de entornos de aprendizaje, investigación sobre su propia práctica, creación de recursos, orientación y asesoramiento a los estudiantes, dinamización de grupos, motivación del estudiante y la realización de una evaluación formativa, dejando ya en el pasado la transmisión de información y la evaluación sumativa utilizada en la enseñanza tradicional (Caurcel, Gallardo et al. 2004:299-303).

La clave de la nueva forma de entender la formación universitaria es comprender como evaluar. Debemos centrarnos en la evaluación de capacidades y destrezas, no limitar al estudiante que repita los apuntes del profesor. Debe saber aplicar sus conocimientos a situaciones reales en contextos diversos. No podemos conformarnos con los resultados únicamente, sino que

debemos conocer, y evaluar el proceso seguido por los estudiantes. Por tanto, la evaluación no es algo sancionador, sino más bien un medio para indicar al estudiante sus logros, así como los aspectos que debe ir mejorando (Miguel Ángel Gayardo Vigil. 2011: 5-6).

El estudiante, por su parte, debe cambiar su papel de actor pasivo en el proceso de aprendizaje para transformarse en un sujeto activo, autónomo, capaz de desarrollar conocimiento personal. Ha de examinar los procesos de aprendizaje, recopilar, registrar y analizar datos, a la vez que reflexionar sobre su propio aprendizaje. Debe adoptar un nuevo rol, deberá adaptarse a las nuevas estrategias de aprendizaje, que irán desde las técnicas del aprendizaje individual y autónomo hasta el trabajo en equipo (Miguel Ángel Gayardo Vigil.2011:7-8).

I.B. Ámbito de aplicación:

La asignatura en estudio “Diseño de Producto” corresponde al 4° año de la carrera Ingeniería industrial. Se desarrolla con una carga horaria de 1,5 horas reloj semanal (48 horas relojes anuales). El Diseño de Producto adquiere importancia relevante en la formación del futuro egresado en Ingeniería Industrial. Le otorga conocimientos de un conjunto de métodos de desarrollo de productos, destinados a integrar las funciones de mercadotecnia, diseño y manufactura de una organización, así como también conocer normas nacionales e internacionales y patentes.

A partir del ciclo lectivo 2023, se incorporó al diseño curricular una selección de competencias de egreso publicadas en El libro Rojo del CONFEDI (CONFEDI 2018). En la tabla 1, se indican las competencias Específicas, Tecnológicas, Sociales, Políticas y Actitudinales y sus niveles de tributación. En ciclos anteriores, se utilizó un sistema de rúbricas adaptadas a las necesidades de la cátedra.

Competencias Específicas	Nivel de tributación
CE1.1: Diseñar, proyectar, calcular, modelar y planificar las operaciones y procesos de producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).	Baja
CE1.3: Formular y evaluar proyectos públicos y privados de desarrollo	Baja
CE11.1: Realizar arbitrajes, pericias, tasaciones y valuaciones, relacionadas a la producción de bienes y servicios, instalaciones, productos terminados, semi-elaborados y su logística, respetando marcos normativos y jurídicos con el objeto de asesorar a las partes o a los tribunales de justicia.	Baja
Competencias Tecnológicas	Nivel de tributación
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería industrial	Media
CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería industrial	Media
CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería industrial	Alta
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería industrial	Alta
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas	Media
Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales	Nivel de tributación
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Alta
CG7: Comunicarse con efectividad	Media
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	Baja
CG9: Actuar con espíritu emprendedor	Media
CG10: Aprender en forma continua y autónoma	Media

Tabla N°1: Competencias de egreso para carreras de ingeniería (CONFEDI, 2018)

El desarrollo de un producto requiere de creatividad, pero también necesita de un proceso estructurado para obtener resultados que integren el análisis e interpretación de los requerimientos. La característica de los estudiantes de la generación "multitasking", abre nuevos desafíos: lograr involucrarlos en una tarea de profunda concentración, enfocándose a objetivos concretos.

Se destacan hoy dos características fundamentales que marcan la forma de consumir información entre los jóvenes: lo social y lo móvil. Y a ellas habría que añadir dos más, quizá en un segundo plano, que son la rapidez y la superficialidad, las cuales, por otro lado, definen el entorno digital. Internet proporciona una gran cantidad de contenidos, pero también es cierto que el consumo de éstos se produce a un ritmo veloz y de forma simultánea a otras actividades, lo que en ocasiones impide la reflexión y el análisis de aquello que se está consumiendo (Bárbara Yuste, 2015: 179).

No obstante, resulta extremadamente difícil establecer relaciones causales fiables e interpretables entre el uso de las Tecnologías en información (TIC) y la mejora del aprendizaje de los estudiantes en contextos complejos, como son sin duda los de la educación formal. Los argumentos en favor de las TIC están transformando escenarios educativos tradicionales, al tiempo que están haciendo aparecer otras nuevas prácticas alternativas de la incorporación de las TIC a la educación formal. Algunos autores han propuesto centrar los esfuerzos en el estudio de cómo la incorporación de las TIC a los procesos formales de enseñanza y aprendizaje pueden modificar las prácticas educativas (Blease, Derek y Louis Cohen. 2002:95-110).

Esta propuesta tiene ventajas innegables en la medida en que, por una parte, orienta la investigación al estudio de los usos que profesores y estudiantes hacen de las TIC en el transcurso de las actividades de enseñanza y aprendizaje. Además, vincula las posibles mejoras en el aprendizaje de los estudiantes a su participación e implicación en estas actividades, en las que la utilización de las TIC es sólo uno de los muchos aspectos relevantes implicados. Gracias a las posibilidades de acceso y procesamiento de la información que ofrecen las TIC, es donde hay que buscar las claves para comprender y valorar el alcance de su impacto sobre la educación formal.

Con la propuesta implementada en donde asignamos un porcentaje importante de la clase al trabajo en el aula, a la discusión entre equipos de trabajo, haciendo uso de las TIC, logramos que los estudiantes interactúen entre sí un mayor tiempo, traten de exponer sus puntos de vista y se adapten al trabajo en equipo, haciendo uso de la tecnología y empleándola de una manera positiva. De esta manera se obtiene un mayor rendimiento del tiempo empleado en sus actividades y adquieren las competencias esperadas.

Desarrollo

Tradicionalmente la asignatura se desarrollaba en clases teóricas expositivas con gran ocupación de horas cátedra. Los estudiantes realizaban los TP en grupos fuera de la clase y al finalizar el curso se hacía una exposición oral del trabajo en el aula. Conformaban una evaluación sumativa a los exámenes que eran teóricos escritos.

Durante el período comprendido entre los años 2010 al 2019, las dificultades presentadas por los estudiantes incluían: ausencia de trabajo colaborativo, incumplimiento de cronogramas y condiciones de entrega de TP, niveles de expresión oral y escrita inadecuados, baja tasa de aprobación en los exámenes parciales, entre otras.

Como modelo de cambio para el desarrollo de la asignatura se optó por los métodos de enseñanza-aprendizaje que más promueven el involucramiento activo de los estudiantes y favorecen el aprendizaje significativo. Se seleccionó el ABP, colocando a los estudiantes frente a situaciones complejas y reales, con resoluciones basadas en investigación verificada, trabajo

colaborativo, pensamiento crítico y comunicación. En este esquema los profesores proponen varios proyectos, inspirados en problemas reales con resolución grupal.

Cuando se implementaron los cambios en el período 2020-2022 se concentraron las actividades en la resolución de los TP en el aula, incrementando la participación de los estudiantes y disminuyendo el tiempo destinado a las clases magistrales impartidas por el equipo docente. Los trabajos se dividieron en entregas parciales, con evaluación de seguimiento y recomendaciones. La retroalimentación en las correcciones de los diferentes TP, ajustaron las expectativas docentes a los resultados de avance. Los intercambios entre pares, tanto en aulas virtuales como presenciales, incentivaron la reflexión y el análisis, lo cual les permitió una mayor asimilación de los contenidos y alcanzar los objetivos de la asignatura.

Con este diseño, todas las clases son de carácter teórico-práctico, se llevan a cabo en el aula, con posibilidad de libre utilización de TIC (ordenador personal, celular o Tablet). Las exposiciones de los docentes en las clases son presentaciones breves de no más de 30 minutos, destinadas a explicar los conceptos teóricos básicos, los objetivos que se espera que cumplan en la clase, que información deben desarrollar en cada TP, y cómo y cuándo se van a evaluar.

La evaluación constante reduce la carga emocional de los estudiantes, disminuyendo la presión de otras formas de evaluación. En este caso estará absolutamente convencido de que se tendrán en cuenta todos sus esfuerzos hechos al proceso, y sus calificaciones serán el resultado de un gran número de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, que él irá conociendo regularmente.

El estudiante dispone de tutoriales en vídeo y enlaces a documentación en el campus virtual de la FRSF-UTN que debe ir siguiendo para realizar las actividades y los TP, contando siempre con el apoyo de los docentes ya sea de manera presencial o bien a través del correo o el chat del campus virtual.

Los contenidos a trabajar en la asignatura se han dividido en diez unidades temáticas y en cuatro trabajos prácticos, a los cuales se le han establecido internamente actividades o etapas a cumplir en cada uno de los mismos. Con el objetivo de ir realizando un seguimiento paulatino del desarrollo de los TP y que el estudiante pueda alcanzar los objetivos establecido para la entrega final o bien que no altere el orden de las actividades.

En la figura N°1 se pueden observar el orden de los TP y las actividades que están vinculadas a cada uno de ellos.

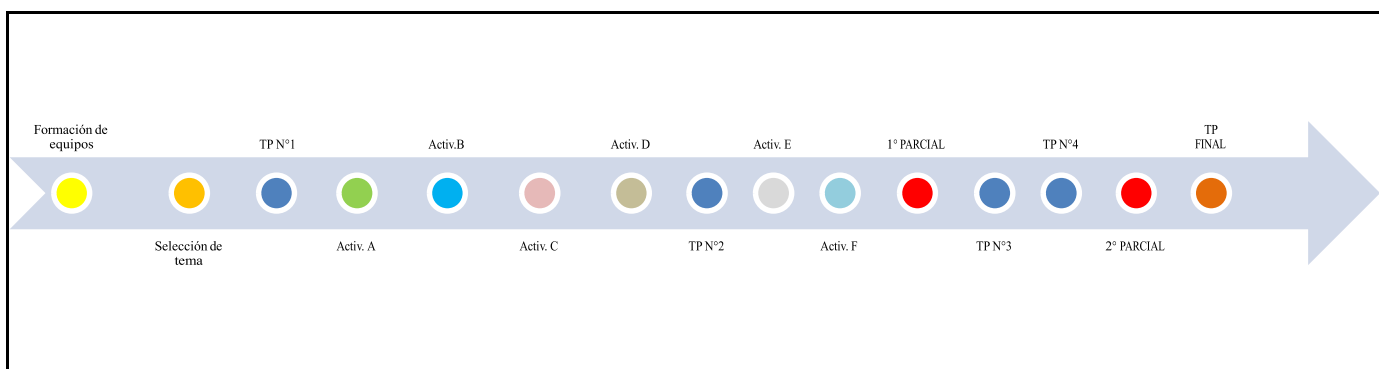


Figura N°1: Línea de tiempo de distribución de actividades en el ciclo lectivo. Elaboración propia.

Al finalizar cada TP el estudiante dispone de un plazo para realizar la entrega de los resultados obtenidos; esta entrega será evaluada por los docentes haciendo uso de una rúbrica (Mertler, C. A., 2001:25) en función de las competencias establecidas en el diseño curricular de la asignatura. Los estudiantes tienen establecidos los formatos institucionales de las entregas y los contenidos correspondientes en cada uno de los casos.

Aun cuando el diseño de un producto es un proceso inherentemente creativo, es importante el uso de métodos estructurados, que hacen necesario el cumplimiento de las diferentes actividades en el desarrollo de cada TP.

El TPN°1 está dividido en cuatro actividades A, B, C y D, en donde cada una de ellas consiste en la realización de una parte del trabajo práctico total y la cual se va revisando en una fecha preestablecida donde el estudiante presenta la misma al docente y esta presentación puede ser tanto presencial como a través de un video muy breve. Esto permite que el estudiante por medio de la exposición oral (fundamentalmente frente a la clase), desarrolle competencias que le son necesarias para acreditar en su formación profesional (por ejemplo, la CG7: Comunicarse con efectividad).

El TPN°2 por su parte está compuesto por dos actividades E y F, mientras que el TPN°3 y TPN°4 no tienen establecidas actividades dado que sus contenidos son más acotados y no lo requieren.

Los trabajos prácticos culminan con una exposición pública ante sus pares, propiciando un cierre con intercambios enriquecedores. Los mismos se exponen a toda la clase y se realizan devoluciones a los estudiantes que son útiles para el resto de los grupos que integran el curso. Esto permite hacer una evaluación al inicio para diagnosticar, durante para regular y orientar y al final del ciclo para integrar, promocionar y acreditar.

La evaluación de los TP, la actividad grupal y otros aspectos se realiza por medio del empleo de una rúbrica la cual es la misma para los diferentes TP y puede presentar algún cambio en el caso de ser necesario, en donde se evalúan aquellas competencias a las cuales debe tributar la asignatura.

La evaluación teórica en los parciales es por medio de un cuestionario de opciones múltiples que se implementa a través del campo virtual y en donde cada una de las preguntas se le presentan a los estudiantes aleatoriamente, asegurando que las repuestas sean la interpretación personal de cada uno de ellos.

De este modo, se lleva a cabo una evaluación formadora continua que sirve como mecanismo de aprendizaje ya que proporciona información al estudiante sobre su progreso en la asignatura. Las actividades prácticas en el aula en equipos de trabajo les permitieron a los estudiantes desarrollar habilidades particulares que desconocían y que los posicionaban en un entorno similar al que deberán enfrentar en el medio laboral una vez que finalicen su formación.

IV Resultados:

En estos tres últimos años con la implementación de esta metodología de trabajo en equipos y en el aula, se han obtenido excelentes resultados tanto en lo que respecta a la participación de los estudiantes en clase como así también a la calidad de los trabajos presentados.

Si bien durante los años 2020 y 2021 como consecuencia de la pandemia del COVID 19, se desarrollaron las clases en formato virtual, el uso de la aplicación de Microsoft Teams, nos permitió interactuar entre docentes y estudiantes y alcanzar resultados muy satisfactorios como consecuencia de incrementar las actividades participativas de los estudiantes.

Otra característica particular de la metodología empleada es que, por medio del trabajo en equipos, de hasta 5 estudiantes, se logra una participación colaborativa de todos. Al ser evaluados en la presentación oral de cada actividad podemos observar además el grado de involucramiento de cada uno de ellos en el trabajo realizado.

De un porcentaje medio de promoción del curso que era del 50% desde el 2010 al 2019, con algunas variaciones particulares de 6%, 28%, 41% en algunos años y en otros entre el 50% y el 70 %. Se alcanzaron valores de 82% en el 2020, 93% en el 2021 y 86% en el 2022, permitiéndonos observar un cambio importante en los resultados como consecuencia de una nueva metodología de trabajo y una mayor participación de los estudiantes en los equipos de trabajo. En la Figura N°2 podemos apreciar la relación existente entre la cantidad de estudiantes que realizaron el cursado desde el año 2010 hasta el 2022 y los que alcanzaron la promoción directa.



Figura N°2: Relación total de estudiantes inscriptos/Aprobación directa. Fuente elaboración propia.

En este año 2023 los estudiantes que están cursando la asignatura son un total de 21 y se esperan resultados similares a los de los últimos tres años. Dado que el número de estudiantes es menor, esto permite un mayor seguimiento de las actividades en el aula y una mejor dedicación a cada equipo de trabajo.

Conclusiones

En este trabajo se resumen los aspectos fundamentales del aprendizaje significativo. Se presenta un ejemplo práctico donde el profesor, además de orientar el aprendizaje de los estudiantes hacia las tareas del diseño de producto, también aprovecha este marco para aprender a contribuir a la formación integral de sus estudiantes teniendo en cuentas las competencias a las cuales debe tributar.

Los porcentajes de aprobación por parte de los estudiantes son más que significativos en estos últimos tres años, en donde se han modificado la estructura de las clases, pero lo más importante y enriquecedor ha sido el clima de trabajo logrado en el aula y el involucramiento de todos los estudiantes en las actividades, en donde el trabajo en equipo fue destacable.

Los estudiantes al realizar los TP en el aula, participan en equipos, reciben devoluciones en cada clase y cuentan con el docente para poder eliminar sus dudas e inquietudes, verificando su grado de avance en las actividades y no necesita esperar a recibir el resultado de un examen parcial para poder apreciarlo.

El docente dejó de ser un mero expositor en las clases teóricas y evaluador de los TP, para participar en los intercambios de opinión con los estudiantes dentro de los equipos de trabajo. Esto le permite modificar el orden de los temas planificados en función de las necesidades y a motivarlos con diferentes temáticas.

La evaluación por rúbricas y la devolución a los estudiantes indicándoles si los objetivos han sido logrados, les sirve como guía del rendimiento alcanzado.

Este proyecto se encuentra en su cuarto año de ejecución (incluyendo el 2023) y los resultados son altamente positivos. Estos demuestran que este tipo de experiencia ayuda al estudiante a ser protagonista del desarrollo y adquisición de un aprendizaje de calidad, llevándolo a implicarse en la investigación y trabajar en equipo fortaleciendo la cultura participativa, un aspecto fundamental para su vida profesional.

Referencias

Ausubel, D. P. (1980). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas. ISBN 968-24-0484-3. Pag. 55-57.

Bárbara Yuste. (2015). "Las nuevas formas de consumir información de los jóvenes". *Revista de estudio de la juventud*, Nota N°14, N°180 junio 2015. Coordinadores: Adolfo Álvaro Martín y Rafael Rubio ISSN: 0211-4364 - Impresión Lerko Print S.A., Madrid.179.

Blease, Derek y Louis Cohen. (1990). *Coping with computers: an ethnographic study in primary classrooms*, P. Chapman, Londres, 1990; Squires, David y Anne McDougall, 95-110.

Caballero Martínez, Carmen y Lasa Etxezarreta, Patxi (2011). "El liderazgo educativo: proyectos de éxito escolar". Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte. ISBN 978-84-369-5086-1.

Caurcel, M.J.; Gallardo, M.A. Esteban, J.F. (2004). "Nuevos roles del profesor y del estudiante en la enseñanza virtual", *Actas de las IX Jornadas Andaluzas de Organización y Dirección de Instituciones Educativas*. Granada: Grupo Editorial Universitario. 15 al 17 de diciembre de 2004, 299-303.

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". Editores Roberto Giordano Lerena, Sandra Cirimelo.

Mertler, C. A. (2001). "Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, (7), 25. Disponible en: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>).

Miguel Ángel Gallardo Vigil. (2011). "Evaluación de competencias en la Educación Superior. Un acercamiento teórico". *CONHISREMI, Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, V 7, N° 2,7-8. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/259008883> Evaluacion de competencias en la Educacion Superior Un acercamiento teorico.

Perrenoud, Ph. (1999). "Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo? Facultad de Psicología y de

Ciencias de la Educación". Universidad de Ginebra. Revista de Tecnología Educativa (Santiago - Chile), XIV, N° 3, 2000, 311321.

Desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de Ingeniería Electrónica

Development of mathematical competences in Electronic engineering students

Lorena Laugero

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

María Elena Schivo

Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
mschivo@frsn.utn.edu.ar

Gabriel Bertero

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

María Celeste González

Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
mgonzalez@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Diversos estudios indican que los estudiantes que ingresan a carreras universitarias poseen competencias matemáticas poco desarrolladas para poder afrontar a los requerimientos del aprendizaje de la educación superior. Importantes aportes a este proceso de formación de competencias pueden realizarse ya desde el dictado de las asignaturas del ciclo de formación básica. El objetivo principal de este trabajo es mostrar la experiencia de cátedra que se realizó en el curso de primer año de ingeniería Electrónica de la Facultad Regional San Nicolás al finalizar el primer tema que se desarrolla en Análisis Matemático. Esta experiencia tenía como finalidad poder determinar la situación en la cual se encuentran los estudiantes casi al inicio del cursado de la materia. Los resultados obtenidos demuestran que, si bien los alumnos tienen desarrolladas algunas competencias matemáticas, como la vinculada a la modelización, presentan importantes dificultades en cuanto al manejo algebraico básico.

Palabras clave: Estudiantes de ingeniería, Competencias matemáticas, Funciones.

Abstract

Several studies indicate that students entering university courses have poorly developed mathematical skills to be able to face the learning requirements of higher education. Important contributions to this process of formation of competences can be made from the teaching of basic training subjects. The main objective of this work is to show the experience of the chair that was carried out in the first year course of Electronic engineering of the Facultad Regional San Nicolás at the end of the first topic that is developed in Calculus. The purpose of this experience was to determine the situation in which the students find themselves almost at the beginning of the course of the subject. The results obtained show that, although the students have developed some mathematical skills, such as those related to modeling, they present significant difficulties in in basic algebraic manipulation.

Keywords: Engineering students, Mathematical skills, Functions.

Introducción

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) estableció las competencias de acceso de un estudiante de nivel medio que desea estudiar carreras de ingeniería. De esta forma, se fijó un punto de partida mínimo a partir del cual se puedan desarrollar los currículos para lograr las competencias de egreso establecidas.

A partir de la información obtenida por diversos estudios, se pudo concluir que los alumnos que ingresan al ciclo superior poseen, por ejemplo, habilidades matemáticas poco desarrolladas para responder a los requerimientos del aprendizaje en este nivel (Giordano Lerena, 2016). Importantes aportes a este proceso de formación de competencias pueden realizarse ya desde el dictado de las asignaturas del ciclo de formación básica.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y los nuevos lineamientos curriculares, en la materia Análisis Matemático, perteneciente al primer año de la carrera ingeniería Electrónica de la Facultad Regional San Nicolás, se tomó la decisión de elaborar su planificación con un enfoque basado en competencias para el ciclo lectivo 2023.

El objetivo principal de este trabajo es mostrar la experiencia de cátedra que se realizó en la materia mencionada, al finalizar el primer tema que se desarrolla en la misma. También se presentarán los resultados obtenidos y algunas reflexiones finales. Con la propuesta de trabajo planteada, se intentó determinar el grado de desarrollo de algunas competencias matemáticas involucradas en la resolución de las situaciones planteadas para así poder realizar un análisis de la situación en la cual se encuentran los estudiantes al iniciar el cursado de la asignatura.

Concepto de competencia

Existen numerosas definiciones del término competencia, en cada una de las cuales se resalta algún aspecto en particular. Así, por ejemplo, el CONFEDI (Giordano Lerena, 2016) establece que una competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Esta definición señala que las competencias están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), están referidas al contexto y desempeño profesional, y permiten incorporar la ética y los valores.

La diversidad de enfoques desde la cual se analiza el concepto de competencia permite que en la actualidad este término sea abordado con mayor riqueza. Por esta razón, es posible afirmar que las competencias abarcan: conocimientos generales y específicos (saber/es), la capacidad de internalizar conocimientos (saber conocer), destrezas técnicas y procedimentales (saber hacer), desarrollos de actitudes (saber ser) y competencias sociales (saber convivir). Esta nueva mirada que abre la noción de competencias posibilita, desde una perspectiva curricular, reconceptualizar los procesos didácticos y definir (Savi, 2010): los criterios para la selección de contenidos (¿qué y para qué enseñar?), la forma de organizar los contenidos (¿cómo enseñar?), la distribución en el tiempo (¿cuándo enseñar?), el desarrollo en el espacio (¿dónde enseñar?), la modalidad de aprendizaje (¿cómo aprender?) y la evaluación (¿qué y cómo evaluar?).

Competencias matemáticas

Según Niss (2003), la competencia matemática está dada por la capacidad de comprender, juzgar, hacer y usar las matemáticas en una variedad de contextos intra y extra-matemáticos. Este autor propone ocho competencias matemáticas clasificadas en dos grupos. La Tabla 1 muestra cada una de ellas según el grupo al que pertenece.

Tabla 1. Clasificación de las competencias matemáticas según Niss

<p>Grupo 1 Competencias relacionadas con la capacidad de formular y responder preguntas, en y con las matemáticas</p>	<p>Pensar matemáticamente</p>	<p>Esta competencia constituye un conocimiento sobre los tipos de preguntas que se manejan en matemática y los tipos de respuestas que la matemática puede y no puede proveer, y sobre la habilidad de presentar tales preguntas.</p>
	<p>Plantear y resolver problemas</p>	<p>Esta competencia comprende, por un lado, la habilidad de identificar y especificar los problemas matemáticos y, por otro, la habilidad de resolver problemas matemáticos.</p>
	<p>Modelar matemáticamente</p>	<p>Esta competencia está relacionada con la habilidad de analizar y trabajar sobre modelos existentes y la habilidad de “realizar una modelización activa”.</p>
	<p>Razonar matemáticamente</p>	<p>Esta competencia incluye la habilidad de entender y evaluar una argumentación matemática ya existente, el conocimiento y la habilidad de distinguir entre diferentes tipos de afirmaciones matemáticas y la construcción de cadenas de argumentos lógicos.</p>
<p>Grupo 2 Competencias relacionadas con la capacidad de manejar y administrar el lenguaje matemático y las herramientas</p>	<p>Representar entidades matemáticas</p>	<p>Esta competencia incluye la habilidad de comprender y usar las representaciones matemáticas y conocer sus relaciones, desventajas y limitaciones. Incluye también la habilidad de elegir y cambiar entre representaciones basadas en este conocimiento.</p>
	<p>Manipular los símbolos y el formalismo matemático</p>	<p>Esta competencia incluye la habilidad de entender el lenguaje matemático simbólico y formal y su relación con el lenguaje natural, así como también la traducción entre ambos. También involucra las reglas de los sistemas matemáticos formales y la habilidad de usar y manipular afirmaciones y expresiones simbólicas de acuerdo a las reglas.</p>
	<p>Comunicarse en, de, con y sobre matemática</p>	<p>Esta competencia incluye, por un lado, la habilidad de entender afirmaciones matemáticas hechas por otros y, por otro lado, la habilidad de expresarse matemáticamente uno mismo de diferentes maneras.</p>
	<p>Hacer uso de ayudas y herramientas (incluye las TIC)</p>	<p>Esta competencia incluye el conocimiento de las ayudas y herramientas que se encuentran disponibles, así como también su potencial y sus limitaciones. También involucra la habilidad de usar éstas de manera consciente y eficiente.</p>

Experiencia de cátedra

Para poder determinar el grado de desarrollo de algunas competencias matemáticas, se les planteó a los estudiantes que cursan Análisis Matemático I de la carrera Ingeniería Electrónica, en el ciclo 2023, un trabajo práctico al finalizar el primer tema que se

trata en la materia. Si bien, inicialmente, el grupo estaba conformado por sesenta y seis alumnos, diecinueve estudiantes no fueron considerados por no haber efectuado la entrega de dicho trabajo práctico ya sea porque abandonaron la materia o porque se pasaron a otra comisión constituida por estudiantes de diferentes especialidades. Por lo tanto, sólo cuarenta y siete alumnos participaron de la experiencia.

Por medio del trabajo propuesto, sería posible realizar un análisis de la situación en la cual se encuentran los alumnos casi al comenzar el cursado de la materia y así poder planificar las acciones necesarias para poder contribuir al afianzamiento o desarrollo de competencias matemáticas más complejas.

En las siguientes secciones, se detallan los aspectos más importantes de la experiencia realizada.

Trabajo práctico propuesto

El trabajo práctico estaba constituido por tres situaciones problemáticas vinculadas con el tema función. La Figura 1 muestra los enunciados de dichas situaciones problemáticas. Los estudiantes, para su resolución, debían poner en juego las siguientes competencias matemáticas: modelar matemáticamente (Actividad 1), plantear y resolver problemas (Actividad 2) y hacer uso de herramientas TIC (Actividad 3).

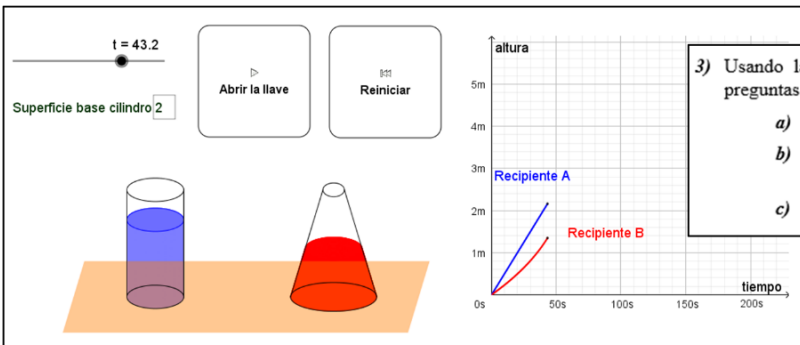
1) Se arroja verticalmente hacia arriba una partícula. Su altura en metros sobre el suelo, t segundos después de haber sido lanzada, está dada por la función:

$$H(t) = -1,2 \cdot t^2 + 3,6 \cdot t + 4,8.$$

- ¿Desde qué altura fue lanzada?
- ¿Durante cuánto tiempo la partícula ascendió?
- ¿Cuál es la altura máxima que alcanza la partícula?
- ¿En qué momento la partícula está 6,3 m arriba del suelo en su camino hacia abajo?
- ¿Cuándo la partícula choca el suelo?
- Realizar la representación gráfica de la trayectoria de la partícula.

2) Un cable de suspensión de un puente colgante adquiere la forma de un arco de parábola. Los pilares que lo soportan tienen una altura de 60 m y está separados por una distancia de 500 m, quedando el punto más bajo del cable a una altura de 10 m sobre la calzada del puente.

- Determinar el modelo matemático que representa la situación planteada.
- Calcular la altura de un punto situado a 80 m del centro del puente.
- Si el punto se encuentra a una altura de 11,28 m, ¿a qué distancia del centro del puente se encuentra?



3) Usando la simulación del llenado de los recipientes, contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el recipiente que se llena primero hasta la mitad de su altura?
- ¿Qué recipiente se llena a velocidad constante? Fundamentar la respuesta.
- ¿Qué ocurre si se duplica la superficie de la base del cilindro? ¿Por qué?

Figura 1. Enunciados de las situaciones problemáticas planteadas

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación indican lo que se quiere valorar y lo que el estudiante debe lograr en un momento determinado de su proceso de aprendizaje. Además, permiten entender qué es lo que conoce, comprende y sabe hacer el alumno (Pérez Hernández et. al, 2017).

En las Tablas 2 – 4, se muestran los criterios de evaluación considerados en cada una de las situaciones problemáticas.

Tabla 2. Criterios de evaluación de la primera situación problemática

C1.1	Identifica y determina los distintos elementos de una función.
C1.2	Plantea y resuelve ecuaciones cuadráticas utilizando diferentes procedimientos algebraicos.
C1.3	Analiza los resultados obtenidos teniendo en cuenta el contexto del problema.
C1.4	Distingue qué parte de la gráfica de la función representa la trayectoria de la partícula.

Tabla 3. Criterios de evaluación de la segunda situación problemática

C2.1	Identifica las variables que intervienen en el problema.
C2.2	Plantea los cálculos que permiten determinar la ley de la función que representa la situación propuesta.
C2.3	Determina el modelo cuadrático que representa la situación planteada.
C2.4	Utiliza el modelo obtenido en situaciones que lo requieran.

Tabla 4. Criterios de evaluación de la tercera situación problemática

C3.1	Identifica las variables que intervienen en el problema.
C3.2	Calcula el incremento de la función en distintos casos.
C3.3	Analiza los incrementos calculados teniendo en cuenta el contexto del problema.
C3.4	Identifica la relación que existe entre la superficie, el volumen y el tiempo transcurrido.

Rúbrica elaborada para evaluar el trabajo práctico

Las rúbricas son tablas de doble entrada donde en las filas se ubican los Criterios de Evaluación y en las columnas los Niveles de Dominio. A través de su uso, no sólo es posible evaluar y calificar a cada estudiante de manera detallada, sino también permiten que los alumnos adquieran una comprensión más profunda y consciente de lo que han aprendido.

Las Tablas 5 – 7 muestran las rúbricas analíticas que se elaboraron para corregir cada una de las situaciones problemáticas planteadas en el trabajo práctico.

Tabla 5. Rúbrica analítica elaborada para la primera situación problemática

	Nivel deficiente	Nivel medio	Nivel avanzado
C1.1	No distingue y calcula, de manera adecuada, los distintos elementos de una función.	Distingue y calcula, en algunos casos, los distintos elementos de una función	Distingue y calcula, de manera adecuada, los distintos elementos de una función.
C1.2	No opera algebraicamente en forma correcta.	Opera algebraicamente con algunos errores.	Opera algebraicamente en forma correcta.
C1.3	No estudia adecuadamente los resultados obtenidos.	Estudia parcialmente los resultados obtenidos.	Estudia adecuadamente los resultados obtenidos.
C1.4	No explica qué parte de la gráfica representa la trayectoria de la partícula.	Explica vagamente qué parte de la gráfica representa la trayectoria de la partícula.	Explica detalladamente qué parte de la gráfica representa la trayectoria de la partícula.

Tabla 6. Rúbrica analítica elaborada para la segunda situación problemática

	Nivel deficiente	Nivel medio	Nivel avanzado
C2.1	No distingue las variables que intervienen en el problema.	Distingue sólo una de las variables que intervienen en el problema.	Distingue las variables que intervienen en el problema.
C2.2	No escribe de forma correcta las ecuaciones que le permiten obtener la ley de la función cuadrática.	Escribe las ecuaciones que le permiten obtener la ley de la función cuadrática con algunos errores.	Escribe de forma correcta las ecuaciones que le permiten obtener la ley de la función cuadrática.
C2.3	No obtiene la función cuadrática que modeliza la situación planteada.	Obtiene con errores la función cuadrática que modeliza la situación planteada.	Obtiene la función cuadrática que modeliza la situación planteada.
C2.4	No emplea el modelo matemático obtenido de forma adecuada.	Emplea el modelo matemático obtenido de forma poco adecuada.	Emplea el modelo matemático obtenido de forma adecuada.

Tabla 7. Rúbrica analítica elaborada para la tercera situación problemática

	Nivel deficiente	Nivel medio	Nivel avanzado
C3.1	No reconoce las variables que intervienen en el problema.	Reconoce sólo una de las variables que intervienen en el problema.	Reconoce las variables que intervienen en el problema.
C3.2	No determina correctamente los distintos incrementos.	Determina correctamente los incrementos en algunos casos.	Determina correctamente los distintos incrementos.
C3.3	No estudia de forma adecuada los incrementos calculados.	Estudia de forma poco adecuada los incrementos calculados.	Estudia de forma adecuada los incrementos calculados.
C3.4	No analiza el vínculo que existe entre las variables involucradas.	No analiza claramente el vínculo que existe entre las variables involucradas.	Analiza el vínculo que existe entre las variables involucradas.

Resultados obtenidos

La Figura 2 muestra los resultados al tabular las respuestas dadas por los alumnos según las rúbricas propuestas.

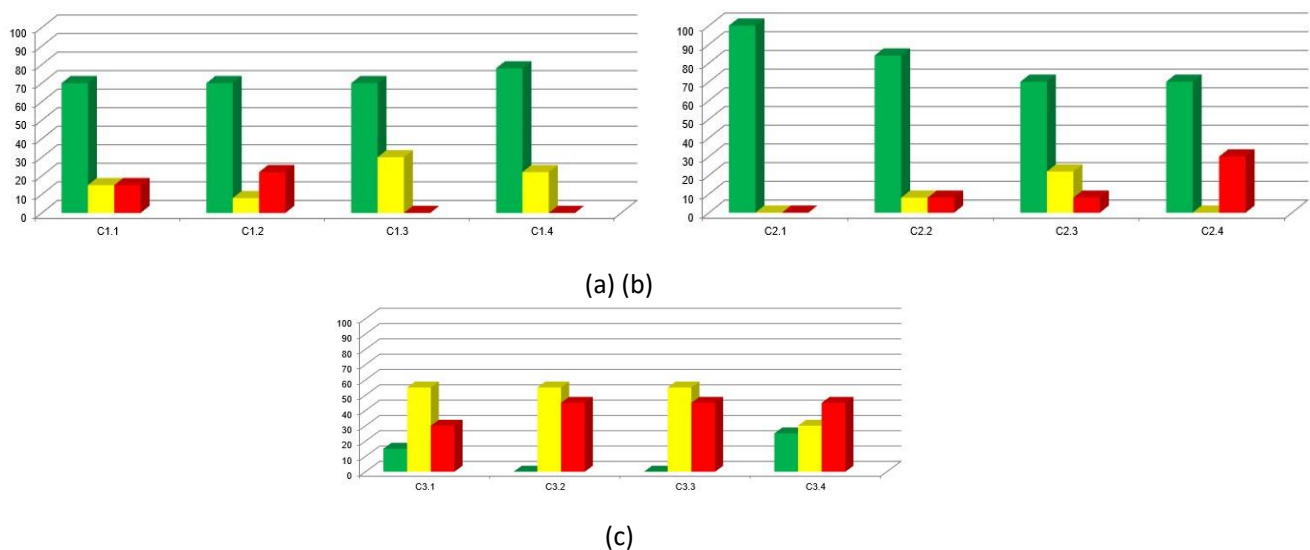


Figura 2. Nivel de logro de los criterios de evaluación establecidos en cada una de las situaciones problemáticas

En estos gráficos, el color rojo representa que ese criterio fue alcanzado por el alumno con un nivel deficiente, mientras que los colores amarillo y verde indican que el criterio fue logrado con un nivel medio o avanzado, respectivamente.

Con respecto a los criterios de evaluación involucrados en la resolución de la primera situación problemática, como se puede observar en la Figura 2.a, al menos el 70% de los estudiantes pudo alcanzarlos con un nivel avanzado. No obstante, las mayores dificultades se presentaron en el cálculo de los distintos elementos de una función y en la resolución de ecuaciones cuadráticas (C1.1 y C1.2). El 15% y 22%, respectivamente, de los alumnos alcanzaron estos criterios con un nivel deficiente. Alrededor del 30% de los estudiantes, no analizó adecuadamente los resultados obtenidos para dar respuesta a los enunciados del problema (C1.3), mientras que el 22% explicó vagamente qué parte de la gráfica representa la trayectoria de la partícula (C1.4).

La Figura 2.b muestra que la totalidad de los alumnos logró identificar, sin inconvenientes, las variables que intervienen en la situación problemática propuesta (C2.1). Si bien, el 84% de los estudiantes logró plantear correctamente los cálculos necesarios para determinar la ley de la función que representa la situación planteada (C2.2), sólo el 70% pudo obtener el modelo cuadrático solicitado sin errores (C2.3). En esta situación problemática, el 30% de los estudiantes tuvo dificultades para utilizar el modelo matemático obtenido en distintas situaciones (C2.4). Una cuestión importante para destacar, en este problema, es la elección que se hizo de un modelo matemático simplificado para representar al mismo. Esta decisión se tomó con el objetivo de simplificar el proceso de cálculo a los estudiantes.

En cuanto al primer criterio de evaluación de la tercera situación problemática (identifica las variables que intervienen en el problema), como se puede ver en la Figura 2.c, únicamente el 15% de los estudiantes lo alcanzó con un nivel avanzado. Algo para resaltar en este problema, es que ningún estudiante pudo calcular y analizar sin errores los distintos incrementos para poder determinar cuál de los dos recipientes se llena a velocidad constante (C3.2 y C3.3). A pesar de que el 55% de los alumnos alcanzaron los criterios anteriormente mencionados con un nivel medio, el 25% de ellos, a pesar de haber cometido algunos errores logró identificar la relación que existe entre la superficie, el volumen y el tiempo transcurrido (C3.4).

Conclusiones

Para poder llevar adelante una formación basada en competencias en el nivel superior es necesario introducir reformas tanto en el diseño curricular como en las formas de abordar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de los mismos. Por esta razón, es imprescindible que cada docente no sólo asuma el compromiso de contribuir a esa formación basada en competencias sino también que reflexione sobre la forma en la que puede llevar adelante este proceso desde su asignatura.

Los resultados obtenidos en el trabajo práctico demuestran que, en la primera y segunda situación problemática, un alto porcentaje de estudiantes tiene desarrollada la competencia de modelar matemáticamente, así como también la de plantear y resolver problemas. No obstante, es para destacar que algunos de ellos presentan dificultades en cuanto al manejo algebraico básico. Así, por ejemplo, se detectaron problemas para poder resolver una ecuación de segundo grado correctamente.

En la tercera situación problemática, es donde se observaron los mayores inconvenientes. Estos problemas pueden deberse no sólo a las dificultades de interpretar de forma adecuada la información proporcionada por el recurso digital sino también porque dicha situación presentaba un mayor nivel de dificultad.

Teniendo en cuenta la situación inicial en la que se encuentran los estudiantes, se tomaron una serie de decisiones. En primer lugar, se planificarán diversas actividades para ayudar a que todos los alumnos adquieran un sólido manejo algebraico, condición esencial no sólo para poder abordar los distintos temas que se desarrollan en la materia sino también para que logren una formación adecuada que les permita afrontar los retos que les presentará el nivel universitario. Por otra parte, se seguirán presentando en la

asignatura situaciones problemáticas vinculadas con otros conceptos que se estudian en la misma con la finalidad de contribuir al afianzamiento o desarrollo de competencias matemáticas cada vez más complejas.

Referencias

Giordano Lerena, R. (Compilador) (2016). Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. ASIBEI.

Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. Gagatsis, A.; S. Papastravidis, S. (Ed): Third Mediterranean Conference on Mathematics Education. Hellenic Mathematical Society and Cyprus Mathematical Society, 115 – 124.

Pérez Hernández, A., Méndez Sánchez, C., Pérez Arellano, P. & Yris Whizar, H. (2017). Los Criterios de Evaluación del Aprendizaje en la Educación Superior, Perspectivas Docentes, 28 (63), 60 – 68.

Savi, A. (2010). Articulación Universidad – Escuela Media: identificación de competencias específicas para el ingreso y permanencia en Ingeniería en Sistemas de Información. UTN – FRC. [Tesis de maestría]. Universidad Tecnológica Nacional.

Implementación de secuencias didácticas en el Ingreso a Ingeniería en la FRSF, como estrategia para la nivelación en Química General

Implementation of didactic sequences in the Admission to Engineering in the FRSF, as a strategy for leveling in General Chemistry

Vanina Mazzieri

Dpto. de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610 (3000) Santa Fe Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE), Colectora Ruta 168, Km 0, Paraje El Pozo (3000) Santa Fe
vmazzieri@frsf.utn.edu.ar

Mauren Fuentes Mora

Dpto. de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610 (3000) Santa Fe Instituto de Desarrollo y Diseño INGAR (CONICET-UTN), Avellaneda 3657 (3000) Santa Fe
mfuentes@frsf.utn.edu.ar

Carlos Córdoba

Dpto. de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610 (3000) Santa Fe Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química INTEC (CONICET-UNL), Güemes 3450 (3000) Santa Fe
cacordoba@frsf.utn.edu.ar

Maximilano Schiappa Pietra

Dpto. de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610 (3000) Santa Fe
maxipietra@frsf.utn.edu.ar

Tomas Assenza

Dpto. de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, Lavaisse 610 (3000) Santa Fe
tassenza@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Se presentan los resultados de la resolución de secuencias didácticas de Química General, realizada por estudiantes del Ingreso 2023 en la FRSF, como una estrategia para nivelar los contenidos básicos disciplinares y obtener una aproximación a los temas iniciales de la asignatura. Cada secuencia, además de ejercitación, contiene complementos teóricos afines a cada tema en estudio. La actividad se realizó con carácter optativo. Se logró una participación del 63% de los 231 ingresantes, y de ellos un 27% obtuvo una calificación superior a 60% de aprobación. Al final de la experiencia, se les ofreció la oportunidad de evaluar la propuesta a través de una encuesta y realizar comentarios o sugerencias en cuanto a: metodología, exigencias, canales de comunicación, material complementario, tiempo de ejecución, interés que podía suscitar y finalidad, con el fin de mejorar la oferta en próximas ediciones. Entre los comentarios, se agradece la experiencia porque no todos cuentan con la misma enseñanza previa.

Palabras clave: Secuencias didácticas, ingreso universitario, química, encuesta académica.

Abstract

The results of the resolution of didactic sequences of General Chemistry are presented, by students of the 2023 Admission in the FRSE, as a strategy to level the basic disciplinary contents and make an approximation to the initial topics of the subject. Each sequence, in addition to exercises, contains theoretical complements related to each topic under study. The activity was carried out on an optional basis. A participation of 63% of the 231 entrants was achieved, and 27% of them obtained a rating higher than 60% approval. At the end of the experience, they were offered the opportunity to evaluate the proposal through a survey and make comments or suggestions regarding: methodology, requirements, communication channels, complementary material, execution time, interest that could arouse and purpose, in order to improve the offer in future editions. Among the comments, the experience is appreciated because not everyone has the same prior teaching.

Keywords: Didactic sequences, university admission, chemistry, academic survey.

Introducción

Los cursos de ingresos en la Universidad están orientados a la formación general, la comprensión lectora y la ambientación a la vida universitaria. Incorporarse al oficio de estudiante universitario no se trata sólo de una construcción individual, sino que la institución universitaria debe colaborar en este proceso con diversos apoyos institucionales y académicos. Integrarse a la Universidad requiere de un proceso de aprendizaje, tanto de las exigencias intelectuales como de las lógicas y reglas de funcionamiento propias del nivel universitario, aprender el oficio de ser estudiante universitario necesita tanto del compromiso y esfuerzo personal como del institucional. El curso de ingreso es un espacio de primer acercamiento a la carrera, así como una instancia preparatoria para el comienzo de las materias del primer año en la Facultad, es un proceso de enseñanza y aprendizaje, donde se deben crear las instancias para que todos los estudiantes participen activamente e incentivándolos a formularse interrogantes respecto de lo que están aprendiendo, guiándolos a descubrir por sí mismos las respuestas a ellas, mediante diversos procedimientos. Una de las demandas actuales del currículo universitario es el manejo efectivo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) por parte de los docentes con el fin de fomentar prácticas y habilidades que los estudiantes necesitarán en sus puestos de trabajo futuros. En este sentido, Burgos (2007: 241-276), indica que “la tecnología aplicada a la educación es un conjunto de teorías y técnicas que permiten ofrecer un proceso mediante el cual se pueden operar herramientas, cambiar, manipular y controlar un ambiente de aprendizaje”. Muñoz Sheridan (2008: 95-115) sostiene que por medio de Internet se pueden conformar redes de aprendizaje a través de una plataforma tecnológica y entonces hacer uso de distintas aplicaciones para facilitar la comunicación, la colaboración y el acceso a recursos digitales. Estas plataformas deben ser amigables para no inhibir el desarrollo de las personas en el proceso de aprendizaje según López (2010: 131-150). En base en lo anterior, se puede afirmar que las TIC han cambiado la forma de hacer docencia. A este respecto, Marquès (2007: 1-15) asevera que las TIC facilitan la labor del docente, ya que brindan acceso fácil, rápido y seguro a la información y al procesamiento de datos y enfatiza el gran aporte que han dado las TIC con respecto a las posibilidades de comunicación sincrónica y asincrónica. Los docentes, según Poblete (2008: 1-18), están convencidos de que la inclusión es una forma de ayudar a los estudiantes a obtener herramientas que les serán útiles a lo largo de sus vidas. Con la ayuda de las TIC, se puede realizar una gran cantidad de actividades para apoyar los contenidos temáticos. A la vez, se incrementa la cantidad de recursos y medios de comunicación que los estudiantes tienen para comunicarse en forma digital con el docente y con otros compañeros.

En la Facultad Regional Santa Fe, no se realizan curso de ingreso de Química, por lo que la UDB Química de la Facultad dispuso de un curso de nivelación no presencial, asincrónico y no obligatorio, a través del Campus de la Facultad, para que los

estudiantes puedan comenzar en buenas condiciones la asignatura de Química General, la cual se dicta en el primer año de Ingeniería (en las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil, Industrial y Eléctrica), teniendo en cuenta que una gran parte de nuestros ingresantes no han cursado Química en la secundaria o no han dado la totalidad de los temas que aseguran un buen cursado de la asignatura en la Facultad. Este curso les brinda los conocimientos previos que deberán tener al inicio de clases de la asignatura. El curso de nivelación cuenta con Anexos de lectura y secuencias prácticas para realizar autoevaluación y un foro de consultas donde los docentes responden las dudas e inquietudes. La autoevaluación les permite a los estudiantes desarrollar su capacidad de autocrítica, el auto-reconocimiento de sus logros y dificultades permitiéndoles alcanzar un aprendizaje autónomo, centrado en el estudiante.

Los resultados de las evaluaciones de las secuencias permiten a los docentes identificar los temas que presentan mayor dificultad y plantear los resultados de aprendizajes en la materia Química. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) enfatiza en que la evaluación no es sinónimo de calificación, ya que ésta alude a procesos que sirven “para interpretar o juzgar los datos y las evidencias acumuladas por medio de la evaluación” (CONFEDI, 2017). La evaluación de los aprendizajes es un componente del proceso educativo, a través del cual se observa, recoge y analiza información significativa, respecto de las posibilidades, necesidades y logros de los alumnos, con la finalidad de reflexionar, emitir juicios de valor y tomar decisiones pertinentes y oportunas para el mejoramiento de sus aprendizajes (Anijovich y Gonzalez, 2021: 1-50).

Desarrollo

Como consigna de la actividad se les solicitó a los ingresantes estudiar los complementos teóricos asociados y resolver las doce secuencias didácticas que se mencionan en la Tabla 1, con el fin de nivelar los conocimientos sobre temas iniciales de la asignatura Química General, como: sistemas materiales, formulación y nomenclatura, estructura atómica, y poner a prueba lo aprendido con una ejercitación sugerida.

No. de Secuencia	Tema
S1	Materia. Cantidad de materia, masa y peso.
S2	Transformaciones. Transformaciones químicas y físicas.
S3	Sustancias. Clasificación de sustancias simples y compuestas.
S4	Mezclas. Tipos y clasificaciones.
S5	Estructura atómica. Partículas y características.
S6	Composición. Unidades fundamentales de la materia.
S7	Descriptores de las sustancias. Óxidos.

S8	Descriptores de las sustancias. Hidruros.
S9	Descriptores de las sustancias. Hidróxidos.
S10	Descriptores de las sustancias. Ácidos.
S11	Descriptores de las sustancias. Sales.
S12	Cantidad de Sustancia. Reacciones Químicas. - Mol. Masa Molar. Estequiometría

Tabla 1. Listado de secuencias y temas.

La propuesta tuvo carácter optativo y sólo 146 estudiantes de un total de 231 inscriptos accedieron a responder las secuencias; algunos de ellos, en forma parcial. En la Figura 1 se observa la dispersión de las respuestas en cada secuencia. El 50,3% se encuentran concentradas por encima del puntaje 5, siendo su cuartil superior de 8,33 puntos. El cuartil superior es el valor central de la mitad superior de los puntajes, es decir que un 25% de los valores son superiores o iguales a él.

En la Tabla 2 se observan los principales parámetros estadísticos de cada secuencia. Se observa una disminución del promedio a medida que incrementa la dificultad de cada secuencia, se da principalmente por el incremento de valores con puntaje 0, indicados en la mediana, moda y cuartil inferior. La mediana representa el valor del puntaje de posición central en el conjunto de puntajes ordenados, la moda es el puntaje que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos y el cuartil inferior indica que el 25% de los valores son inferiores o iguales a él.

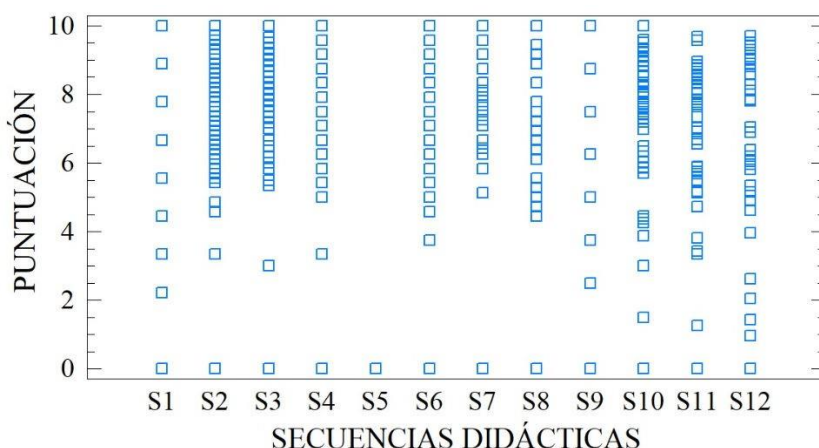


Figura 1. Dispersión del puntaje obtenido en cada secuencia didáctica.

Secuencia	Promedio	Mediana	Moda	Desviación Estándar	Cuartil Inferior	Cuartil Superior
S1	8.37	10.00	8.89	2.34	6.67	10.00

S2	7.15	7.78	0.00	2.63	6.67	8.75
S3	6.99	8.33	0.00	3.37	7.00	9.00
S4	6.61	7.92	0.00	3.50	5.83	9.17
S5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S6	3.96	4.79	0.00	4.00	0.00	7.50
S7	3.63	0.00	0.00	4.03	0.00	7.92
S8	2.98	0.00	0.00	3.95	0.00	7.22
S9	2.84	0.00	0.00	3.85	0.00	7.50
S10	2.23	0.00	0.00	3.57	0.00	5.86
S11	1.93	0.00	0.00	3.32	0.00	3.81
S12	1.50	0.00	0.00	3.01	0.00	0.00

Tabla 2. Parámetros estadísticos de cada secuencia.

La Figura 2 muestra el porcentaje de respuestas correctas relativo al total de puntos alcanzados en la resolución de cada secuencia. Como se puede observar, las secuencias que generaron mayor nivel de dificultad en la resolución están relacionadas con el estudio de la estructura atómica (S5), que es la más crítica, y la puntuación decrece cuando se trata de formular o nombrar compuestos. La secuencia S12 implica un mayor nivel de complejidad al tratarse de ejercicios cuantitativos que implican ecuaciones químicas, y cálculos estequiométricos, lo que evidentemente genera mayor grado de dificultad en la resolución. El incremento de la dificultad en las secuencias, también se observa, en la disminución del cuartil superior (Tabla 2), que para el caso de la secuencia S12 la cantidad de valores de puntaje 0 representa el 77,4%.

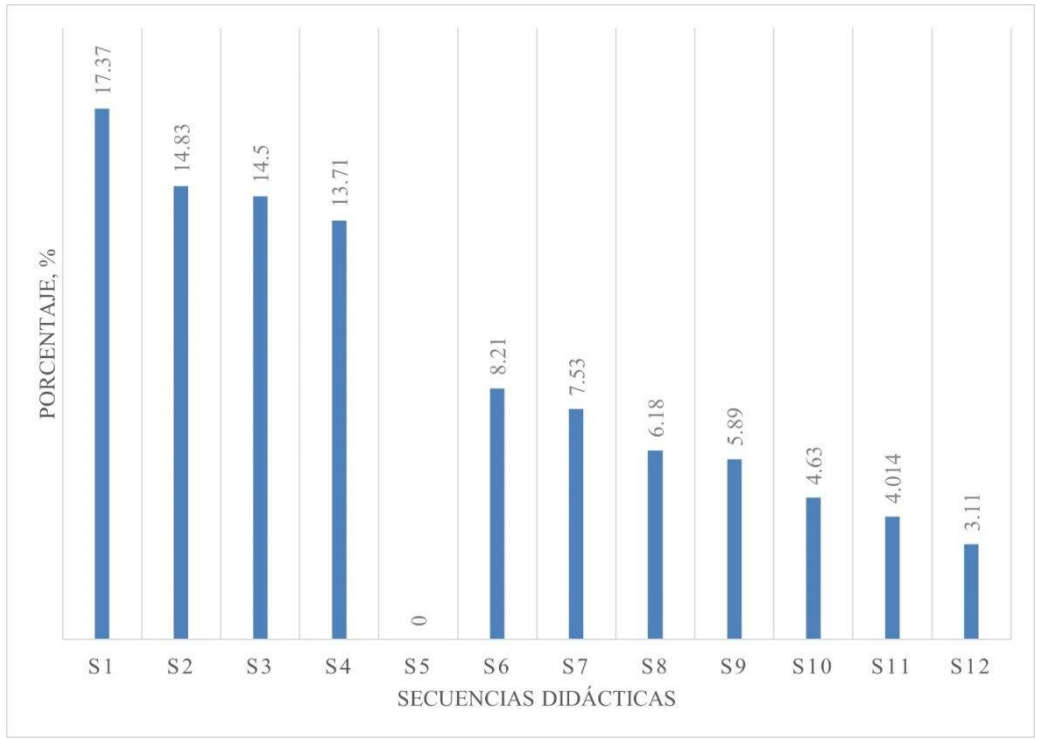


Figura 2. Porcentaje relativo de respuestas correctas.

La Figura 3 muestra el histograma de resultados totales; es decir, la frecuencia por rangos de puntuación del total obtenido por los ingresantes en la evaluación. Cada secuencia tenía un valor de 10 puntos para un total de 120 puntos de resolución correcta (100%) de la ejercitación. Sólo el 27% de las respuestas supera el 60% de resolución en forma correcta.

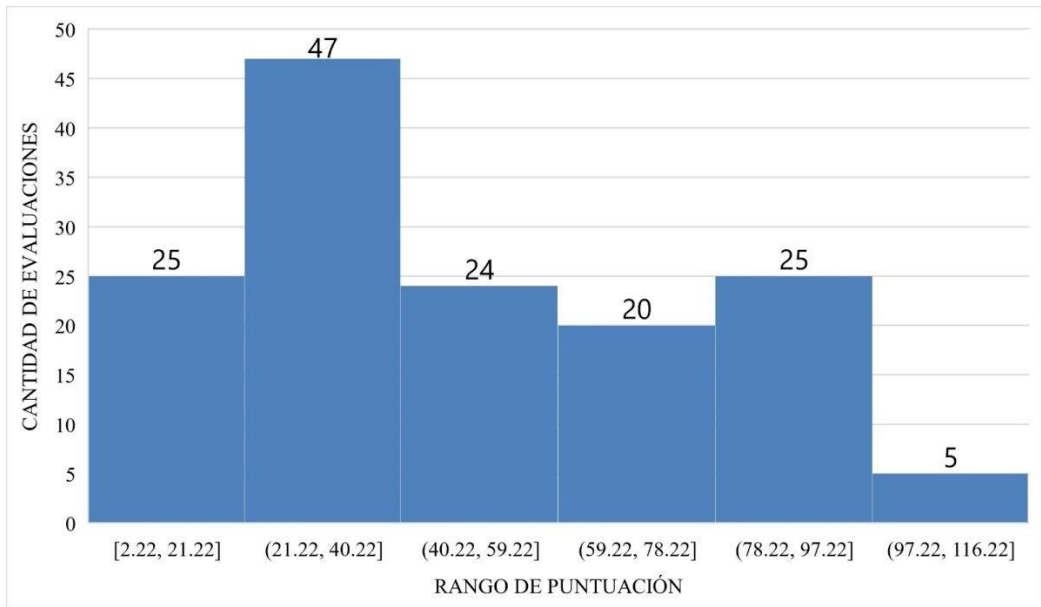
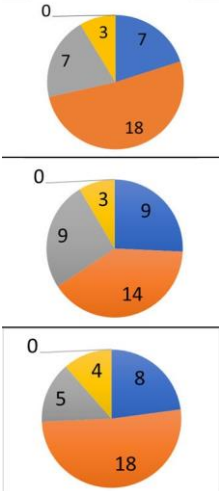
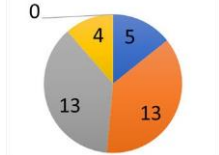
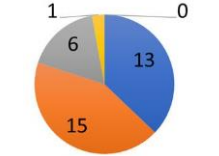


Figura 3. Histograma de resultados totales.

Al finalizar la experiencia, se les solicitó a los participantes responder la encuesta que se presenta en la Tabla 3, usando para cada criterio la posibilidad de responder con categorías: sobresaliente (S) muy bien (MB), bien (B), regular (R), no sabe/no contesta (NC). Sólo 35 estudiantes, de los 146 que participaron, se animaron a responder la encuesta. En la Tabla 2 se incluyen, para cada criterio, los resultados del número de respuestas por categoría.

No.	Criterio	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> ■ S ■ MB ■ B ■ R ■ NC </div> Respuestas
1	La metodología de trabajo y las actividades propuestas son adecuadas en cuanto a formato y edición.	
2	Las exigencias planteadas para la resolución de las secuencias son razonables.	
3	Los canales de comunicación y las orientaciones brindadas sobre el uso de las secuencias son suficientes y apropiados.	
4	El material complementario y la bibliografía orientada son comprensibles y adecuados.	
5	El tiempo destinado para hacer las secuencias es el adecuado.	

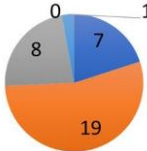
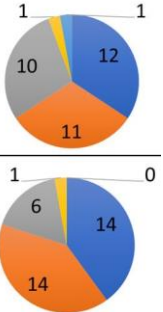
6	La evaluación es adecuada.	
7	La propuesta resulta interesante, desafiante, motivadora y facilita la comprensión e integración de conocimientos de Química.	
8	La propuesta permite adquirir y/o afianzar conocimientos durante el ingreso y adquirir habilidades para continuar aprendiendo.	

Tabla 3. Resultados de la encuesta sobre la implementación de las secuencias didácticas.

Al final de la encuesta, los ingresantes encontraron un espacio para dejar sus impresiones acerca de la propuesta. Entre los comentarios y sugerencias más relevantes se citan los siguientes:

“Me gustó, recordé temas que vi en la escuela y aprendí otros nuevos, aunque al final me perdí con el tema de los moles, pero en general bien.”

“Creo que la idea de realizar estos cursillos antes de comenzar es adecuada ya que no todos/as tenemos los mismos conocimientos sobre esta materia. Quizás estaría bueno agregar un método de enseñanza oral, ya sea con un video de Youtube recomendado o un video grabado por ustedes. ¡Gracias!”

“Si bien en los últimos niveles se me dificulta la comprensión de los temas, ya que no los di en la secundaria, hubo algunas cosas que pude comprender y fue de gran ayuda equivocarme en esta instancia que no es definitiva, como lo sería una evaluación.”

“Agregaría un libro con los temas explicados más detalladamente.”

“Sirve mucho, no es agotador, vale la pena hacerlo.”

“Desde mi punto de vista, hay ejercicios que son dificultosos, ya que no tengo ninguna base de química, podrían poner algún ejemplo para luego basarnos en esa metodología.”

“En mi opinión, los anexos deberían estar más resumidos.”

“Sugiero que los anexos sean más explicativos o que las preguntas vayan un poco más dirigidas a las personas que tienen un conocimiento reducido de la materia, de esa forma podría ser más desafiante y motivador antes que frustrante, quizás.”

“Se necesitaría más información para la última secuencia didáctica No. 12.”

“Para la gente que no tuvo mucha química en la secundaria, la secuencia No. 12 resulta muy complicada.”

Como se puede observar, los comentarios en algunos casos son positivos, hacen ver la actividad como algo que vale la pena realizar, en otros casos exigen mayor documentación y hay otro extremo que prefiere información más concisa y basada en ejemplos. En la encuesta puede observarse las dificultades que se presentaron en la secuencia 12, la cual está relacionada a reacciones químicas y estequiometría, que es un tema muy poco desarrollado en la enseñanza secundaria, por lo que debería plantearse como un resultado de aprendizaje en la planificación de la materia en ese nivel.

Conclusiones

En el presente trabajo se mostraron los resultados de la resolución de secuencias didácticas de Química General, no obligatorias, no presenciales y asincrónicas realizada por estudiantes del Ingreso 2023 en la FRSF. Se observó que las primeras cuatro secuencias, que abarcan temas como: concepto de materia, transformaciones químicas y físicas, clasificación de sustancias, tipos y clasificación de mezclas, tienen un considerado porcentaje de respuestas correctas; en cambio, la secuencia cinco, que es la relacionada a estructura atómica, no tiene respuestas correctas, también se observó que la dificultad aumenta en las sucesivas secuencias que incluyen formulación y nomenclatura de compuestos, hasta alcanzar la secuencia doce, la cual implica cálculos estequiométricos.

Desde la cátedra resultó una iniciativa importante, porque por primera vez se logró incluir un material didáctico en el Ingreso para nivelar los contenidos básicos disciplinares y aproximar los temas iniciales de la asignatura Química General a los estudiantes. Los resultados demuestran que es insuficiente el nivel académico de los ingresantes en la asignatura, deficiencias que pudieran disminuir si se dictara un curso con carácter obligatorio en esta instancia.

Esta propuesta permitió detectar los temas que, siendo contenidos básicos de la materia, presentaron mayor dificultad en los ingresantes y son necesarios plantearlos como resultados de aprendizajes en la planificación de la cátedra, lo que aportará a la formación de competencias de egreso de los estudiantes de las distintas ingenierías que se imparten en la Facultad Regional de Santa Fe. Las observaciones realizadas por los estudiantes en la encuesta serán tenidas en cuenta para mejorar la propuesta en una segunda instancia durante el Ingreso 2024.

Referencias

- Anijovich, R y Gonzales, C. (2021). *Evaluar para aprender. Conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: AIQUE, 1-50.
- Burgos, J. (2007). “El reto de la radio interactiva y la tutoría virtual”, *Tecnología Educativa en un Modelo de Educación a Distancia Centrado en la Persona*. México: Lozano Rodríguez, & B. A. Vladimir, 241-276.
- Libro Verde de CONFEDI (2017). *Manual de acreditación para carreras de ingeniería de la República Argentina*. Universidad FASTA Ediciones.
- López Falconi, J. E. (2010). “Comunidades de prácticas de valor para el aprendizaje organizacional” En Burgos Aguilar, V. y A. Lozano Rodríguez (Comp.), *Tecnología educativa y redes de aprendizaje de colaboración*. México: Trillas, 131-150.
- Marquès, P. (2007). “Impacto de las TIC en la enseñanza universitaria”. Facultad de Educación, UAB, 1-15. Recuperado de <http://dewey.uab.es/pmarques/ticuniv.htm>.

Muñoz Sheridan, A. (2008). “Factores implicados en la conformación de redes escolares con el soporte de un portal educativo: Un enfoque de comunidades de práctica docente”. En J. M. Fernández-Cárdenas y C. CarriónCarranza, *Escenarios virtuales y comunidades de práctica. La participación docente en la Red de Escuelas Asociadas a la UNESCO*. Monterrey: Comité Regional Norte de Cooperación con la UNESCO, 95-115.

Poblete, M. (2008). “El aprendizaje basado en competencias: claves docentes”. Actas del IV Congreso Internacional: La Renovación de Metodologías Docentes Centradas en el Nuevo Proceso de Aprendizaje del Alumno, Valladolid, España, 16 al 17 de septiembre, 1-18.

Enseñar Matemática a partir de la modelización

Teaching Mathematics from modelling

Jorge Paruelo

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

Silvina Cafferata Ferri

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires
scafferataferri@frba.utn.edu.ar

Andrea Campillo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires
acampillo@frba.utn.edu.ar

Yalile Srour

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires
ysrour@frba.utn.edu.ar

Resumen

La modelización es una de las competencias a desarrollar en la formación de los futuros ingenieros. En este trabajo se considera la vertiente de modelización a través de la cual se plantea un problema, se elabora un modelo mental, se lo representa, se lo pone a prueba y se opera con él. El modelo mental puede representarse mediante conceptos y objetos matemáticos. En este trabajo se expone una experiencia de aula de Análisis Matemático I en el que se utilizan funciones continuas como recurso de representación. A partir de un caso de modelización se introducen conceptos matemáticos nuevos, o nuevos usos de conceptos conocidos, además de introducir a los estudiantes en el desarrollo práctico de un proceso de modelización.

Palabras clave: Modelización – Resolución de problemas – Continuidad de funciones – Representación.

Abstract

Modelling is a competence to develop in future engineer. “Modelling” is understood in this paper as a process in that a model is generated, represented, tested and finally is used to solve a problem. The first step in the process is to create a mental model that is represented, usually, with mathematical objects and concepts. In this work we expose a classroom experience of elemental calculus using continuous functions as a tool to representation. Starting from a factual problem some news mathematical concepts are introduced while students are embedding into a modelling process.

Keywords: Modelling – Problem solving – Continuous functions – Representation

Introducción

La modelización es una de las capacidades que se espera desarrollen los futuros ingenieros durante su formación según se establece en documentos del CONFEDI (2014) y es concebida en la literatura sobre el tema como una competencia a desarrollar en la formación científica de profesionales de diversas especialidades

(Upmeyer zu Belzen et al., 2019). En el marco de la enseñanza esta competencia se asocia con cierta línea de trabajo conocida como “enseñanza basada en la modelización”.

Para focalizarnos en el problema que intentamos abordar en este trabajo vamos a tomar la caracterización de “modelo” dada por Gilbert et al (2000), que es citada a menudo en la literatura sobre el tema, en la que se considera que modelo es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema creado con un objetivo específico. Aunque algo vaga, esta definición alcanza a los fines del presente trabajo.

Otro concepto que aparece es el referido por el término “modelización”, y que lleva a dos líneas diferentes de “enseñanza basada en la modelización” como puede encontrarse en Oliva (2019) y Justi (2006). Una primera acepción del término es la que se liga a la progresión de modelos. Sin embargo, la otra variante es la que entendemos que está más cerca de lo que se pretende lograr en la formación del ingeniero. Esta vertiente, que describimos resumidamente en lo que sigue, no es incompatible con el aprendizaje de modelos ya establecidos. Cuando nos planteamos una pregunta, un problema, sea científico o no, elaboramos un modelo mental para operar con él y resolverlo, o para dar una respuesta posible. Nuestro modelo mental irá modificándose a medida que vayamos consiguiendo mayor conocimiento sobre el objeto involucrado en el problema. Iremos generando nuevos modelos que resultarán más útiles para el objetivo buscado. La segunda acepción del término “modelización” es entenderlo en esta línea, como una práctica similar a la científica, e involucra la creación, modificación, uso y evaluación de modelos. Dos elementos cruciales para diferenciarlo de la otra acepción se centran en la creación y el uso, entendido esto como aplicación en una nueva situación. Esta segunda caracterización de “modelización” es la que se sostiene en este trabajo, tanto cuando se hace referencia a la competencia de modelización como cuando se hace referencia a la enseñanza basada en la modelización.

Según el tipo de modelos con los que se opere, la Matemática juega un rol importante dentro del proceso de modelización. La enseñanza en esta línea debe tener en cuenta ese rol y evidenciarlo a lo largo de la formación matemática del futuro profesional.

La Figura 1 da una idea de la parte del proceso de modelización que nos interesa.

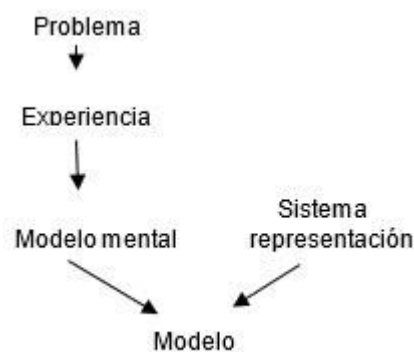


Figura 1. Creación del modelo

En la figura se registra el inicio del proceso de modelización, con la formulación de un problema. Usamos “formulación” y no “identificación” porque en la determinación del problema hay un aporte que hace el agente que va a desarrollar el modelo. Esto es porque un modelo tiene algún propósito. Supongamos que estamos interesados en el diseño de envases de madera con la forma de una botella clásica de vino. Para trabajar con el envase desarrollamos un modelo, pero ¿qué queremos hacer con el modelo?, ¿queremos usarlo para analizar diferentes alternativas de sus dimensiones?, ¿queremos un modelo que nos permita desarrollar recursos de envasado o construcción? Las diferentes respuestas a estas preguntas indican que hay diferentes propósitos en el desarrollo del modelo y esos propósitos forman parte de lo que hemos identificado como problema en la Figura 1. Cuál es el problema condiciona la experiencia que vamos a recoger de nuestro objeto de estudio y también qué sistema de representación resulta más adecuado una vez ideado un primigenio modelo mental. La forma de plasmar tal modelo mental en algo comunicable y analizable objetivamente es desarrollando el modelo representado, que mencionamos como “modelo” en la Figura 1. Éste toma elementos del modelo mental y los expresa mediante un sistema de representación conveniente. En ese sistema de representación es donde aparece la Matemática. Este proceso de búsqueda de datos a partir de la experiencia, generación de modelos mentales y elección y aplicación de un sistema de representación, es un proceso integral. Más allá de que podamos separar sus partes para el análisis, es algo que ocurre conjuntamente. Una vez desarrollado el modelo comienza un proceso de evaluación y reformulación que mejora dicho modelo. La evaluación, como se verá en el ejemplo, requiere de algunas inferencias que permitan acceder a elementos epistémicamente más accesibles.

La Matemática aparece como recurso de representación: el tipo de conceptos matemáticos que se utilicen dependerá, entre otras cosas, del propósito que tenga el modelo. En lo que sigue, se expone una experiencia de aula de Análisis Matemático I de un caso de modelización que permite introducir conceptos matemáticos nuevos, o nuevos usos de conceptos conocidos, además de introducir a los estudiantes en el desarrollo de un proceso de modelización. La propuesta se enmarca en una forma, aún en desarrollo, de enseñanza de la modelización en carreras de Ingeniería que parte de dos premisas centrales:

- La modelización constituye un contenido transdisciplinar a enseñar, en el que pueden insertarse los contenidos disciplinares para su enseñanza integrada.
- Es conveniente enseñar los contenidos matemáticos asociándolos con representaciones de modelos fácticos.

Desarrollo

Se propone abordar el problema de determinar cómo se distribuye la temperatura a lo largo de una espira de metal que se somete a calor constante en un punto determinado. La presentación en la clase no utiliza el lenguaje de la frase precedente porque estaría anticipando ciertos elementos del modelo que se pretende caracterizar, y eventualmente generar. En el aula se exhibe un anillo o aro de metal, hecho de alambre o con el cobre de un cable pelado, y se afirma o se muestra que se lo calienta en un punto determinado manteniendo la fuente de calor constante, como es el caso de un mechero, por ejemplo. A continuación, se pregunta qué piensan que ocurre en el anillo. De esta manera se dispara un proceso de intercambio con los estudiantes que busca definir el problema que se quiere resolver y establecer los primeros pasos de la generación de un modelo que intente resolverlo.

Como al comenzar el curso de Análisis Matemático I los estudiantes ya están familiarizados con las funciones, la discusión se encamina rápidamente a encontrar una función que establezca cuál es la temperatura en cada punto del anillo. Sin embargo, no se tiene idea de cuál es la función y se hace necesario establecer una serie de supuestos antes de buscar una función particular. El objetivo en esta parte de la actividad es que los estudiantes registren que un modelo no es una copia de la realidad, sino una representación idealizada y que es necesario introducir una serie de simplificaciones y aproximaciones junto con algunas convenciones útiles para poder iniciar la tarea. Como en la caracterización del problema surgen las variables a considerar, posición en el anillo y temperatura, la primera actividad consiste en que los estudiantes establezcan un recurso para identificar las distintas

posiciones en el anillo. Con un tiempo de trabajo en grupos surgen alternativas que en general, o al menos así ocurrió en los cursos donde se hizo la experiencia, consideran el anillo como una circunferencia sobre la que se superpone un sistema de ejes perpendiculares. En este punto, la mayoría de los estudiantes intenta trabajar con el sistema cartesiano para determinar posiciones, probablemente porque no tienen experiencia trabajando con coordenadas polares. La discusión en este punto conduce a establecer los primeros supuestos, que se explicitan, y mostrar las ventajas de la representación matemática en coordenadas polares. Los supuestos que los estudiantes identifican sin problemas son:

- 1- El anillo es considerado una circunferencia, es decir simplificando su forma para identificarla con un objeto matemático de fácil acceso para su representación geométrica y algebraica.
- 2- El anillo no tiene espesor. De esta manera sólo se requiere la identificación de posiciones a lo largo de la circunferencia.

A continuación, se pone bajo discusión una tercera variable involucrada en el problema, que es el tiempo. Los estudiantes identifican esta situación porque piensan que a medida que transcurre el tiempo, cada punto va a ir aumentando su temperatura. La discusión lleva a distinguir la situación transitoria de la estacionaria, que es la que interesa analizar. Se desea identificar el momento en que la espira llegó a la máxima temperatura dadas las condiciones del entorno y el calor entregado por la fuente. Así, clarificado este punto, se agregan otros supuestos a nuestro modelo:

- 3- La fuente entrega calor constante.
- 4- Las condiciones que rodean al anillo hacen que cada punto pierda y gane calor en la misma cantidad constantemente.

El paso siguiente en la actividad es discutir una característica sobre la distribución de la temperatura en el anillo idealizado: esta magnitud debe distribuirse de manera uniforme, o mejor expresado, con isotropía. Dicho en otros términos, el anillo no tiene diferencias en los distintos puntos respecto de cómo se transmite la temperatura. Esto lleva a un nuevo supuesto:

- 5- El anillo no presenta diferencias en cuanto a la transmisión del calor en todos sus puntos.

Una característica adicional va a permitir introducir un nuevo concepto matemático. Una suposición razonable respecto de la distribución de temperatura es que ésta varía gradualmente, es decir, no presenta saltos de temperatura entre un punto y otro contiguo. En la función que describiría la distribución de temperatura esto se traduce en una característica puntual: la continuidad de la función en el intervalo determinado.

Las actividades de clase continúan abordando las características y propiedades de las funciones continuas, incluyendo los teoremas de Weierstrass, Valor Intermedio y Bolzano.

Una vez estudiados estos teoremas, se vuelve sobre el problema de la distribución de temperatura en el anillo¹. Con el sistema de referencia posicional determinado, podemos expresar todo en un diagrama con el sistema

¹ La aplicación de Bolzano a la espira fue tomada de un video de clase de Juan Medina Molina de la Universidad Politécnica de Cartagena. El video original puede verse en <https://www.dmae.upct.es/~juan/videosfund/func/alambre.htm>.

coordinado en el centro del anillo y un eje pasando por donde está la fuente de calor que ubicamos, en la posición cero de la variable α (Figura 2):

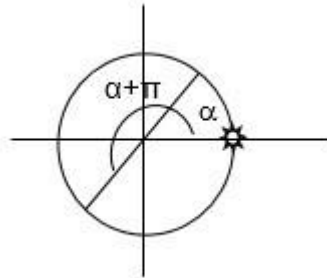


Figura 2. Sistema coordinado en el centro del anillo

Lo que se busca establecer es una función temperatura (T) en una vuelta del anillo.

$$T: [0; 2\pi] \rightarrow \mathbb{R}: y = T(\alpha)$$

Por ello, queda definida sobre un dominio restringido a un intervalo cerrado. Esto es una buena ocasión para mostrar que en la aplicación técnica de las funciones es común que los dominios se restrinjan a conjuntos acotados.

Se puede mostrar que nuestras suposiciones más sencillas se satisfacen si la función es continua, pues están de acuerdo con lo que afirman tanto el teorema de Weierstrass como el teorema del Valor Intermedio. Esto es así ya que suponemos que hay un punto de temperatura máxima y otro de temperatura mínima sobre el anillo (que además, por simetría, podemos suponer que están uno donde está la fuente, y el otro en el punto diametralmente opuesto). Si tomamos una temperatura entre esos valores máximo y mínimo es de esperar que la alcance en algún punto del anillo (para evitar los saltos de temperatura a los que nos referimos previamente). Mostrar esto permite discutir con los estudiantes que el recurso matemático sirve para modelar la situación, pero no para explicarla o justificarla, ya que si esto ocurre no es porque la función es continua sino al revés: dado que ocurre eso, las funciones continuas son una herramienta útil para su representación.

Finalmente, el último problema es cómo podemos avalar nuestra suposición de que la función T que nos conviene utilizar en la modelización es una función continua. La primera manera de aproximarnos a este problema es que los estudiantes puedan identificar que no es posible observar o medir que la función conveniente es continua. Podemos medir temperaturas en diferentes puntos, pero no podemos saber qué ocurre en los puntos intermedios. Necesitamos establecer alguna manera de llegar a una observación que avale nuestra hipótesis de continuidad de la función. Para esto podemos utilizar el teorema de Bolzano para llegar a algo detectable.

Consideremos una función f definida como sigue:

$$f: [0; \pi] \rightarrow \mathbb{R}: f(\alpha) = T(\alpha) - T(\alpha + \pi)$$

Se sabe que f es continua en $[0; \pi]$ por ser composición y resta de funciones continuas en dicho intervalo. En esta función resulta que:

$$f(0) = T(0) - T(\pi)$$

$$f(\pi) = T(\pi) - T(2\pi) = T(\pi) - T(0) = - (T(0) - T(\pi)) = - f(0)$$

De esto resultan dos alternativas:

1) $f(0) = f(\pi) = 0$

2) $f(0) = - f(\pi) \neq 0$

Analicemos cada alternativa:

1) En este caso, es inmediato identificar que hay dos puntos a la misma temperatura ya que:

$$f(0) = f(\pi) = 0 \Rightarrow T(0) - T(\pi) = 0 \text{ implica que } T(0) = T(\pi)$$

Aunque es posible matemáticamente hablando, esto será la situación de ausencia de fuente de calor. Podría asimilarse, físicamente, al anillo sin el mechero. 2) En este caso resulta que:

$$f(0) = - f(\pi) \neq 0$$

Lo cual significa que en los extremos del intervalo la función f toma valores opuestos y por lo tanto de signos diferentes.

Teniendo en cuenta esto y debido a que f es continua en $[0; \pi]$, resulta que f satisface las hipótesis del teorema de Bolzano en este último intervalo. Luego, existe un punto $c \in (0; \pi)$ tal que $f(c) = 0$. Por lo tanto, $T(c) = T(c+\pi)$, lo que coincide con la 'existencia' de dos puntos a la misma temperatura.

Llegado a este punto del análisis, se puede llevar a los alumnos al laboratorio de física a medir temperaturas en el anillo y ver si encuentran dos puntos diametralmente opuestos a la misma temperatura (con ayuda de la simetría podemos suponer inicialmente que estarán en $\pi/4$ y $3/4 \pi$).

La discusión posterior llevará a analizar que si se encuentran los dos puntos a la misma temperatura habrá un aval para considerar que la función que nos sirve para el modelo es continua (aunque aún no sepamos cuál es). Si resulta que no se encuentran esos dos puntos, puede que el problema sea que la función no es continua, o que el anillo real sobre el que se midió las temperaturas no es homogéneo, o que la fuente no entrega calor constante, o que hay condiciones donde se hizo la experiencia que modifican el intercambio de calor en diferentes puntos del anillo. Dicho de otro modo, que no se cumple alguno o varios de los supuestos 1 a 5 fijados previamente. Se puede tener un testeo inicial del modelo que aún no ha sido completado.

Conclusiones

Se mostró mediante un ejemplo que es posible introducir contenidos matemáticos desde la enseñanza de la modelización integrando contenidos de diferentes disciplinas. La propuesta permite que los estudiantes tengan un soporte fáctico bastante familiar para los conocimientos matemáticos abstractos, algo que suele facilitar la comprensión. El ejemplo además permite ver las virtudes de un nuevo concepto matemático para dar cuenta de una situación práctica. Por otro lado, el ejemplo muestra cómo es posible participar de la enseñanza de la modelización desde la enseñanza de la Matemática. Lo que deja abierta la posibilidad

de que se pueda articular la enseñanza de los contenidos de diferentes asignaturas básicas de la ingeniería a partir de la enseñanza basada en la modelización.

Referencias

CONFEDI (2014). Competencias en Ingeniería. Recuperado de https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf

Gilbert, J., Boulter, C. y Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En J. K. Gilbert y C. J. Boulter (Eds), *Developing Models in Science Education*. Springer Dordrecht. Países Bajos. 3-17.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (2), 173-184.

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.

Upmeyer zu Belzen, A.; Krüger, D.; van Driel, J. (2019). *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education*. Springer. Cham, Suiza.

Diseño e implementación de una tarea abierta en el aula de Análisis Matemático II

Design and implementation of an open task in a Calculus II classroom

Gabriela Righetti

Facultad Regional Buenos Aires – Universidad Tecnológica Nacional
grighetti@frba.utn.edu.ar

Silvia Seminara

Facultad Regional Buenos Aires – Universidad Tecnológica Nacional
sseminara@frba.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo relatamos una experiencia realizada en un curso de Análisis Matemático II. Organizado en torno a un currículo tradicional, y debiendo los alumnos aprobar evaluaciones escritas consistentes en ejercicios rutinarios típicos para lograr su acreditación, intentamos implementar una tarea de aula dirigida a fomentar el desarrollo de competencias tales como la *capacidad para resolver problemas*, la *aptitud para trabajar en equipo*, la *destreza para utilizar herramientas tecnológicas* sencillas, la *autonomía* y la *creatividad*, a la vez que ponía en juego los conceptos matemáticos que luego serían evaluados en los exámenes institucionales. La opinión positiva recibida por parte de los alumnos nos permite reforzar la idea de que pueden introducirse paulatinamente este tipo de tareas abiertas mientras desarrollamos la transición hacia el currículum orientado al desarrollo de competencias.

Palabras clave: Modelo de formación por competencias, Aprendizaje significativo.

Abstract

In this paper we report an experience carried out in a course of Calculus. Organized around a traditional curriculum, the students have to pass written assessments consisting of typical routine exercises to achieve their accreditation, so we tried to implement a classroom task aimed at fostering the development of competencies such as the *ability to solve problems*, the *ability to work as a team*, the *ability to use simple technological tools*, *autonomy* and *creativity*, while putting into play the mathematical concepts that would later be evaluated in the institutional exams. The positive opinion received from the students allows us to reinforce the idea that this type of open tasks can be gradually introduced while moving towards the curriculum oriented to the development of competences.

Keywords: Competence-based educational model, Significant learning.

Introducción

En la actual transición hacia modelos de formación por competencias (MFPC) nos encontramos aún frente a currículos tradicionales, organizados en base a disciplinas y con centro en los contenidos más que en el trabajo de los estudiantes. Se suma

a ello el hecho de que aún persisten las evaluaciones para acreditación con ejercicios rutinarios, que requieren resultados y no procesos. La gran cantidad de contenidos a ser desarrollados en tiempos de cursada escasos hace que aún predomine el método expositivo y los alumnos tengan escasas posibilidades de encontrarse frente a tareas ricas, que estimulen la creatividad y fomenten la autonomía.

En este marco, el trabajo con modelos matemáticos ofrece la oportunidad de “plantear problemas, formular hipótesis, buscar información, elaborar nuevas ideas y explicaciones, etc.”, a la vez que demanda tareas tales como “interpretar, manejar y expresar fenómenos y situaciones mediante cierta variedad de signos, ya sean de formato proposicional o icónico” (Oliva, 2014). Es por ello que se decidió, en un curso cuatrimestral tradicional de Análisis Matemático II, diseñar e implementar una tarea de características realistas, que invitaba a los alumnos a trabajar en equipo, proponer modelos, sugerir soluciones e investigar su factibilidad, usar herramientas tecnológicas sencillas y comunicar apropiadamente los resultados. En síntesis, poner en juego conductas relacionadas con “las fortalezas del futuro profesional para afrontar 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 sus estructuras cognitivas (Camarena, 2011, p. 114).

Desarrollo

La actividad, que se muestra en las Figuras 1 y 2, fue planteada para ser realizada en clase, en grupos formados a voluntad de no más de 3 integrantes.

Un problema real:

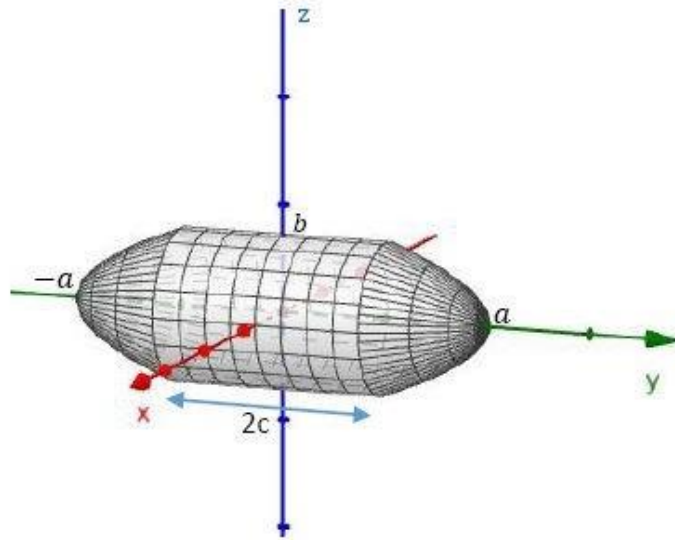
Una empresa posee un tanque donde almacena cierto volumen de gas, a presión y temperatura fijas. Tiene la forma que se ve en la foto: un cilindro circular con dos semiesferas. Está construido con láminas de acero de espesor despreciable, en comparación a las otras dimensiones del depósito.

El tanque tiene 1,20 m de diámetro y un largo total es 3,60 m.



Necesitan construir un nuevo tanque para el mismo propósito (almacenar el mismo volumen de gas en las mismas condiciones de presión y temperatura) y un proveedor les ofrece dos alternativas: la que se ve en el esquema de aquí abajo (un cilindro circular con dos paraboloides circulares, simétrico) o bien un depósito esférico.

Figura 1: Actividad propuesta a los estudiantes



- Determinen una ecuación general para cada uno de los paraboloides y para el cilindro.
- Elijan** valores razonables de los parámetros a, b, c involucrados en las ecuaciones de los cuerpos para que el modelo de tanque tenga el mismo volumen que el depósito original (suponga que a, b y c representan dimensiones en centímetros).
- Y si el tanque fuera de forma esférica, ¿cuál debería ser el radio (en centímetros) para guardar el mismo volumen de gas que el modelo con los paraboloides?
- Sabiendo que el costo del acero para construir el tanque es de $10000 \frac{\$}{m^2}$, ¿cuál será el costo del material para cada modelo de tanque? ¿Cuál resulta más barato?

Muestren todos los cálculos y expliquen y fundamenten todos sus razonamientos.

Figura 2: Actividad propuesta a los estudiantes

Los alumnos recibieron la consigna el mismo día de la realización del trabajo, sin anticiparles que ello ocurriría. Se les indicó que se trataba de una tarea meramente formativa, sin consecuencias en la acreditación de la asignatura. La actividad se llevó a cabo una vez desarrollados los contenidos de integrales múltiples y de superficie, y se habilitó el uso de los apuntes de clase, internet y GeoGebra (cabe señalar que no se contaba aún, en ese momento, con acceso al ChatGPT u otras herramientas de inteligencia artificial). Se diseñó el problema tratando de involucrar las diferentes dimensiones del pensamiento crítico mencionadas, por ejemplo, por Blanco López et al. (2017) - análisis crítico de la información, argumentación, autonomía personal, toma de decisiones, comunicación - buscando fomentar la creatividad y una actitud abierta, realista y flexible, así como propiciar la utilización de todo un abanico de conocimientos anteriores que pusiera en evidencia su valor utilitario.

Si bien en un principio el enunciado resultó de fácil comprensión, se notó que varios grupos comenzaban a dar valores a las constantes a, b y c basándose en las medidas provistas, tal como se observa en la Figura 3, sin calcular previamente el volumen del tanque original. Esta estrategia fue rápidamente descartada ya que la juzgaron poco “práctica”.

También surgieron algunas dificultades a la hora de encontrar las ecuaciones de los paraboloides. En general asignaban a los coeficientes de x^2 y de z^2 el valor 1, tal como se muestra en la Figura 4 y 5, y luego no podían adaptar el diámetro al del cilindro,

y aunque obtenían valores de a , b y c no eran los adecuados. La puesta en común entre los grupos y la construcción de gráficos 3D en GeoGebra permitieron discusiones enriquecedoras que luego favorecieron la reformulación de las ecuaciones. En este sentido, subrayamos la importancia de la *visualización* como “una interpretación de lo que se presenta a nuestra contemplación que solamente podemos realizar eficazmente si hemos aprendido a leer adecuadamente el tipo de comunicación que la sustenta” (Cantoral et al., p. 2003).

En la Figura 6 se observa el planteo de un alumno que logra construir las ecuaciones adecuadamente.

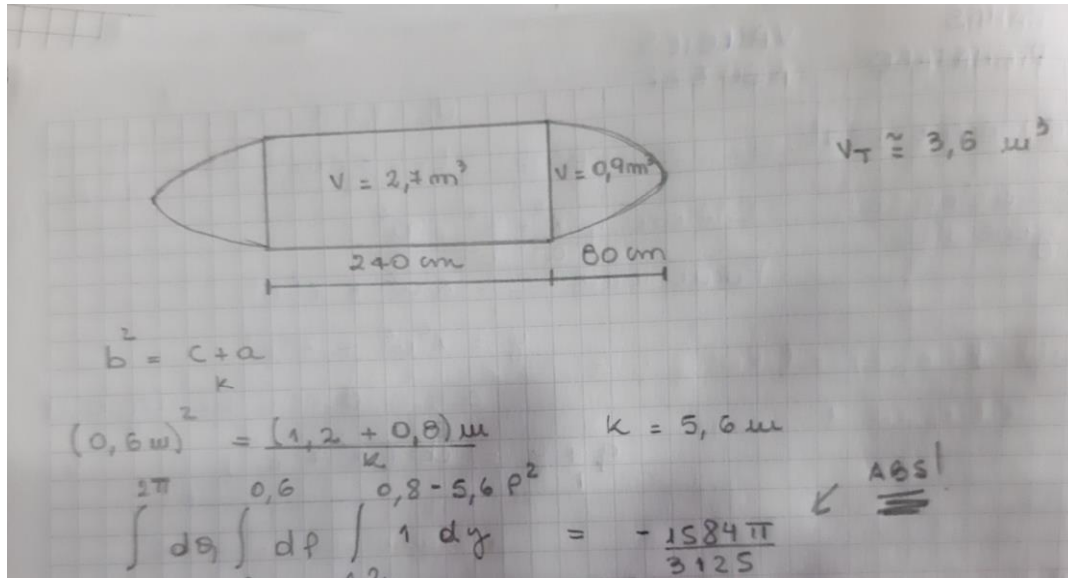


Figura 3: Elección de valores de a , b y c a partir de considerar que los dos cilindros son iguales

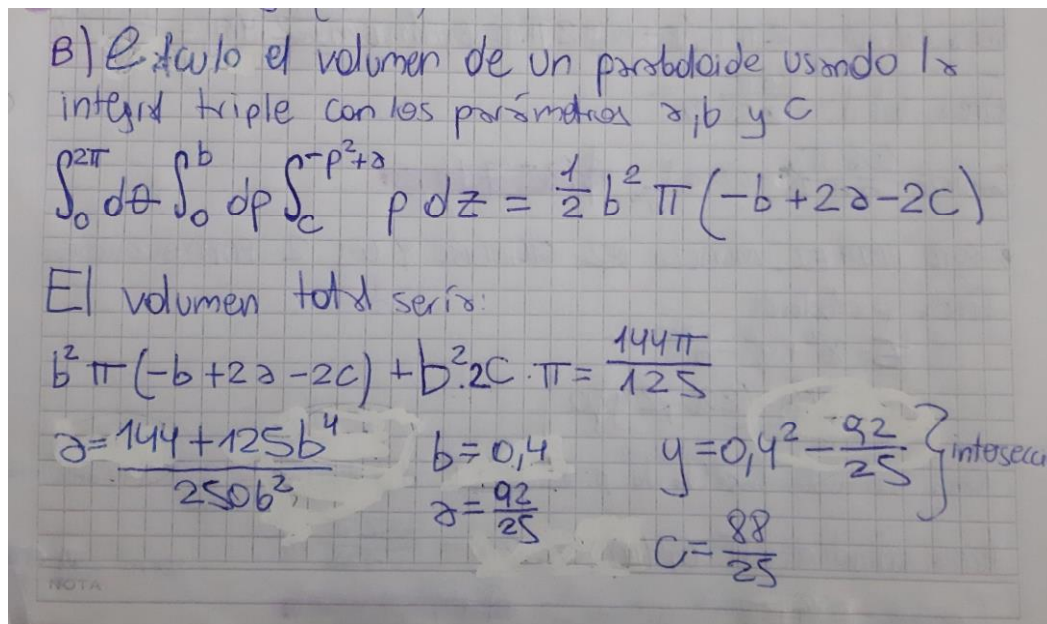


Figura 4: Ecuación de los paraboloides con coeficiente 1 y planteo del cálculo del volumen

$$\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^b p \, dp \int_c^{a-p^2} dy = 3,6$$

Polares:
 $x = p \cos \varphi$
 $z = p \sin \varphi$

$$a - (x^2 + z^2) = a - p^2$$

$$\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{0,6} p \, dp \int_{1,2}^{a-p^2} dy = \frac{6}{125} \pi (25a - 33) = 3,6$$

$$3,77 a - 4,98 = 3,6$$

$$3,77 a = 8,58$$

$$a = 2,27$$

$a = 2,27 \text{ m} = 227 \text{ cm}$
 $b = 0,6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$
 $c = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm}$
 $a = 2,27$

Figura 5: Otro ejemplo de la ecuación elegida para los paraboloides, con coeficientes 1, y planteo del cálculo del volumen.

① $K_1(x^2 + z^2) = (y + a) \quad y \leq -c$ Para $y = -c$
 Paraboloide
 $x^2 + z^2 = \frac{y+a}{K_1} = b^2 \Rightarrow \frac{a-c}{b^2} = K_1$
 $\frac{a-c}{b^2} (x^2 + z^2) = y + a$ ✓

② $-K_2(x^2 + z^2) = (y - a) \quad y \geq c$ para $y = c$
 Paraboloide
 $x^2 + z^2 = -\frac{(y-a)}{K_2} = b^2 = \frac{a-y}{K_2} \Rightarrow K_2 = \frac{a-c}{b^2}$
 $K_1 = K_2$ ✓
 $-\frac{a-c}{b^2} (x^2 + z^2) = (y - a)$ ✓

Figura 6: Un alumno logra adaptar las ecuaciones convenientemente.

En todos los casos, el poder “elegir” los valores, y que la respuesta no sea única, constituyeron un verdadero desafío que los estudiantes no están acostumbrados a enfrentar: la libre elección de valores, así como la necesidad de fijar criterios para hacerlo apropiadamente, los obligaba a abandonar su *zona de confort* y les provocaba una sensación de inseguridad. Para superar estas dificultades, es importante que los docentes proporcionemos un ambiente de apoyo donde se fomente la experimentación, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo, y ofrezcamos orientación y retroalimentación constructiva para ayudar a los estudiantes a desarrollar las habilidades requeridas en la resolución de problemas y confianza en su propia creatividad.

Respecto a los contenidos propios de la asignatura, no hubo grandes dificultades a la hora de plantear las integrales triples ni las de superficie; tampoco al elegir un cambio de variables que permitiera simplificar la parte operatoria de la actividad.

Al finalizar la tarea realizamos a los alumnos la encuesta que se ve en la Figura 7.

Nos interesa conocer tu opinión ...

Valora cada una de las siguientes expresiones:

	Estoy en desacuerdo	Estoy indeciso	Estoy de acuerdo
1- “Considero que realizar este tipo de actividades favorece mi aprendizaje”.	11%	4%	85%
2- “La actividad sirvió para mejorar mi preparación en aspectos tales como expresión escrita, uso de la información, capacidad crítica de análisis, etc.”.	7%	15%	78%
3- “En las actividades en general, desarrolladas en clase, prefiero que se presenten situaciones problemáticas que despierten mi curiosidad, a pesar del grado de dificultad que pudieran tener”.	7%	23%	70%
4- “Es interesante para mí poder establecer relaciones entre los contenidos de las diferentes asignaturas”.	7%	19%	74%
5- “En las clases de las distintas materias trato de relacionar los conceptos desarrollados con otros adquiridos previamente”.	19%	18%	63%
6- “Considero que podré aplicar los conceptos aprendidos sobre integrales en otras áreas de estudio”.		33%	67%
7- “Puedo usar lenguaje matemático para comunicarme de manera clara y precisa”	15%	37%	48%
8- “Pude comprender los conceptos matemáticos de los problemas planteados”	4%	26%	70%
9- “El uso del software me permitió concentrarme en el modelo”	4%		89%

10- ¿En qué aspectos creés que la experiencia de aprendizaje ha mejorado tu formación? Por favor, marcá todos los que consideres.

85%	En establecer vínculos entre a Matemática y otras áreas de conocimiento
67%	En relacionar distintos temas de Análisis Matemático
26%	En establecer una comunicación efectiva
48%	En desempeñarse adecuadamente en un grupo de trabajo
4%	No ha generado nada nuevo

11- ¿Podrías brindarnos algún comentario adicional que nos permita mejorar la experiencia en futuros cursos?

¡Muchas gracias!...

Figura 7: Resultados de la encuesta a posteriori.

Como se puede apreciar, el acuerdo de los alumnos con respecto al aporte superador de este tipo de tareas es notable. El acuerdo más bajo se da en cuanto a la utilización del lenguaje matemático, en el que parecen reconocer carencias aún difíciles de superar.

La devolución de los estudiantes en la pregunta abierta fue muy positiva. Algunas de las opiniones recibidas:

- “el trabajo en grupo ayuda a terminar de comprender los contenidos trabajados”;
- “este tipo de actividades resulta entretenida y permite aplicar lo que se había visto en clase a situaciones reales”;
- “estas actividades permiten sentir los conceptos más cercanos”;
- “menos clases teóricas y más actividades como ésta! ...”

Conclusiones

En esta etapa de transición hacia la implementación de un currículum centrado en el estudiante y orientado hacia el logro de competencias, es esencial la introducción paulatina de tareas ricas, que permitan a los alumnos la puesta en práctica de estrategias autónomas que emulen el desempeño profesional futuro. El alumno “comprende un determinado objeto matemático cuando lo usa de manera competente en diferentes prácticas” (Godino, 2002, pág. 1) y “los conocimientos que pueden conservarse largo tiempo en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados e interrelacionados de múltiples formas” (Driver, 1986, p. 10). Las competencias consisten en “saber hacer”: hacia allí debemos encaminarnos, dando a los alumnos oportunidades de mostrar sus habilidades para “usar” los contenidos en contextos realistas que otorguen significatividad, y contribuyan a formar un perfil de ingeniero flexible y versátil, capaz de enfrentarse a los retos venideros. La enseñanza tradicional a menudo se centra en encontrar la respuesta correcta y evitar errores. En las tareas abiertas, los estudiantes deben tomar riesgos, explorar diferentes enfoques, enfrentarse con las equivocaciones. La enseñanza tradicional puede dar la impresión de que las matemáticas son un conjunto de reglas fijas y no un campo donde se valoran la creatividad y la capacidad de exploración que sí, en cambio, caracterizan al profesional de la ingeniería que esperamos poder formar.

Referencias

- Camarena, P. (2011) Concepción de competencias en las ciencias básicas en el nivel universitario. En Dipp, A. J. y Barraza Macías, A. (coords.). *Competencias y Educación: Miradas múltiples de una relación*. ReDIE: México.
- Oliva, J.M. (2014). *La modelización en ciencias como estrategia de investigación y de intervención docente* [Conferencia]. Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Ciencias Sociales y Ciencias Experimentales. Universidad de Málaga: Málaga.
- Blanco López, A.; España Ramos, E. y Franco - Mariscal, A. (2017). *Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias*. *Ápice*. Revista de Educación Científica, 1(1), 107-115.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 3-15.
- Godino, J. y Font, V (2002). *Algunos desarrollos y aplicaciones de la teoría de las funciones semióticas*. Disponible en http://www.ugr.es/~jgodino/funcionessemioticas/anexo2_enfoque%20ontosemi%F3tico%20cognici%F3n.pdf.
- Cantoral, R. y Montiel, G. (2003). *Visualización y pensamiento matemático*. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN: México



La Evaluación de los Aprendizajes y de la Enseñanza



Propuesta de Evaluación como Herramienta de Acompañamiento del Desarrollo de la Comunicación Efectiva Oral y Escrita en Inglés I

Formative Assessment Proposal as a Tool to Support the Development of Effective Oral and Written Communication in English I

Graciela E. Yugdar Tófaló

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná, Argentina
gyugdar@frp.utn.edu.ar

Edith W. Mercaich Sartore

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná, Argentina
emercaichsartore@frp.utn.edu.ar

María L. Sollier

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná, Argentina
laurasollier@frp.utn.edu.ar

Valeria B. Villamonte

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná, Argentina
valeriavillamonte@frp.utn.edu.ar

Resumen

Inglés I de las carreras de Ingeniería de Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná impulsa el desarrollo integral del estudiantado mediante dos pilares fundamentales: la autonomía en el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias clave para enfrentar los desafíos de un contexto exigente y complejo. En este escenario, la comunicación efectiva es indispensable para los futuros ingenieros. Para acompañar a los estudiantes en el desarrollo autónomo de la comunicación efectiva oral y escrita en un tiempo acotado, Inglés I lleva a cabo una propuesta de evaluación formativa que fomenta el acompañamiento continuo con instancias que promueven la reflexión. En este trabajo se aborda dicha propuesta, así como los obstáculos observados en su implementación relacionados con las demandas del contexto universitario. La propuesta supone un compromiso significativo tanto del estudiantado como de las docentes en pos de la formación de ingenieros competentes en la comunicación intercultural.

Palabras clave: evaluación formativa, comunicación efectiva, comunicación intercultural, competencia comunicativa

Abstract

English I in the Engineering programs at Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná fosters the comprehensive development of students through two fundamental pillars: autonomy in the learning process and the development of key competencies to meet the challenges of a demanding and complex context. In this scenario, effective communication is essential for future engineers. To support students in the autonomous development of effective oral and written communication

within a limited time frame, English I carries out a formative assessment proposal that encourages continuous support with instances that foster reflection. This work addresses the proposal and the obstacles observed in its implementation related to the demands of the university setting. The proposal implies significant commitment from both students and teachers in pursuit of training competent engineers in intercultural communication.

Keywords: formative assessment, effective communication, intercultural communication, communicative competence

Introducción

La clase de Inglés I en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná (UTN FRP) se enfoca en el

desarrollo integral del estudiantado mediante dos pilares fundamentales: la autonomía en el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias para enfrentar los desafíos de un contexto cada vez más demandante y complejo. Esta asignatura no sólo facilita el acercamiento de los estudiantes a un mundo que se abre a partir del inglés sino que también acompaña su formación desde los rudimentos que una lengua proporciona para poder expresar sus ideas con fluidez.

Para garantizar un desarrollo significativo de la lengua extranjera en torno a la competencia de comunicación efectiva en nuestros estudiantes en el limitado tiempo dedicado al aprendizaje de la misma, es esencial contar con una propuesta de acompañamiento continuo con instancias que promuevan la reflexión. Las mismas permiten a los estudiantes evaluar su progreso y tomar decisiones para mejorar su rendimiento académico y así alcanzar los resultados de aprendizaje esperados. La propuesta aquí presentada se ha implementado en las distintas carreras de ingeniería que se dictan en la UTN FRP.

Desarrollo

Marco teórico que sustenta la propuesta

El desarrollo de la competencia comunicativa oral y escrita no es una tarea sencilla, especialmente cuando se trata de una lengua extranjera. Resulta significativo resaltar que muchos estudiantes de ingeniería han optado por seguir esta carrera debido a su afinidad y destreza en el campo de las ciencias y las matemáticas, siendo la comunicación una habilidad que no necesariamente ha sido su punto fuerte. Esta elección puede deberse a la percepción de que las disciplinas técnicas y cuantitativas son el núcleo central de la ingeniería, relegando la importancia de las habilidades comunicativas en el proceso de formación.

Sin embargo, en el contexto actual, la comunicación efectiva es una habilidad indispensable para futuros profesionales de la ingeniería. Ya en la Declaración de Valparaíso de 2013 sobre Competencias de Egreso del Ingeniero Iberoamericano (ASIBEI, 2016), a la cual CONFEDI adhiere, se establecen diferentes capacidades (y subcapacidades) relativas a la competencia “comunicarse con efectividad”, que dan cuenta del alcance y complejidad de esta competencia a saber: “7.a.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” y “7.b.Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas” (p.15).

Desde la mirada de las lenguas extranjeras, la comunicación efectiva puede analizarse desde los conceptos de competencia comunicativa (Hymes, 1972) y competencia comunicativa intercultural (Byram, 1997). El primero hace referencia a las habilidades que un hablante debe poseer para desenvolverse efectivamente en dicha lengua, y va más allá de las formas

lingüísticas, incluyendo elementos y competencias que las ponen en práctica. Sin embargo, se reconoce que este concepto tradicional puede resultar insuficiente para abarcar todos los aspectos de las situaciones comunicativas en un contexto global actual. El segundo concepto, competencia comunicativa intercultural, amplía la mirada sobre la comunicación, destacando la dimensión socio-cultural como parte inseparable del aprendizaje de una lengua extranjera entre otras dimensiones ya destacadas por otros autores: competencia lingüística, competencia sociolingüística, competencia discursiva, competencia estratégica, y competencia social. Desde esta concepción se valora la efectividad de los lazos establecidos con los demás en lugar del mero intercambio de información.

Más allá de la mirada de la comunicación efectiva en el marco de las ingenierías y la competencia comunicativa intercultural de Byram, desde Inglés I también se realizan aportes en esta dirección en relación con el abordaje que se realiza de la misma en el aula. El desarrollo de esta competencia se centra en la producción de la lengua tanto oral como escrita en contextos significativos para un estudiante de ingeniería y un futuro profesional. La lectura y escucha comprensiva son habilidades desarrolladas en esta clase pero como puntapié inicial hacia la producción y no como fin último. La producción de la lengua, y no sólo su comprensión, redundando en los beneficios de esta tarea cognitiva. Tales beneficios devienen de las posibilidades de interacción de los estudiantes con su propia producción así como la de sus compañeros y docentes. Según la teoría de Swain, dicha producción o *output* genera, a su vez, mejor *input*, fuerza el procesamiento sintáctico, al tiempo que permite a los estudiantes testear hipótesis, desarrollar automaticidad, desarrollar habilidades discursivas, y desarrollar una voz personal (Ellis et.al, 2020). Es así que para Inglés I se plantean los siguientes resultados de aprendizaje en torno a la competencia “comunicarse con efectividad”:

- Interactúa en situaciones sobre actividades pasadas, presentes y futuras para familiarizarse con los contextos comunicativos de la vida cotidiana, laboral o académica en la lengua extranjera, utilizando variadas estructuras simples sin mayor esfuerzo.
- Interpreta textos de tramas predominantemente expositivo-descriptivas del dominio académico y/o profesional con el objeto de socializar información obtenida de fuentes en la lengua extranjera sin intermediarios, valiéndose de elementos textuales y paratextuales y una amplia gama de estrategias desarrolladas para su comprensión y producción guiada.
- Produce espontáneamente contenido propio para resolver situaciones problemáticas que le resultan familiares dentro del ámbito personal, laboral o académico a partir de simulaciones o contextos reales de comunicación.
- Integra rudimentos lingüístico- discursivos característicos en textos del dominio académico y/o profesional y en una presentación audiovisual para la elaboración de un proyecto integrador de competencias en el que se aborda un problema en un contexto conocido y se propone un posible abordaje, haciendo utilización de recursos desarrollados en clase, materiales genuinos e insumos provenientes de su campo de estudio en la lengua materna y extranjera.

Dada la naturaleza de la materia, la comunicación efectiva es la competencia clave a desarrollar. Sin embargo, Inglés I también tributa a otras competencias genéricas (que en cierta forma ya están abordadas por las dimensiones de la competencia comunicativa intercultural del marco de las lenguas extranjeras) para las que se plantean los siguientes resultados de aprendizaje:

- Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo: Negocia contenido comunicativo y estratégico con sus compañeros para favorecer la construcción colaborativa de conocimiento, según el rol que la tarea o problema a resolver demanda desde el bagaje personal y técnico que su formación le aporta.

- Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global: Responde a las dimensiones socio-culturales que impactan las situaciones comunicativas, generando contenido y comportamientos apropiados, ajustándose a los lineamientos éticos que el contexto académico y el ámbito profesional imponen.
- Aprender en forma continua y autónoma: Planifica acciones de organización, identificación de objetivos, monitoreo, reparación, evaluación y redireccionamiento de su propio desempeño para favorecer el desarrollo de la competencia comunicativa maximizando los tiempos de adquisición que el desarrollo de una lengua extranjera impone para su utilización en situaciones espontáneas de comunicación.

Desde Inglés I, entonces, se parte de la premisa de que el desarrollo de la competencia comunicativa no sólo implica el dominio del idioma extranjero y los géneros que circulan en la comunidad de práctica, sino también la sensibilización hacia la comunicación intercultural, ya que la ingeniería es un campo globalizado donde la colaboración con profesionales de diversas culturas es cada vez más frecuente. En este sentido, Inglés I reconoce esta complejidad y proporciona al estudiantado oportunidades para mejorar y desarrollar las capacidades de comunicación efectiva. Esto se logra a través de una propuesta de evaluación en proceso con instancias formativas y sumativas como herramienta de acompañamiento de los estudiantes en el desarrollo de la comunicación efectiva oral y escrita.

Según Camilloni (s.f.), la evaluación no se limita a ser un proceso adicional, sino que forma parte integral del mecanismo de seguimiento tanto para estudiantes como para docentes. Desde la perspectiva del alumno, la evaluación se fusiona con el aprendizaje, validándolo o guiándolo hacia otra dirección. Por otro lado, desde la perspectiva del profesor, la evaluación actúa como reguladora del proceso de enseñanza.

Esta concepción amplia de la evaluación va más allá de la evaluación sumativa, que simplemente califica y decide la aprobación del alumno al final de una etapa de enseñanza. Camilloni considera la evaluación como un instrumento que acompaña la enseñanza, el estudio y el aprendizaje. La evaluación formativa, según la autora, es esencial para mejorar estos procesos.

Para adoptar la evaluación en proceso, se requiere diversificar los instrumentos de evaluación. Los registros que documentan el progreso del alumno y brindan orientación sobre cómo continuar el proceso de aprendizaje resultan clave en este contexto. Estos documentos proporcionan al docente información valiosa para tomar decisiones y ajustar la enseñanza si es necesario. A través de la información que se obtiene de esta documentación Camilloni (2017) menciona dos enfoques para dotar a los estudiantes de información que dé continuidad al proceso de aprendizaje: el *feedback* o retroalimentación, que implica ofrecer una devolución sobre el trabajo realizado por estudiantes, y el *feedforward* o pro-alimentación, que orienta hacia las decisiones que se deben tomar para futuros aprendizajes.

Camilloni destaca que esta evaluación es predictiva, proporciona información sobre la durabilidad y generalización del aprendizaje, abarca aspectos cognitivos y motivacionales, y depende de una comunicación efectiva entre docente y estudiantes.

En definitiva, la evaluación formativa es un elemento esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y su integración en el aula ofrece una amplia gama de posibilidades para el seguimiento y guía del estudiantado.

Propuesta de evaluación formativa: Metodología e instrumentos

Para el óptimo desarrollo de la competencia comunicativa en lengua extranjera, concretamente en el contexto de Inglés I, resulta imperativo garantizar no sólo la existencia de múltiples oportunidades de práctica, sino también de evaluación. En este sentido, los estudiantes deben contar con diversos momentos a lo largo del año para llevar a cabo una autoevaluación, la cual puede ser realizada de forma autónoma en su entorno académico, aprovechando el material disponible en el Campus Virtual, así como en interacciones con sus compañeros y profesores, tanto dentro como fuera del aula, propiciadas de manera espontánea. Estos procesos de evaluación formativa contribuyen significativamente al fortalecimiento de sus habilidades lingüísticodiscursivas y al logro de los resultados de aprendizaje propuestos.

La estrategia de seguimiento y evaluación formativa del estudiantado se implementa mediante diversas actividades que proporcionan *feedback* y *feedforward* de forma regular. Estas actividades formativas, llevadas a cabo desde marzo hasta octubre, cumplen dos propósitos fundamentales. Por un lado, dotan a los estudiantes de los fundamentos necesarios para el desarrollo de la lengua extranjera en sí (entendida desde todas las dimensiones de la competencia comunicativa intercultural especificadas arriba) y les permiten familiarizarse con tareas que favorecen la adquisición de la lengua. Por otro lado, brindan a los docentes la información relevante para mantener una planificación de acción adaptada a las necesidades emergentes de los estudiantes.

Las instancias sumativas de la asignatura, que determinan la condición final de los estudiantes y/o la acreditación de la asignatura, se llevan a cabo en el mes de noviembre mediante el uso de instrumentos previamente empleados a lo largo del año. Estas evaluaciones sumativas no representan un obstáculo insalvable o una meta inalcanzable para los estudiantes, ya que se fundamentan en el trabajo y el aprendizaje desarrollado durante el curso. La propuesta de la asignatura establece resultados de aprendizaje de nivel claramente definidos y comunicados que deben alcanzarse al final del año académico, lo cual motiva a los estudiantes a tomar conciencia de sus propias necesidades, dado que la aprobación de la asignatura está directamente vinculada a su dedicación y esfuerzo en el proceso de aprendizaje.

El acompañamiento del desempeño de los estudiantes se lleva a cabo a través de actividades de práctica en la clase presencial y en el hogar, instancias de auto-evaluación y la elaboración de borradores del trabajo integrador de competencias (Skills Integration Project - SIP). Si bien ninguna de estas actividades formativas deja a los estudiantes fuera del cursado por recibir un porcentaje de apreciación bajo en las mismas, su realización y entrega en tiempo y forma es obligatoria para dar continuidad al proceso de internalización de la lengua y desarrollo de todos los componentes de la competencia comunicativa intercultural.

Actividades de práctica

Las actividades de práctica pueden involucrar cualquiera de las macro-habilidades de la lengua o una combinación de ellas, como así también aquellas competencias que sostienen el cursado de la carrera y las que definen a nuestros estudiantes como profesionales de la ingeniería. Estas actividades se encuentran como unidad extra para cada temática tratada en la clase o en la plataforma Moodle.

Por un lado, las actividades que acompañan a cada unidad del material de clase, denominadas *Further Practice*, ofrecen instancias de práctica autogestionada directamente relacionada con los saberes explorados en una clase. Es así que en estas actividades, que giran en torno a la recepción o producción guiada de la lengua, los estudiantes encuentran práctica sobre vocabulario, estructuras gramaticales, organización textual y estrategias de superación de obstáculos lingüístico-discursivos (sostener el tiempo de producción oral, producir oraciones tópico en un texto, generar listado de estructuras paralelas para una presentación visual, entre muchos otros). Estas actividades cuentan con las respuestas para que los estudiantes gestionen su realización de manera autónoma en los tiempos disponibles.

Por otro lado, las actividades que se realizan en el hogar a través del espacio virtual de la plataforma Moodle reciben corrección inmediata o los invita a completar una actividad a ser entregada en la instancia presencial. Los estudiantes disponen de estas actividades de realización rápida que pueden ser resueltas en sus tiempos de estudio fuera de la clase presencial, tantas veces les sea necesario. Asimismo, encontramos actividades de escucha, lectura o escritura, que toman un tiempo considerable para su resolución.

El gran cúmulo de actividades que se ofrece a los estudiantes responde a tres cuestiones centrales. En primer lugar, la presencia de estudiantes con diferentes niveles de competencia en la lengua extranjera al momento de comenzar a cursar la materia impone la realización de un número variado de actividades de práctica que fluctúan de estudiante a estudiante para alcanzar los resultados de aprendizaje. En segundo lugar, resulta importante que, al momento de realizar una sesión de estudio de la materia, los estudiantes tengan a su disposición práctica dirigida especialmente para el contexto ingenieril de la FRP y para lograr los resultados específicos que se persiguen en el mismo. Si bien los estudiantes pueden hacerlo, la búsqueda de material de estudio en internet puede resultar en pérdida de tiempo dado el abanico de oferta con la que se encuentran. En tercer lugar, se considera que estas actividades cumplen una función de acompañamiento afectivo a los estudiantes puesto que su disponibilidad, variedad y gran cantidad les asegura una mejor preparación que los haga sentir más seguros al momento de realizar alguna instancia de evaluación o para dar seguimiento a la materia.

Las actividades de auto-evaluación

Además de las actividades de práctica y seguimiento, el sistema de acompañamiento formativo para nuestros estudiantes involucra tres momentos de evaluación durante el año académico. Estos momentos consisten en evaluaciones orales y escritas que imitan las actividades regulares en el aula. Además, se brinda a los estudiantes acceso a tutoriales de estudio para que puedan practicar y familiarizarse con las situaciones de examen, eliminando así cualquier factor sorpresa.

El día de la autoevaluación, los estudiantes participan en una actividad escrita (de lecto-comprensión y uso de la lengua) y en entrevistas orales (descripción de contextos (no) sustentables, definición de un problema, causas y consecuencias a partir de una foto, interacciones con compañeros, reflexión sobre la propia huella de carbono, entre otras) en pares. Esta última tiene una duración de diez a quince minutos. Estas entrevistas les permiten desempeñarse espontáneamente en torno a consignas que demandan todo lo desarrollado hasta ese punto del curso.

Una vez concluida la entrevista, los estudiantes reciben una retroalimentación que destaca sus logros y les proporciona orientación para alcanzar los resultados de aprendizaje en la próxima instancia de auto-evaluación y al final del año. Los exámenes escritos son corregidos rápidamente para que la retroalimentación sea oportuna.

Esta tarea representa un desafío para los estudiantes, ya que deben ejecutar varios procesos y subprocesos relacionados con el aprendizaje y uso de la lengua. Durante las entrevistas, se puede observar la diversidad de niveles de habilidad dentro de una misma clase, y cada estudiante progresa a partir de su punto de partida hacia niveles superiores.

La metodología empleada ha demostrado ser efectiva para medir el progreso individual de los estudiantes y adaptar la enseñanza según sus necesidades específicas. Se fomenta el esfuerzo y la superación personal para alcanzar el éxito académico. Asimismo, al momento de la evaluación sumativa los estudiantes se encuentran preparados para el desafío. En este sentido, Yugar

Tófaló (2022) remarca que “sin favorecer una enseñanza simplemente sometida a una evaluación, las instancias de evaluación formativa pueden ser pensadas como la antesala a las instancias sumativas, a las que los estudiantes deberían llegar confiados simplemente a cerrar todo lo desarrollado. Las instancias formativas como generadoras de dudas, descubrimiento de errores y portadoras de la voz interior de la actividad cognitiva de los estudiantes deben convertirse, así, en el punto de mediación entre los momentos de enseñanza aprendizaje y estudiantes” (pp. 768-769). Que el alumno apruebe las instancias sumativas sin estrés asociado a estas pruebas habla de una propuesta de seguimiento que demanda esfuerzo y dedicación por parte de todos los actores involucrados.

Trabajo integrador de competencias

El Proyecto Integrador de Competencias (SIP) es un componente central en la propuesta puesto que pone la competencia de comunicación efectiva en funcionamiento y en relación con las otras competencias abordadas desde Inglés I. Una característica de relevancia del SIP es que puede ser pensado como proceso y como producto a la vez. La tarea a realizar demanda la escritura de un texto en un registro formal con tramas descriptivas y expositivas, haciendo utilización de una estructura simple para facilitar la expresión en la lengua extranjera, que todavía se encuentra en un nivel básico de producción. Además, el texto elaborado es transformado paulatinamente en un nuevo formato para ser expuesto en una presentación audiovisual frente a una audiencia de pares y profesores. Este trabajo responde a un desarrollo paulatino durante el año (proceso) con su presentación al final de la cursada (producto).

El proyecto demanda identificar, formular y abordar un problema de relevancia en un contexto cercano, tomando los aportes y experiencias propias y las existentes en la literatura. Este trabajo toma lugar de forma grupal a lo largo del año para procurar el desarrollo e integración de las competencias de manera progresiva a través de la entrega de diferentes borradores que suponen el trabajo permanente con fuentes pertinentes a cada ingeniería. Dependiendo de la carrera del estudiante, las opciones de los trabajos incluyen problemas relacionados con la carpeta asfáltica de las calles, la basura electrónica, la preservación de las fachadas históricas, la robotización de la seguridad nocturna de las calles, la forestación urbana, entre otros.

Exceptuando las clases destinadas a explicar cómo abordar la realización de los borradores, estos últimos se llevan a cabo en el hogar. A tal fin, los estudiantes poseen diferentes recursos para su desarrollo. Como punto de partida, los estudiantes cuentan con una rúbrica que se utiliza a lo largo de la elaboración del proyecto, marcando cada paso a tomar y los resultados esperados. Asimismo, cuentan con los materiales y explicaciones proporcionadas en clase a tal fin. Por otro lado, el campus virtual contiene secciones especiales explicativas de los borradores mediante videos cortos descriptivos, trabajos realizados por otros compañeros que han sido publicados en el Repositorio Institucional Abierto de la UTN, y presentaciones de trabajos alojadas en YouTube.

La realización del proyecto integrador permite la evaluación formativa de los estudiantes mediante la utilización de diferentes instrumentos y actividades tales como borradores periódicos que reciben *feedback* y deben ser reformulados para dar avance al desarrollo, intercambios personalizados presenciales y virtuales de avance, presentación oral del proyecto mediado por rúbrica de seguimiento, entre otros. Cada entrega es acompañada de lineamientos específicos que deben ser cumplidos para poder dar continuidad al mismo en tiempo y forma.

El propósito de este trabajo es poner en funcionamiento e integrar lo desarrollado en clase en un contexto genuino de uso de la lengua. Por otra parte, el SIP pone a los estudiantes en una situación de reflexión sobre sus propios procesos de pensamiento para lograr plasmar lo que se piensa en el papel. Asimismo, posiciona al estudiante como un futuro profesional de la ingeniería, teniendo que demostrar a lo largo de su realización idoneidad en torno al contenido del trabajo, cumplimiento con fechas de

entregas, seguimiento de lineamientos específicos, trabajo en grupos, compromiso con el desafío afrontado y flexibilidad y creatividad para superar obstáculos no previstos al comenzar con el trabajo. Más que un trabajo, el SIP es una oportunidad para desarrollar niveles más profundos de comprensión, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

Obstáculos de la Propuesta

Una propuesta formativa de seguimiento de los estudiantes no es sólo una demanda del contexto educativo para las carreras de ingeniería sino que es característica dentro de la tradición de la enseñanza del inglés como lengua extranjera. Sin embargo, existen diferentes obstáculos que se presentan al momento de implementar la misma debido a cuestiones que responden a las exigencias del contexto universitario.

En primer lugar, muchas veces los estudiantes entienden que lo que no se califica o que no resulta en un promedio que define la materia, no cuenta. Es así que, si bien la propuesta en un primer intento se realizó sin otorgar notas a los estudiantes, la apreciación del desempeño de los estudiantes mediante *feedback* narrado y con un número o un porcentaje llevó a mejores resultados por parte de los estudiantes en posteriores instancias. La presencia de una nota en una instancia de evaluación motiva a los estudiantes a superarse y realizar el esfuerzo.

En segundo lugar, la concepción de las distintas instancias de las docentes difiere de la de los estudiantes. Mientras que las primeras planifican cada instancia de manera tal que los estudiantes reciban el apropiado andamiaje para que puedan valorar su propio desempeño, algunos estudiantes ven en la propuesta un examen más. Esto se pone de manifiesto en la contabilización que hacen de las instancias en torno a los porcentajes adquiridos sin tener en cuenta el avance real realizado.

Finalmente, la propuesta formativa puede conducir al desarrollo de la comunicación efectiva en tanto y en cuanto el estudiante se comprometa con la misma más allá de las prácticas o comportamientos frecuentes que circulan en el ambiente universitario. La acumulación de trabajos y entrega tardía de los mismos no resultan en aprendizajes significativos que puedan ayudar a los estudiantes a dar continuidad al desarrollo de la competencia comunicativa intercultural a través de la generación de dudas y superación de obstáculos de diferente naturaleza (cognitivos, afectivos, académicos y disciplinares). Este avance se puede dar sólo si los estudiantes aceptan el reto de sumarse a la propuesta que clase a clase proporciona un andamiaje para ayudarlos a desarrollar la comunicación efectiva partiendo de los tiempos de aprendizaje y capacidades de cada uno de ellos.

Conclusiones

La evaluación formativa como herramienta de acompañamiento del desarrollo de la comunicación efectiva oral y escrita en Inglés I busca fortalecer la competencia comunicativa intercultural en estudiantes de ingeniería, proporcionando oportunidades para desarrollar sus habilidades lingüístico-discursivas. Esta propuesta responde a la necesidad de preparar a los futuros profesionales para enfrentar los desafíos del contexto actual, donde la comunicación efectiva es una competencia indispensable. Asimismo, se resalta la importancia de la comunicación intercultural como parte inseparable del aprendizaje de una lengua extranjera, ya que la colaboración con profesionales de diferentes culturas es cada vez más frecuente en el mundo globalizado. La evaluación formativa, considerada como un proceso integral de seguimiento y guía en el proceso de enseñanza y aprendizaje, se convierte en una herramienta valiosa para fomentar el desarrollo autónomo y significativo de la lengua extranjera.

El marco teórico que sustenta la propuesta reconoce la necesidad de una competencia comunicativa intercultural que trascienda las meras formas lingüísticas. El enfoque de Inglés I se centra en la producción oral y escrita, promoviendo la participación activa de los estudiantes en contextos relevantes y significativos. La evaluación formativa propuesta se implementa mediante diversas actividades a lo largo del año académico, proporcionando retroalimentación constante a los estudiantes para que puedan evaluar

su progreso y tomar decisiones para mejorar su rendimiento. No obstante, la propuesta también enfrenta obstáculos, como la percepción de algunos estudiantes de que lo que no se califica no cuenta y la necesidad de superar la mentalidad de solo buscar aprobar, ignorando el valor del aprendizaje significativo. Además, la propuesta sólo tendrá éxito si los estudiantes participan activamente en las diversas instancias formativas propuestas.

En conclusión, Inglés I responde a la necesidad de formar futuros ingenieros competentes tanto en relación a la comunicación efectiva como a otras competencias genéricas necesarias en el ámbito profesional. La evaluación formativa, con su enfoque integral y constante retroalimentación, proporciona el apoyo necesario para el progreso significativo de los estudiantes para alcanzar los resultados de aprendizaje presentados. Sin embargo, para su éxito, se requiere que los estudiantes acepten el desafío y se comprometan activamente en el proceso de aprendizaje, superando obstáculos y aprovechando las oportunidades proporcionadas. En última instancia, la propuesta representa un esfuerzo para preparar a los futuros egresados para enfrentar los desafíos actuales de la ingeniería.

Referencias

Byram, M. (2008). From foreign language education to education for intercultural citizenship. Essays and reflection. Cromwell Press.

Camilloni, A. (s.f.). Las Funciones de la Evaluación. PFDC - Curso en Docencia Universitaria. Módulo 4:

Programas de Enseñanza y Evaluación de aprendizajes.

http://23118.psi.uba.ar/academica/cursos_actualizacion/recursos/funcioncamilloni.pdf

Camilloni, A. [Alejandro González]. (2017, agosto 17). VC 2 Ago 17 G2 [Archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=1vNedF11Zk

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina – CONFEDI y Lerena, R.G. (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación (Documentos Plan Estratégico ASIBEI), ASIBEI and J.Salazar Contreras Eds.: ASIBEI.

Ellis, R., Skehan, P., Li, S., Shintami, N., y Lambert, C. (2020). Task-Based Language Teaching. Theory and Practice. Oxford University Press.

Hymes, D. H. (1972). On Communicative Competence. En: Pride J.B & Holmes J. (Eds.), Sociolinguistics. (pp. 269-293). Penguin.

Yugdar Tófaló, G.E. (2022). Evaluación de los Estudiantes en la Enseñanza por Competencias: Una Cuenta

Pendiente en las Carreras de Ingeniería. Memorias del Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería Memorias del Encuentro Argentino y Latinoamericano de Ingeniería: 2021, CABA, Argentina, 5 al 7 de octubre de 2021.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LA VALORACIÓN DE RUBRICAS DE EVALUACIÓN, APLICADAS A TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO DE FÍSICA EN CARRERAS DE INGENIERÍA. ESTUDIO PRELIMINAR.

STATISTICAL ANALYSIS FOR THE EVALUATION OF SCORING RUBRICS, APPLIED TO PRACTICAL WORK IN PHYSICS LABORATORY IN ENGINEERING CAREERS. PRELIMINAR STUDY.

Rodrigo Agosta

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
ragosta@frsf.utn.edu.ar

Fabián Rodolfo Gon

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
fgon@frsf.utn.edu.ar

Matías Orué

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
morué@frsf.utn.edu.ar

Victoria Flores

Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
vflores@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Los métodos de diseño y aplicación de Rúbricas requieren revisión continua y participativa para mejorar su eficacia (Mertler, 2001). La famosa cita de Lord Kelvin, "Lo que no se mide, no se puede mejorar", subraya la necesidad de herramientas que permitan cuantificar y analizar el rendimiento de las Rúbricas a través de enfoques estadísticos, respaldando decisiones informadas para mejorar la calidad educativa. Este trabajo presenta conclusiones preliminares de un método de revisión de Rúbricas, evaluando su desempeño en la valoración de informes de laboratorio mediante estadísticas de rango y valor medio. Estas conclusiones ofrecen perspectivas valiosas para desarrollar un enfoque más sólido de revisión, con el potencial de optimizar la calidad de la evaluación educativa.

Palabras clave: Enseñanza de Física, Evaluación, Trabajos de Laboratorio, Rúbricas.

Abstract

Rubric design and application methods require ongoing and participatory review to improve their effectiveness (Mertler, 2001). Lord Kelvin's famous quote, "What is not measured, cannot be improved", underscores the need for tools that allow Rubric performance to be quantified and analyzed through statistical approaches, supporting informed decisions to improve educational quality. This paper presents preliminary conclusions of a Rubric review method, evaluating its performance in the evaluation of laboratory reports through range and mean value statistics. These findings offer valuable insights for developing a more robust review approach, with the potential to improve the quality of educational evaluation.

Keywords: Physics Teaching, Evaluation, Laboratory Work, Rubrics.

Introducción

Diseño curricular de la cátedra Física

Las planificaciones de cátedra actual de las asignaturas Física I y Física II de la FRSF-UTN permiten a los estudiantes acceder a una instancia de Aprobación Directa, a través de méritos adquiridos durante el año de cursado. Una vez cumplido los requisitos, esta instancia otorga la aprobación de los contenidos, sin necesidad de acceder al examen final globalizador. En caso de no alcanzar los requisitos de Aprobación directa, el estudiante debe recurrir a la instancia de Aprobación de Cursado, para lograr el acceso al examen final.

Para alcanzar cualquiera de estas instancias de aprobación, un estudiante debe cumplir con tareas encomendadas durante el período de cursado, que se dividen en Evaluaciones de Seguimiento (ES), Actividades de Laboratorio (TP) y Exámenes Parciales (EP). La calificación objetivo para la Aprobación Directa es superior a la requerida para la Aprobación de Cursado, ya que exime al estudiante del requerimiento del examen final globalizador. Todas estas instancias son formativas, sumativas y en conjunto permiten evaluar el proceso de cada estudiante.

Tabla 1: Competencias de egreso seleccionadas para las asignaturas Física I y Física II.

Competencia	Tipo	Nivel de tributación
CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.	Tecnológica	1
CG 5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Tecnológica	1
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2
CG7: Comunicarse con efectividad.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	Sociales, Políticas y Actitudinales	1
CG9: Aprender en forma continua y autónoma.	Sociales, Políticas y Actitudinales	2

A pesar de que todas las instancias de calificación se realizan con una escala porcentual de puntuación, los docentes de la Unidad Docente Básica de Física (UDB-Física) se encuentran abocados a la transición de metodologías de enseñanza, con el enfoque en competencias, según las directivas del Ministerio de Educación, y los lineamientos expresados por el CONFEDI

(2018). Con este objetivo, se definió el impacto esperado en el desarrollo de las competencias de egreso de las carreras de ingeniería (Tabla 1), aplicándolas al nuevo diseño curricular y la planificación de cátedra aprobada para el ciclo lectivo 2023.

Los instrumentos de evaluación son formatos de registro de información. Los docentes utilizan varios instrumentos en diferentes tipos de enseñanza, los cuales tienen características únicas fundamentadas en criterios e indicadores. Estos instrumentos se centran en la evaluación del proceso y permiten describir los objetivos de la evaluación mediante indicadores. (Mereño Almaguer, Lorente Rodriguez y Maribona, 2011). La transformación paulatina de los instrumentos de evaluación tradicionales, actualizándolos con recomendaciones y técnicas basadas en competencias, requiere un trabajo de capacitación y elaboración, con constante revisión de los nuevos aportes. El desafío es alcanzar una instancia de evaluación no solo sumativa, sino también formativa, que implique un fin pedagógico, que regule o ajuste las estrategias y actividades, al servicio de la formación del estudiante.

La revisión continua de los procesos de enseñanza y evaluación, no solo son observados desde la visión pedagógica. Los sistemas de gestión de calidad (SGOE), avocados a los productos y servicios educativos (ISO21001:2018), enfatizan la necesidad de ciclos de revisión, con enfoque en la mejora continua. Es importante destacar que los SGOE hacen hincapié en la toma de decisiones racional, basada en información.

Este trabajo presenta los avances en la transformación del proceso de evaluación de informes de trabajo de laboratorio, en las cátedras Física I y Física II, de la UDB-Física de la FRSF-UTN, iniciados en 2017, con enfoque en enseñanza por competencias. Desarrolla una propuesta para el análisis del desempeño de una rúbrica, desde una visión estadística. El objetivo, es desarrollar herramientas que permitan la transformación de datos en información útil para la toma de decisiones en el proceso de mejora continua de los servicios de enseñanza.

Desarrollo

La evaluación por competencia y los informes de trabajos de laboratorio.

El conjunto abarcado comprende 20 grupos de estudiantes, los cuales suelen agrupar entre 700 y 900 alumnos de los dos primeros niveles de las carreras de ingeniería dictadas en la FRSF-UTN. La plantilla docente consta de alrededor de 25 profesores, con una cantidad que varía cada año, de la cual la mitad de ellos se dedican a actividades prácticas. La evaluación correspondiente a Trabajos Prácticos de Laboratorio (TP), se conforma de un amplio proceso con instancias de planificación, exposición teórica, ejecución, presentación de informe escrito, evaluación, calificación y presentación de devoluciones al estudiante. El proceso incluye al menos una instancia de reelaboración, donde el autor tiene la posibilidad de explorar las observaciones realizadas por el docente evaluador, y modificar su producción a fines de alcanzar los requerimientos esperados por la cátedra. Con el enfoque por competencias y las herramientas asociadas, esta instancia se transforma en una oportunidad de auténtico aprendizaje, donde la confrontación de producción escrita frente a los estándares definidos permite al autor resignificar sus aprendizajes y comparar su desarrollo de habilidades. Se establece así, un papel docente comprometido en el diseño y aplicación de instrumentos de evaluación que, por un lado, representen de manera precisa las expectativas para el estudiante y, por otro lado, sean lo suficientemente flexibles como para permitir la expresión individual del alumno, fomentando la transferencia de los conocimientos adquiridos. Estos instrumentos no requieren ser disruptivos en la estructura de enseñanza actual. Todo lo contrario, la revisión y readecuación de las guías y estrategias tradicionales, con paulatinos cambios, se propone como una forma natural de evolución de las metodologías, morigerando los efectos nocivos de la resistencia al cambio.

En el caso particular de los TPs, la dirección de la UDB-Física de la FRSF-UTN definió un grupo de trabajo para el rediseño de los documentos que conforman tanto la instrucción, ejecución y evaluación de los informes escritos presentados por los estudiantes. Como eje de trabajo, se escogió evaluación por rúbrica. Los instrumentos revisados, fueron:

- Guía de Actividades: Instrucciones para la ejecución de los experimentos y consignas requeridas.
- Reglamento de cátedra: Que indican condiciones de entrega, plazos, medios de información y calificaciones requeridas, así como condiciones de recuperación.
- Formato de entrega de informe: Documento digital, disponible como plantilla, con instrucciones y ejemplos de jerarquías de texto, diagramación de tablas, gráficos, ecuaciones. Contiene, además, un encabezado tipo para la inclusión de todos los datos de identificación requeridos por la cátedra.
- Grilla de Rúbricas: Se utilizará para la evaluación de los informes, e instrucciones de uso.

Se inició con una etapa de recopilación de información y diagnóstico de la situación docente, concluyendo la necesidad de trabajar en dos aspectos:

- Implantación por etapas.
- Capacitación gradual de la planta docente.

Esto configura un proceso iterativo de diseño, comunicación, capacitación, implementación y evaluación de desempeño de las nuevas herramientas de trabajo. Para reducir los efectos negativos asociados a grandes cambios, durante la primera implementación se optó por no realizar modificaciones importantes a las guías de actividades. No se afectaron los experimentos realizados y las formas de trabajo en el laboratorio, consignándose estos cambios a una etapa futura.

Inicialmente se enfocó en la elaboración de un formato de presentación. Donde se presentó y distribuyó un documento de referencia con indicaciones detalladas de presentación, similares a las utilizadas en publicaciones científicas y tecnológicas. El objetivo de este instrumento fue establecer un marco de trabajo que permita evaluar las rúbricas asociadas las competencias CG4, CG5 y CG8 y CG9. El segundo instrumento desarrollado, fue una grilla de evaluación por Rúbricas holísticas. Para su diseño, se establecieron elementos generales basados en la experiencia del cuerpo docente. Se buscó transformar elementos intuitivos de evaluación, en marcos de referencia claramente definidos y asociados con las competencias tributadas por las asignaturas. En principio, se utilizaron las recomendaciones de autores reconocidos, así como el aporte de numerosas prácticas publicadas.

En este aspecto, los conceptos introducidos por Mertler (2001) sobre el diseño de Rúbricas, nos sugieren siete pasos básicos:

- Paso 1: Reexaminar los objetivos de aprendizaje que abordará la tarea.
- Paso 2: Identificar los atributos observables específicos que desea ver. Especificar características, habilidades o comportamientos que buscará, así como los errores comunes que no desea ver.
- Paso 3: Identifique formas de describir el desempeño por encima del promedio, promedio y por debajo del promedio para cada atributo observable identificado en el Paso 2.
- Paso 4a: Para rúbricas holísticas, escriba descripciones narrativas exhaustivas para trabajos excelentes y trabajos deficientes que incorporen cada atributo en la descripción (altos y bajos).
- Paso 5a: Para rúbricas holísticas, complete descripciones para todos los niveles intermedios de rendimiento.
- Paso 6: Recopile muestras del trabajo de los estudiantes que ejemplifiquen cada nivel.
- Paso 7: Revise la rúbrica, según sea necesario. Esté preparado para reflexionar sobre la efectividad de la rúbrica y revisarla antes de su próxima implementación.

La revisión de pares sugirió que las descripciones exhaustivas (pasos 4 y 5) dificultan el proceso de calificación debido a la necesidad de relectura. Con el fin de agilizar la referencia rápida, se asignó una “etiqueta” única, constituida por una sola palabra, irrepetible en la grilla, permitiendo referenciar al contenido completo del texto de manera más eficiente. La grilla estableció tres Rúbricas asociadas a cada una de las competencias de egreso tributadas, con descriptores que permiten su aplicación en diversos informes de trabajo de laboratorio. Cada Rúbrica se califica con 4 niveles (0; 1; 2; 3) de manifestación o desarrollo (dos negativos y dos positivos), evitando decisiones “neutrales” del evaluador. En la primera iteración se definió que cada nivel representa un

aporte de calificación porcentual idéntico. La suma de todos estos aportes conforma una nota contrastable con el documento interno de la UDB denominado “reglamento de cátedra”.

Aplicación de la evaluación por rúbricas.

Durante el año lectivo se realizan entre 8 y 10 trabajos de laboratorio (TP), informados en la planificación anual. Los estudiantes deben realizar la totalidad, y presentar un informe por cada uno de ellos. La autoría de estos documentos es individual. El informe es evaluado por el docente de práctica, y se permite que el autor lo reelabore una vez para superar desvíos de los requisitos particulares del TP.

El docente selecciona dos o tres competencias, con sus respectivas rúbricas, para evaluar los informes. La selección debe diferir entre trabajos consecutivos y garantizar la evaluación de todas las competencias, al menos tres veces en el transcurso del año. Las rúbricas escogidas y las competencias evaluadas son informadas al curso que será objetivo de análisis, antes de la realización de las actividades, y recordada al finalizarlas. También son publicadas de forma virtual, para su consulta. Durante la evaluación de los informes, el docente califica los niveles de desarrollo o manifestación de cada rúbrica, obteniendo la nota de calificación (contrastable con el reglamento de la cátedra). Tanto en la etapa de primera entrega, como en la etapa de reelaboración, el autor recibe una grilla niveles.

Estudio estadístico básico y resultados esperados.

Para este trabajo, se compilan los resultados de evaluación de 98 informes, correspondientes a 3 comisiones. Los niveles alcanzados en cada rúbrica se ordenan y grafican en histogramas (Tabla 2). Además, los niveles de calificación total de los informes también se representan en otro histograma (Tabla 3). Se espera visualizar tanto tendencia central (media), como dispersión de las calificaciones (Montgomery, 2004). Al momento de realizado este estudio, se cuentan con los resultados de calificación del primer trabajo de laboratorio, constituyéndose en un estudio preliminar. Se espera que al reunir los resultados de al menos el 50% de los trabajos de laboratorio programados en el año, se puedan distinguir cambios en las distribuciones, afectando los valores estadísticos de Rango, Media, y Desviación Estándar. Para el estudio del desempeño de cada Rúbrica, se espera que exista tanto un valor medio y una dispersión razonable de los niveles registrados. Una tendencia del valor medio muy elevada o una concentración de valores, puede significar inconvenientes en la aplicación de la rúbrica (rúbrica poco clara, niveles no adecuados, falta de entrenamiento del evaluador).

Se espera que, en el desarrollo de las actividades anuales, el conjunto evaluado con una rubrica particular mejore su desempeño en ella. El estancamiento del valor medio, puede implicar una revisión de metodologías de enseñanza, o una revisión en el diseño de la rúbrica (rubrica muy general o niveles de calificación demasiado abarcativos). Además, se espera que un proceso de aprendizaje, lleve a una elevación de la media, y una reducción de la desviación estándar de las calificaciones de los estudiantes.

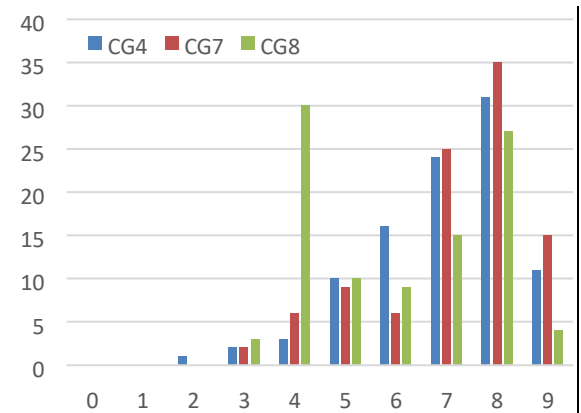
Resultados

Al momento de la edición de este trabajo se encuentran procesados datos parciales del primer TP. Las tres competencias (con sus rúbricas asociadas), seleccionadas para la evaluación fueron las CG4; CG7 y CG8.

La Tabla 2 ordena el número de informes que han alcanzado cierta nota (0 a 9) en una competencia (CG4; CG7; CG8). El número se obtiene sumando el puntaje obtenido en cada rúbrica asociada a la competencia.

Tabla 2: Datos de recabados de calificaciones por competencia											
Competencias	Puntuaciones por competencia									Gráfico de Resultados	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9

CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	0	0	1	2	3	10	16	24	31	11
CG7: Comunicarse con efectividad	0	0	0	2	6	9	6	25	35	15
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	0	0	0	3	30	10	9	15	27	4



La Tabla 3 transcribe los datos ordenados, obtenidos de la calificación de 98 informes de trabajo de laboratorio (TP), correspondientes a la primera guía de actividades. La columna Nivel de Rúbrica ordena la cantidad de alumnos que alcanzaron un nivel determinado (0; 1; 2; 3).

Tabla 3: Datos recabados de calificaciones por rúbrica						
Competencia de egreso	Etiqueta Rúbrica	Nivel Rúbrica				Gráfico Resultados
		0	1	2	3	
CG 4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería	Instrucciones (azul)	5	18	39	36	
	Actividades (rojo)	0	3	15	80	
	TICs (verde)	0	11	68	19	
CG7: Comunicarse con efectividad	Organización (azul)	2	4	29	63	
	Desarrollo (rojo)	4	15	49	30	
	Expresión (verde)	0	7	33	58	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global	Fuentes (azul)	35	10	26	27	
	Cumplimiento (rojo)	0	0	1	97	
	Autoría (verde)	4	48	32	14	

Conclusiones

Los estudios preliminares muestran que las Rúbricas empleadas presentan dispersión de valores respecto a la media. La media de cada rúbrica, a excepción de “cumplimiento”, presentan calificaciones distintas a la máxima. Por lo tanto, es posible evaluar sus evoluciones en el transcurso del año. Es recomendable la observación de la Rúbrica “cumplimiento” a lo largo de ciclo lectivo, para determinar si requiere revisión. Por otro lado, las Rúbricas relacionadas con procedimientos habituales para los estudiantes, como, por ejemplo, organizar adecuadamente el informe, presentaron niveles de dispersión menores que actividades poco frecuentes, como declarar referencias bibliográficas y autoría de citas e imágenes.

Las calificaciones presentan rangos amplios. Esto sugiere que será posible analizar la evolución de calificaciones en futuros registros, asociándola a los objetivos de la enseñanza. Esto nos indican que es posible valorar el desempeño de las Rúbricas en la evaluación de informes de trabajos de laboratorio, empleando herramientas estadísticas. Esta conclusión abre las puertas a profundizar el desarrollo, con el objetivo de diseñar metodologías y procedimientos de trabajo aplicables en el dictado de los cursos.

Referencias

Confedi. (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la república argentina “Libro Rojo de confedi”. Córdoba: Universidad FASTA Ediciones.

López Rua, A. M., Alzate, T., & Eugenio, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166. Recuperado el 2023 de junio de 16, de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>

Mereño Almaguer, Y., Lorente Rodriguez, A. E., & Maribona, M. G. (2011). Propuesta de instrumentos de evaluación para entornos virtuales de a prendizaje: una experiencia en la universidad de las ciencias informáticas. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 8(15), 1-8.

Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*: Vol. 7, Article 25..

Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. (Segunda ed.). Mexico D.F.: Editorial Limusa.

Organización Internacional de Normalización. (2018). *Organizaciones educativas — Sistemas de gestión para organizaciones educativas — Requisitos con orientación para su uso*.

Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias* (Primera ed.). México: Pearson Educación.

Construyendo redes para avanzar en la Educación Superior

Building networks to advance higher education

Johana Vanesa Acevedo

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
jo_vana_85@hotmail.com

Leonardo, Gastón Barabas

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
leonardogbarabas@gmail.com

Diana Analía Duré

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
Dianadure2005@yahoo.com.ar

Graciela Rossana Muchutti

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
gracielamuchutti@yahoo.com.ar

Claudia Roxana Garcia

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Resistencia
claurg369@gmail.com

Resumen

Comprendiendo la importancia de lograr aprendizajes permanentes y significativos, y reconociendo que la conclusión de una etapa implica la preparación para comenzar la siguiente, este momento representa el cierre de un ciclo y la apertura hacia uno nuevo, diferente y estimulante. Profundizar no solo en lo curricular, sino fundamentalmente en la vida cotidiana y en lo que significa ser un estudiante secundario o universitario inmerso en una cultura institucional diferente, considerando especialmente a los protagonistas: los jóvenes. Ellos deben experimentar este proceso de 'crecimiento' como algo gratificante e interesante. Por esta razón, se ha optado por trabajar de manera interinstitucional en este proyecto de articulación, creando espacios y momentos para ello.

En este contexto, el fortalecimiento de los procesos de articulación entre los niveles cobra relevancia como una política pública cuyo objetivo principal es lograr continuidad y coordinación entre la escuela secundaria técnica y la universidad. Esto garantiza que los estudiantes recorran toda su escolaridad obligatoria y completen su trayectoria educativa para avanzar en sus estudios superiores.

Palabras clave: articulación- Educación- Construyendo-redes.

Abstract

Understanding the importance of achieving permanent and significant learning, establishing that the completion of a stage requires the preparation to begin the next, it is the closing of a cycle and the opening towards a new, different and stimulating one. Deepening not only from the curricular but, fundamentally from the daily life, of what it means to be a secondary or university student, immersed in a different institutional culture, and taking into account the main protagonists: "the young", who must live

this "growth" as something tasty and interesting; is that it was decided to work inter-institutionally in this articulation project, generating times and spaces. In this framework, the strengthening of the articulation processes between the levels acquires importance as a public policy whose main objective is to achieve continuity and coordination between the technical secondary school and the university, guaranteeing that students go through all their compulsory schooling and complete their educational trajectory to advance with their higher education.

Keywords: Education- Building- networks

Introducción

Dentro de este contexto de fortalecimiento de los procesos de articulación entre niveles, adquiere relevancia como política pública. En consecuencia, en la Convocatoria 2022 titulada "Sigamos Estudiando: Universidades Públicas comprometidas con el derecho a estudiar", se han presentado y aprobado proyectos presentados por Universidades Nacionales y Provinciales de la República Argentina. El objetivo general de esta Convocatoria es acompañar la finalización del Nivel Secundario y fortalecer el acceso, la permanencia y la promoción en el Nivel Superior a través de la colaboración con diversos actores involucrados.

Existen varias Escuelas de Educación Técnica con las que estamos trabajando, pero en este caso, nos centraremos en una en particular debido a que tenemos un conocimiento profundo al colaborar con ambas instituciones. Esta elección refleja procesos institucionales que brindan una oportunidad real de acceso a la educación superior para sectores que no siempre han visto garantizado su derecho a la educación de manera efectiva. Esta selección indica la positiva recepción de la propuesta de contribuir a la conclusión de la educación secundaria técnica, así como una mayor comprensión de la dinámica de las escuelas secundarias, especialmente en lo que respecta al trabajo docente.

El proyecto se divide en dos ejes:

- 1- FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE EN LA TRANSICIÓN DE NIVELES
- 2- APRENDER EL OFICIO DE ESTUDIANTE. FORTALECIENDO VÍNCULOS. *TALLERES DE REVINCULACIÓN*

Es relevante destacar que la DIRECCIÓN NACIONAL DE DESARROLLO UNIVERSITARIO Y VOLUNTARIADO, perteneciente a la SUBSECRETARÍA DE FORTALECIMIENTO DE LAS TRAYECTORIAS ESTUDIANTILES, en colaboración con la SECRETARÍA DE POLÍTICAS UNIVERSITARIAS, ha establecido una conexión con las instituciones universitarias. Esta colaboración permite trabajar de manera constante para llevar a cabo los ajustes y adaptaciones necesarios que optimicen el esfuerzo de implementación requerido por un proyecto de esta envergadura, en conjunto con el equipo del Programa SIGAMOS ESTUDIANDO.

En este sentido, se destaca la importancia y relevancia del proyecto, así como la necesidad de darle continuidad. Para comprender su complejidad y su enfoque integral, se explicarán las distintas líneas de acción que influyen tanto directa como indirectamente en su realización efectiva.

En primer lugar, se aborda la renovación y el fortalecimiento de estrategias orientadas a la orientación vocacional y/o a las líneas de acción que promueven el desarrollo temprano de vocaciones. Estos esfuerzos son indicativos del proceso de facilitar el acceso, la permanencia y la promoción en la educación superior para jóvenes y adolescentes que forman parte de la primera generación en sus familias que accede a estas oportunidades

Se ha observado un notable progreso en la implementación de talleres dirigidos a los estudiantes que ingresan, así como en la creación de dispositivos tutoriales que buscan fomentar la permanencia y promoción de los estudiantes universitarios en esta etapa caracterizada por las particularidades regionales y locales.

Se ha enfocado en la implementación de acciones de revinculación de estudiantes cuyas trayectorias académicas en la Universidad se vieron afectadas por los efectos de la pandemia por COVID-19. Además, se ha invertido un esfuerzo significativo en la investigación y la generación de conocimiento relacionados con la comprensión del proceso que conduce al abandono de los estudios y, en consecuencia, en la identificación de formas de brindar apoyo a estudiantes en riesgo de abandonar sus estudios.

Por último, es alentador resaltar que el trabajo de articulación entre universidades y escuelas secundarias técnicas está experimentando un proceso de creciente institucionalización. En esta trayectoria, se evidencia el papel estratégico de las universidades en tareas de apoyo y colaboración.

Desarrollo

Las evaluaciones del Operativo Aprender del 2019, 2020, 2021 y 2022 han sido una herramienta importante para conocer los logros de aprendizaje de los estudiantes de nivel primario y secundario en áreas fundamentales como Lengua, Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. El operativo Aprender es un dispositivo de evaluación nacional desarrollado por el Ministerio de Educación de la Nación con el propósito de obtener información relevante permitiendo conocer el contexto educativo.

Los resultados del secundario muestran que en Matemática un 66,6% se ubica en el desempeño por debajo del nivel básico, sólo alcanza a reconocer conceptos numéricos básicos, realizan una comunicación directa, convierten de un registro coloquial sencillo a uno algebraico e interpretan información directa de gráficos sencillos, resuelven problemas simples que incluyen contenidos básicos recurrentes en su trayectoria escolar.

Esta realidad, se profundiza en la jurisdicción del Chaco por una diversidad de factores que mediatizan los procesos de enseñanza y de aprendizaje e impactan en el desarrollo de capacidades necesarias para el acceso a estudios superiores.

Ante tal escenario, surge la propuesta con varios ejes y líneas de acción para promover cambios asegurando la inclusión a partir de una nueva forma de trabajo que sostenga el acompañamiento de los estudiantes en la escuela, una revisión de los contenidos y de su organización para la enseñanza, la organización escolar, la gestión, los recursos, reconsiderando las variables tiempo, espacio y agrupamientos.

Los estudiantes siempre se constituyen en relación con otros, lo cual resulta determinante en la trayectoria que tengan en el colegio y, por ende, influye también en sus proyectos futuros y en las oportunidades ante los múltiples desafíos que nos atraviesan. Por lo tanto, brindar espacio a los estudiantes en la escuela e invitarlos al encuentro con el saber y el deseo de conocer son tareas a las que no podemos renunciar.

Estos datos nos indican la necesidad de establecer acciones para reducir la brecha de deserción entre los estudiantes de sexto año del segundo ciclo y los estudiantes del primer año de estudios de nivel superior. Además, se busca la reintegración de estudiantes que quedaron en situación de libre.

Creemos que para lograr este objetivo es fundamental acompañar la transición de los estudiantes desde el nivel secundario al universitario, proporcionándoles las herramientas necesarias para enfrentar sus estudios. Nos enfocamos en el desarrollo de habilidades tanto académicas como personales que les permitan abordar los desafíos desde una perspectiva constructiva en su rol como estudiantes.

Con el fin de lograr que:

- a) "El estudiante de los últimos dos años del nivel secundario, así como aquellos que adeuden asignaturas, necesita garantizar mejores condiciones de acceso al mercado laboral, la continuidad de los estudios y el ejercicio pleno de la ciudadanía."
- b) "Los estudiantes de nivel secundario y los egresados del mismo que aspiran a instituciones de educación superior deben realizar la transición hacia el nivel superior y comenzar a formar su identidad como estudiantes universitarios. Esto les permitirá afrontar el primer año de la carrera con las herramientas necesarias para su desarrollo humano y académico.", c) "Los estudiantes que se encuentran en riesgo pedagógico durante los primeros dos años en la universidad, así como aquellos estudiantes universitarios que hayan interrumpido sus estudios por diversas causas, deberían tener la oportunidad de volver a vincularse con sus procesos de aprendizaje."

Se busca lograr los siguientes objetivos: Construir espacios de aprendizaje y acompañamiento, tanto disciplinario como humano, que brinden a los estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades para la interpretación y resolución de situaciones problemáticas en áreas como matemáticas, lengua, ciencias naturales y tecnología. Además, se enfocará en la comprensión e interpretación de textos, autonomía en el aprendizaje y el desarrollo de destrezas personales para el crecimiento y superación.

Diseñar estrategias y dispositivos de apoyo, así como proporcionar espacios de contención y socialización para la reintegración de la población estudiantil.

Acompañar a los estudiantes en su transición hacia la vida universitaria, tomando en cuenta tres momentos cruciales en su trayectoria: la elección de su carrera universitaria, los medios de ingreso a la universidad y su permanencia durante los dos primeros años de la carrera de ingeniería.

Mediante la acción tutorial, se busca promover la mejora del rendimiento académico de los estudiantes durante su primer año en la carrera. El objetivo es lograr una formación integral que contribuya a reducir los índices de reprobación, deserción y rezago en los primeros pasos de su trayectoria educativa en el nivel superior

Se propone el diseño e implementación de un aula taller para los dos últimos años de la secundaria, en la cual podrán participar alumnos que se encuentren cursando o en riesgo pedagógico. Para la articulación con el nivel secundario, se fortalecerán los conocimientos en Matemática, Comunicación Lingüística, Ciencias y Tecnología.

Se trabaja con alumnos de 4°/5° año de escuelas secundarias y 5°/6° año de escuelas técnicas, afianzando los conocimientos en el área de Matemáticas a través de tutorías a cargo de un equipo de tutores compuesto por estudiantes del último año de los profesados en Matemáticas del Instituto de Educación Superior (IES) San Fernando Rey. Además, se abordará el área de Ciencias y Tecnología en colaboración con el Instituto de Educación Superior en Educación Técnica y Formación Profesional (IESETYFP). Asimismo, se ofrecerán tutorías para fortalecer y acompañar las trayectorias académicas en las aulas en colaboración con aquellos que realizan prácticas docentes. Estos tutores asumirán un papel de referencia, motivación y facilitación en la vida estudiantil, proporcionando así continuidad pedagógica.

Esta línea de acción trabaja en forma articulada e integrada interdisciplinariamente los siguientes contenidos:

- Geometría, análisis funcional, trigonometría y estadística.
- Integración transversal de contenidos: Matemática, física, robótica, comunicación lingüística. ● Siguiendo la línea STEAM orientados a la Industria 4.0.

- Modelo pedagógico: Aula invertida
- Metodología: Aprendizaje Orientado a Proyecto y resolución de problemas.
- Plataforma tecnológica: 'ELE' Plataforma Educativa Chaqueña ● Laboratorio móvil: Industria 4.0 (Robótica, impresión 3D).
- Talleres de integración científico tecnológico.

Trabajaremos en una construcción colectiva que fomente el intercambio entre estudiantes y docentes-orientadores, involucrando diversas actividades, estrategias y recursos didácticos. Además, se integrarán los modos de comunicación actuales de los adolescentes, como las redes sociales, aplicaciones, el uso de hashtags, palabras en inglés y siglas. Estos aspectos pueden representar un nuevo desafío y una oportunidad de apertura para muchos docentes. En esencia, es la realidad misma que nos invita a adoptar nuevos enfoques de co-aprendizaje.

Esta propuesta nos ha permitido definir un conjunto de conocimientos y habilidades basándonos en las estadísticas del Operativo Aprender. Estos elementos son relevantes para que el estudiante, en su último año de la educación secundaria, pueda reinterpretar los conocimientos adquiridos a lo largo de su trayectoria escolar y relacionarlos con su aplicación en la resolución de problemas orientados al aprendizaje basado en proyectos. La importancia de trabajar mediante proyectos radica en la capacidad de los estudiantes para comprender la relevancia de contar con un conjunto de conocimientos y modos de pensamiento en áreas como matemáticas, física, robótica, impresión 3D y/o realidad aumentada. Esto representa una oportunidad para la integración de estos conocimientos con una perspectiva holística y práctica. Fomentar la interdisciplinariedad y reconocerla como un medio para desarrollar competencias relacionadas con el conocimiento, la habilidad y la identidad, no solo posibilitará el acceso a la educación superior, sino también la formación de estudiantes autónomos y creativos, preparados para enfrentar las exigencias y demandas contemporáneas. Impartir las ciencias de manera atractiva contribuye al desarrollo de jóvenes con habilidades para el trabajo en equipo, el pensamiento basado en la búsqueda, la investigación y la evidencia, la capacidad de emplear la imaginación para plantear y resolver problemas, estrategias para aprender y seguir aprendiendo, así como la agilidad mental necesaria para desenvolverse en la complejidad y abordar lo desconocido.

Consideramos que las propuestas de este tipo de aprendizaje reconocen que las convenciones y reglas adquieren sentido cuando se emplean de manera flexible para alcanzar fines creativos. Esto implica la contextualización de la enseñanza, entrelazando creatividad e identidad. La creatividad no solo consiste en comprender y apreciar lo que otros han creado, sino también en dar el paso, aunque sea modesto, hacia la práctica del arte o la ciencia que estamos proponiendo.

Las situaciones problemáticas que los estudiantes abordan en clase estarán enmarcadas en una línea STEAM, y los docentes trabajarán con enfoques basados en prácticas situadas.

La UTN-FRRE juntamente con la plataforma educativa provincial brindará el espacio virtual para llevar adelante la propuesta generando las aulas necesarias en su Campus Virtual y los laboratorios móviles de robótica.

Por otro lado, el estudiante que se encuentra en su último año de educación secundaria y aspira a ingresar a la universidad o a instituciones de educación superior, seguramente ha considerado diversas opciones para su futuro. Puede tener la intención de iniciar una carrera universitaria o estar contemplando la posibilidad de trabajar.

En este sentido, hemos desarrollado dispositivos tutoriales en colaboración con las escuelas secundarias, enfocados en apoyar la transición entre niveles, especialmente desde la perspectiva académica. En nuestro caso, hemos implementado el seminario universitario que aborda temas como Matemáticas, Física, Competencia Lingüística e Introducción a la Universidad. Esta

iniciativa busca, entre otras cosas, fortalecer los contenidos y competencias que se trabajan en el nivel superior y en nuestra Universidad, brindando herramientas a los aspirantes que desean ingresar a ese nivel.

Estas asignaturas se convertirán en herramientas cotidianas que permitirán desenvolverse con autonomía y competencia. Los conocimientos y habilidades adquiridos durante los años en la escuela son fundamentales para esta nueva etapa, ya sea como trabajador, estudiante o incluso como turista. En el caso de aprobar la propuesta el estudiante tendrá acceso directo al primer año de la carrera elegida.

Los Talleres de Acercamiento a la Vida Universitaria consisten en un espacio de exploración colectiva que fomenta el diálogo entre los intereses y conocimientos de los estudiantes y la experiencia universitaria de estudiantes avanzados en algunas carreras de la Universidad. Estos talleres tienen como objetivo promover competencias que faciliten la inserción en estudios superiores o en el ámbito laboral. Además, crean un entorno propicio para que los estudiantes de secundaria desarrollen estrategias de aprendizaje que luego podrán aplicar según sus intereses, estructuras cognitivas y proyectos de vida.

Con el objetivo de brindar apoyo y acompañamiento a los estudiantes, y para brindar un fundamento temático a las estrategias y actividades relacionadas con la construcción del proyecto de vida individual de cada estudiante, hemos implementado las siguientes iniciativas:

- Charlas vocacionales a cargo de estudiantes avanzados de las ingenierías.
- Charlas informativas y análisis de los planes de formación diferenciada que ofrece la universidad.
- Participación en jornadas de presentación de carreras y vida estudiantil.
- Visitas institucionales.
- Evaluaciones vocacionales de intereses y habilidades.

La metodología de trabajo en talleres ofrece una alternativa interesante para establecer un plan sistemático de orientación, apoyo y acompañamiento a los estudiantes que se encuentran en la última etapa de su trayectoria educativa. Idealmente, se planificarían varios talleres por semestre con el propósito de establecer una línea de trabajo continua y progresiva que respalde la elección vocacional como un proceso sistemático.

La toma de decisión sobre qué estudiar en la educación superior está influenciada por numerosos factores. La elección de una carrera o programa de estudio es un proceso personal que implica proyectarse en el futuro y llevar a cabo una autorreflexión en la que se deben combinar los intereses, motivaciones, el entorno, la realidad y las alternativas académicas disponibles.

Elegir una carrera requiere un conocimiento profundo de tu personalidad, tus gustos, tus intereses y tu potencial. Es el resultado de un proceso personal en el que debes reflexionar sobre quién eres, qué te motiva y cómo te proyectas hacia el futuro.

Es esencial abordar este proceso con calma y darte el espacio necesario para evaluar tus preferencias, identificar tus habilidades y reconocer tus desafíos. Un ejercicio que puede ser útil consiste en definir tus deportes favoritos, hobbies y pasatiempos. Además, es importante considerar en qué entornos te ves trabajando: ¿en una oficina o al aire libre? ¿Trabajando de manera independiente o en equipo? ¿Interactuando principalmente con personas o con objetos?

El estudiante que está por finalizar o acaba de egresar de la educación secundaria se encuentra en una fase de consolidación de su identidad y autonomía. Durante este período, el estudiantado puede experimentar crisis como resultado de la transición entre la búsqueda y la consecución de la identidad. A veces, sus sistemas no operan de manera sincronizada, lo que puede llevar a situaciones de desequilibrio. En este contexto, el papel del orientador, que brinda apoyo, contención y acompañamiento, es esencial para prevenir situaciones desbordantes.

El respaldo proporcionado por la familia en la valoración de las relaciones familiares es crucial. Además, el autocuidado y el establecimiento de relaciones de pareja pueden actuar como factores estabilizadores. En última instancia, la adolescencia, al brindar la oportunidad de construcción personal integral, sienta las bases para un desarrollo adulto armónico y equilibrado. Por esta razón, es importante brindar información sobre los beneficios estudiantiles a los que pueden acceder.

La orientación vocacional debe ser una parte integral de la labor educativa. Para esto, se implementarán las siguientes acciones:

- Charlas vocacionales: Consisten en presentaciones estructuradas a cargo de expertos en diferentes campos, ya sea por su formación profesional o experiencia personal. Estas charlas proporcionan información valiosa sobre las diversas opciones profesionales y permiten a los estudiantes obtener una visión más profunda de las distintas carreras y caminos a seguir.
- Visitas a instituciones de educación superior: Esta actividad brinda la oportunidad de establecer un contacto directo con universidades, institutos profesionales y técnicos a los cuales los estudiantes podrían postular e ingresar una vez egresados. Durante estas visitas, los estudiantes pueden observar la infraestructura y el equipamiento de las instituciones, como bibliotecas, laboratorios y áreas deportivas, así como conocer los servicios estudiantiles ofrecidos y otros aspectos relevantes para su vida académica.

Sin embargo, con el objetivo de lograr aprendizajes realmente significativos, resulta esencial organizar encuentros, ya sean presenciales o virtuales, con académicos, directivos y responsables de servicios estudiantiles. Estos encuentros permitirán llevar a cabo entrevistas en las que se pueda abordar diversos temas, como la formación proporcionada, los planes de estudio, las actividades complementarias, las estrategias y metodologías de enseñanza, los perfiles de egreso, los sistemas de becas, los apoyos y las ayudas estudiantiles, así como datos relacionados con la inserción laboral de los egresados, entre otros aspectos relevantes.

Garantizar igualdad de oportunidades en términos de profundización, flexibilidad y eficacia a los estudiantes de todas las especializaciones (Humanístico-Científica, Técnico Profesional y Artística) es esencial para potenciar sus propios intereses.

Promover el desarrollo de habilidades generales que fomenten la toma de decisiones personales y responsables en la elección de una carrera. Para hacer una elección acertada, es crucial aprender cómo hacerlo.

Establecer charlas vocacionales a cargo de estudiantes avanzados de ingeniería. Ofrecer charlas informativas y análisis de los planes de formación diferenciada que la universidad proporciona. Participar en jornadas de presentación de carreras y vida estudiantil. Administrar pruebas vocacionales de intereses y habilidades.

Actores involucrados

Tutores pares (estudiantes del último año de carreras de matemáticas, física, química) Docentes de la facultad y del IES San Fernando Rey

Psicopedagoga

Estudiantes de 4to año Segundo Ciclo- Egresados y profesionales

A) Tutorías para la retención

Tutorías para la revinculación. A través del Sistema Académico SYSACAD. Módulo de Autogestión para Alumnos y

Docentes se accedió a información que le permitió realizar un diagnóstico sobre las causas de abandono y/o enlentecimiento de la cursada, por múltiples causas como estrategias de estudio y psicoemocionales o cuestiones técnicas como conectividad, recursos informáticos o problemas económicos.

Está prevista la realización de una serie de actividades, entre ellas socialización, ambientación, recreación, técnicas de estudio, preparación para exámenes y manejo del estrés. Además, se ofrecerán espacios de contención y capacitación en el uso de la plataforma Moodle. También se impartirán cursos intensivos de las asignaturas de Análisis Matemático, Álgebra y Geometría Analítica, Física y Sistemas de Representación.

Estos talleres tienen como finalidad que los estudiantes puedan promocionar o regularizar las mencionadas asignaturas del primer nivel. Por ende, su objetivo principal es revincular pedagógica y académicamente a los estudiantes, reduciendo la deserción y fortaleciendo la asistencia presencial.

El Dispositivo de Acompañamiento tiene como objetivo brindar apoyo a los estudiantes que se han visto obligados a interrumpir su trayectoria debido a las dificultades provocadas por la pandemia. Este dispositivo ofrece una variedad de alternativas destinadas a fortalecer la labor de las tutorías. El enfoque principal es proporcionar acompañamiento integral a los estudiantes, abordando tanto los procesos de aprendizaje como las posibles rupturas en su trayectoria, además del desafío de reintegrarse en las dinámicas propias de la cultura institucional

El establecimiento de tutorías entre estudiantes y también de docentes es una iniciativa que busca brindar apoyo, acompañamiento y orientación a aquellos que están dando sus primeros pasos en la carrera de ingeniería. Esto representa un compromiso pedagógico fundamental. Las tutorías no solo son beneficiosas para los recién llegados, sino que también pueden enriquecer las oportunidades de aprendizaje colectivo a lo largo de todo el transcurso académico. De esta manera, se crean comunidades de aprendizaje entre los estudiantes.

Esperamos contribuir a través de las acciones de orientación y acompañamiento, empoderando a los estudiantes como protagonistas de su propio proceso formativo, tal como lo establece el proyecto de 'aprender el oficio de estudiante'. Las instancias de tutorías que se presentan son valiosas, ya que aportan en varios aspectos: facilitan el dominio de los contenidos propios del primer nivel de la carrera y el desarrollo de habilidades profesionales, tanto para los estudiantes que reciben la tutoría como para aquellos que asumen el rol de tutores.

Estas tutorías también ayudan a consolidar el perfil del estudiante de ingeniería, fomentando la construcción de redes y comunidades de aprendizaje que van más allá del aula. Además, fortalecen los espacios de diálogo, intercambio y participación entre los estudiantes

En primer lugar, se trabajarán con dimensiones específicas que abordarán los siguientes aspectos:

1. **Dimensión socio institucional:** Esta dimensión se enfoca en la formación de redes y comunidades de aprendizaje, así como en el reconocimiento del contexto institucional y normativo característico de la educación universitaria. Implica la interacción con compañeros y otros miembros de la institución, la identificación de espacios institucionales y el acercamiento a la realidad que rodea a la universidad.
2. **Dimensión afectiva:** Esta dimensión implica convertirse en actor y protagonista de la propia formación, así como en la construcción de relaciones solidarias con compañeros. En este caso, esto se logra mediante las tutorías entre pares. Se refiere a la importancia de sentirse parte del grupo, conocer a otros compañeros del mismo año y de años superiores, generar empatía

y compromiso con los pares, establecer diálogos, compartir puntos de vista, demostrar solidaridad y estar atentos a las necesidades de los demás. También involucra compartir experiencias y vivencias, interactuar y crear vínculos.

3. Dimensión cognitiva: Esta dimensión busca crear oportunidades para participar en actividades de escritura y lectura, analizar información, sintetizar y comunicar ideas con los compañeros, reflexionar sobre situaciones significativas, emplear estrategias de aprendizaje orientadas a la autonomía, y desarrollar metodologías de estudio y estrategias de metacognición, entre otros aspectos.

Contamos con tres ejes de trabajo:

- a- Tutorías académicas: destinada a brindar apoyo académico en las materias de primer año del área de ciencias básicas con el fin de lograr maximizar los aprendizajes logrados para la preparación de exámenes parciales y finales.
- b- Talleres de técnicas de estudio y motivacionales destinados a brindar las herramientas para diseñar un plan de estudios, gestión del tiempo, estrategias y técnicas de estudio, técnicas de lectura, la motivación como clave de éxito para estudiar con eficiencia, entre otros.
- c- Seguimiento personalizado a alumnos que requieran de un acompañamiento intensivo, incluyendo acciones desde lo motivacional, académico, y desde el área psicológica.

Las tutorías, en sus diversos enfoques, nos brindarán la oportunidad de acompañar, orientar y dar seguimiento a la trayectoria educativa de los estudiantes durante sus primeros años, tanto a los recién ingresados como a aquellos que necesitan retomar su camino. Nuestra intención es proporcionar apoyo al estudiante en su proceso de construcción de aprendizajes: abordando aspectos cognitivos, afectivos, socioculturales y existenciales, todos fundamentales para la formación de una identidad sólida como estudiante universitario y futuro profesional.

Conclusiones

La incorporación de modelos de enseñanza centrados en el estudiante ya sea en el seminario universitario o en los espacios curriculares del primer año, con el objetivo de desarrollar competencias, conlleva la necesidad de proporcionar al estudiante herramientas de aprendizaje. Estas herramientas deben estar vinculadas al aprendizaje autónomo y a la creación de espacios de escucha y reflexión, donde se brinde seguimiento y acompañamiento a la trayectoria del estudiante de manera que le permita desarrollarse de manera integral.

- d- A través de la implementación del proyecto, se fomenta en el estudiante el desarrollo de habilidades de autoaprendizaje para enfrentar las diferentes instancias académicas y tomar decisiones de manera autónoma. Esto contribuye a reducir la tasa de reprobación y deserción, a la vez que aumenta el rendimiento académico de los estudiantes. Se crean condiciones propicias para el desarrollo de hábitos, actitudes y habilidades que permiten una formación integral.
- e- La etapa de finalización de la educación secundaria marca la fase culminante de la trayectoria educativa escolar obligatoria. Durante este período, la orientación vocacional combina los procesos de autoconocimiento y la reflexión inicial sobre la construcción del proyecto de vida. Idealmente, esta etapa debería abordarse para su desarrollo de manera efectiva.
- f- Generar propuestas educativas innovadoras entre los distintos actores representa un desafío para los directivos, docentes y estudiantes. Implica salirse de su zona de confort y adoptar nuevas estrategias en las actividades. Estos

cambios e innovaciones a menudo residen en pequeños detalles que algunos pasan por alto, pero que pueden lograr resultados significativos.

- g- Por lo tanto, es el momento de escuchar, compartir, aprender y renovar. Este interés nos insta a reorientar el concepto de innovación. La cultura de la colaboración es aquella en la que se fomentan relaciones e interacciones mutuas basadas

en el sentido de comunidad, con un fuerte enfoque en el diálogo y el apoyo entre colegas y estudiantes, fundamentada en la confianza. Esto contribuye a mejorar la calidad de la enseñanza, enriquecer las propuestas y estrategias a través del intercambio y la acción conjunta, favoreciendo así un mejor aprendizaje para los estudiantes. Esto es posible porque se concibe la enseñanza como una tarea colectiva, como parte de un sistema institucional. De esta manera, se plantea una definición institucional de la enseñanza (Terigi, 2012) que contradice la idea de las prácticas docentes como individuales y aisladas.

- h- La propuesta de trabajo pedagógico creativa, innovadora y colaborativa propicia un espacio de interacción que facilita la labor conjunta y la consecución de acuerdos. Este marco general será utilizado para guiar y desarrollar el proceso y las prácticas de enseñanza.

Referencias

DINIECE - UNICEF (2004). "Las dificultades en las trayectorias escolares de los alumnos. Un estudio en escuelas de nuestro país". Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, DINIECE.

TERIGI, Flavia (2010): "El desafío de la inclusión educativa. Bs.As

TERIGI, Flavia (coord.) (2009): "Segmentación urbana y educación en América Latina. El reto de la inclusión escolar". Madrid: FIECC/OEI

TERIGI, Flavia (2005): "Collected papers: sobre las decisiones en el gobierno de la educación" en G. Frigerio; G. Diker (comps.): Educar: ese acto político. Buenos Aires: del estante editorial.

Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2009). "Las trayectorias escolares: del problema individual al desafío de política educativa" coordinado por Patricia Maddonn. 1ra ed. Buenos Aires. Disponible en: [Las trayectorias escolares : del problema individual al desafío de política educativa \(me.gov.ar\)](https://www.me.gov.ar/trajectorias)

Resolución N° 152 (2023). "SIGAMOS ESTUDIANDO 2022 UNIVERSIDADES PÚBLICAS COMPROMETIDAS CON EL DERECHO A ESTUDIAR": Poder Ejecutiva Nacional República Argentina, Bs.As.

Planificación por competencias en Química General

Planning by competencies in General Chemistry

Marcela Rodríguez

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
marcela.rodriguez.aghem@gmail.com

Nidia Viviana Brusadín

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
vivianabrusadin@gmail.com

Susana Otoy Bet

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
sotoyabet@gmail.com

Liliana Ferrer

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
liliferrer2012@gmail.com

Inés Grillo

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
inesgrillo13@gmail.com

Antonella Albornoz

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
anto_c8@hotmail.com

Daniel Galvez

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
licdanielgalvez@yahoo.com.ar

Gregorio Gómez

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
Gregorio Gómez gregoriogz2015

Nelson Cravero

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
nelsoncravero@frm.utn.edu.ar

Silvina Tonini

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza, Argentina
ingtonini1@yahoo.com

Resumen

Se presenta una planificación por competencias para la asignatura Química General, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, según el nuevo diseño curricular de las carreras de ingeniería electrónica, civil y electromecánica. El trabajo consiste en presentar el diseño de los resultados de aprendizaje según los objetivos de la asignatura, la selección de actividades didácticas que realizan un aporte significativo a la adquisición de competencias genéricas y las evaluaciones para cada resultado de aprendizaje. Las actividades didácticas que se describen son: experiencias de laboratorio tipo pequeñas investigaciones guiadas, actividades para realizar en clase en grupos de cuestiones en contexto, actividades lúdicas y clases invertidas. Las mismas son fruto de investigaciones que ha realizado el equipo de cátedra y que han dado resultados satisfactorios. Lo novedoso referido a investigaciones previas a este trabajo es que se unen todas estas técnicas para cambiar

totalmente el enfoque de la enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de la asignatura, desde la enseñanza basada en contenidos, con algunas actividades tendientes a desarrollar competencias genéricas, a un enfoque centrado en el estudiante, con todas las actividades orientadas a desarrollar dichas competencias.

Palabras clave: Competencias, Planificación, Química General

Abstract

A planning by competences is presented for the General Chemistry subject, belonging to the National Technological University, Mendoza Regional Faculty, according to the new curricular design of the electronic, civil and electromechanical engineering careers. The work consists of presenting the design of the learning results according to the objectives of the subject, the selection of didactic activities that make a significant contribution to the acquisition of generic competences and the evaluations for each learning result. The didactic activities that are described are: laboratory experiences such as small guided investigations, activities to be carried out in class in groups of questions in context, playful activities and inverted classes. They are the result of research carried out by the teaching team and which have given satisfactory results. What is new regarding research prior to this work is that all these techniques come together to completely change the teaching-learning approach in the development of the subject, from content-based teaching, with some activities tending to develop generic skills, to a student-centered approach, with all activities aimed at developing these skills.

Keywords: Competences, planning, Chemistry

Introducción

La planificación en el nuevo diseño curricular de enseñanza centrado en el estudiante es un documento de trabajo que elaboran los docentes que detalla el desarrollo de toda la materia y explicita el modelo didáctico que la sustenta. Brinda una idea precisa de la manera en que llevarán adelante los procesos de enseñanza. El equipo docente de la asignatura de Química General, ha diseñado una planificación con la cual se espera poder generar un cambio de enfoque que repercuta positivamente en los estudiantes.

Desarrollo

La planificación presentada se centra en el estudiante. Primero se diseñaron los resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta el impacto de estos en las competencias genéricas, luego se seleccionaron las actividades didácticas y las evaluaciones.

Actividades didácticas

El criterio de selección de las actividades didácticas se basó en que algunas tienen elevada potencialidad para la adquisición de competencias genéricas, estas son (Nivel en la Taxonomía de Anderson y Krathwohl):

- Las actividades con formación experimental que fomentan las competencias genéricas como las de utilizar las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería y desempeñarse de manera efectiva en los grupos de trabajo.
- Las actividades de Resolución de problemas que ayudan a identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- El trabajo final que tiene una elevada influencia en todas las competencias genéricas.

Otro criterio de selección utilizado es que, por propia experiencia del equipo de cátedra, las actividades lúdicas son tendientes a generar empatía entre los estudiantes y con el profesor.

Teniendo en cuenta lo mencionado previamente se describen las actividades didácticas que se realizarán en esta planificación:

Actividades experimentales en el laboratorio en las que se utiliza el Aprendizaje por Indagación, en la cual el docente guía a los alumnos a través de desafíos y problemas cuidadosamente planeados. El diseño se basa en presentar a los alumnos situaciones contextualizadas cuya resolución implica trabajar en clase, en el laboratorio

y realizar pequeñas investigaciones en grupos. Se evalúa mediante rúbricas el desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de la práctica y el informe escrito de la actividad.

Actividades lúdicas, como juegos de escape en celulares o simulaciones interactivas pHET (Physics Education Technology). Las simulaciones de PhET se basan en investigación educativa extensiva e involucran a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo y similar a un juego, en donde aprenden explorando y descubriendo.

Aula invertida, en la que se presenta un video sobre los contenidos con cierta anticipación para que los estudiantes vayan a las clases con algunos conceptos previos. En el aula se transmiten algunos conocimientos valiosos para la formación, asegurando a través de la explicación, la comprensión de estos, así como su jerarquización y organización. Se utilizan las clases presenciales para resolver ejercicios derivados de esas lecturas y problemas de complejidad creciente.

Actividades para realizar en clase en grupos de cuestiones en contexto, realizando análisis sobre fenómenos de la vida cotidiana, trabajando en grupos y obteniendo conclusiones relevantes.

A continuación, se nombran las actividades:

Guía de trabajos prácticos.

Nº1: Sistemas materiales. Nº2: Estructura de la materia. Propiedades periódicas. Nº3: Enlaces químicos. Nº4: Nomenclatura de compuestos inorgánicos. Nº5: Introducción a la estequiometría. Nº6: Estequiometría en reacción. Nº7: Estados de agregación: gases. Nº8: Termoquímica. Nº9: Estados de agregación: líquidos y sólidos.

Nº10: Soluciones. Soluciones diluidas. Propiedades coligativas. Nº11: Cinética química. Nº12: Equilibrio químico. Nº13: Equilibrio en solución. Nº14: Electroquímica.

Guía de experiencias de laboratorio

Trabajo práctico de laboratorio Nº1. Sistemas materiales. Utilizando el material apropiado.

Trabajo práctico de laboratorio Nº2. Reacciones químicas. El diamante del peligro.

Trabajo práctico de laboratorio Nº3. Soluciones. Descomposición del agua oxigenada.

Trabajo práctico de laboratorio Nº4. Soluciones. Calidad del agua.

Trabajo práctico de laboratorio Nº5. Ácidos y bases. Calidad del agua.

Trabajo práctico de laboratorio Nº6. Electroquímica.

Actividades para realizar en clase en grupos de cuestiones en contexto:

La ingeniería comienza en casa 1: La factura de gas parte 1. La ingeniería comienza en casa 2: la factura gas parte 2.

La ingeniería comienza en casa 3: la factura del gas parte 3. La ingeniería comienza en casa 4: corrosión por tensión.

Actividades lúdicas:

Juego de escape en celulares. Actividades utilizando simulaciones interactivas PhET (Physics Education Technology)
Variación del pH.

Evaluaciones

Para el diseño de las evaluaciones se tuvo en cuenta los Resultados de Aprendizajes, a continuación, se describen las mismas:

- Autoevaluaciones de contenidos del programa.
- Evaluaciones formativas de las experiencias de laboratorio, se realiza una corrección de informes de laboratorio para fortalecer conceptos, mejorar la redacción, lograr llegar a conclusiones relevantes, buscar información pertinente por parte de los estudiantes. Mientras realizan las experiencias se observan las competencias tecnológicas y sociales alcanzadas. Se llenan Rúbricas de evaluación.
- Evaluaciones formativas de actividades de trabajos en contexto que consisten en resolución de actividades en grupo de problemas en contexto. Se llenan Rúbricas de evaluación.
- Evaluaciones sumativas del tipo heteroevaluación escritas (parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

Resultados de Aprendizajes

Se desarrollarán 5 Resultados de Aprendizaje teniendo en cuenta los objetivos de la asignatura establecidos en los Diseños Curriculares vigentes:

A continuación, se describe cada resultado de aprendizaje con las actividades formativas, las técnicas de enseñanza-aprendizaje, las evaluaciones y las técnicas de evaluación con sus indicadores de logro y sus rúbricas de evaluación.

RESULTADO DE APRENDIZAJE 1: interpreta la estructura actual del átomo, el enlace químico y las interacciones intermoleculares, que le permite predecir las propiedades de los elementos y las fórmulas de los compuestos, utilizando como herramientas la configuración electrónica, las propiedades periódicas y la descripción de la forma y polaridad de las moléculas.

Actividades pedagógicas y estrategias de enseñanza- aprendizaje.

Fuera del aula: video de unidad N°1, N°2 y N°3 en el aula virtual. Estudio por libro.

En el aula: resolución de TPN°1, 2, 3, 4 y 5. Resolución de problemas en clase.

Resolución del laboratorio1: utilizando el material adecuado.

Actividad experimental diseñado como una pequeña investigación guiada en la que se analizan propiedades físicas intensivas de materiales de construcción y de maquinarias.

Evaluaciones del RA1

1. Autoevaluación formativa en aula virtual.
2. Evaluación formativa Trabajo experimental en el laboratorio.

Se Analizan los informes escritos, que se realizan durante la clase de laboratorio.

Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización del trabajo de laboratorio. Se llenan las Rúbricas, que, por razones de espacio, no se incluyen en este trabajo.

3. Primera evaluación parcial. Evaluación sumativa. Heteroevaluación.

Prueba escrita.

(parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

Peso Del Criterio	Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
20%	Interpreta la estructura actual del átomo, realiza correctamente la configuración electrónica y predice las propiedades periódicas a partir de la misma.	Realiza correctamente la configuración electrónica y predice las propiedades periódicas a partir de la misma.	Realiza correctamente la configuración electrónica y describe las propiedades periódicas a partir de la misma con algunos errores.	Realiza la configuración electrónica con algunos errores sobre todo en aniones y cationes y describe las propiedades periódicas, pero no las relaciona con la configuración electrónica.	No realiza la configuración electrónica y no describe propiedades periódicas.
20%	Predice las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes a partir de la ubicación de los elementos en la tabla periódica. Puede escribir las fórmulas de algunos compuestos sencillos, utilizando como herramientas la configuración electrónica y las propiedades periódicas.	Predice las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes a partir de la ubicación de los elementos en la tabla periódica. Puede escribir las fórmulas de algunos compuestos sencillos, utilizando como herramientas la configuración electrónica y las propiedades periódicas.	Describe las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes a partir de la ubicación de los elementos en la tabla periódica con algunos errores. Puede escribir las fórmulas de algunos compuestos sencillos, utilizando como herramientas la configuración electrónica y las propiedades periódicas con algunos errores.	Describe las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes pero no a partir de la ubicación de los elementos en la tabla periódica. Puede escribir las fórmulas de algunos compuestos sencillos, pero no utiliza como herramientas la configuración electrónica y las propiedades periódicas.	No describe las propiedades de los compuestos iónicos y covalentes. No puede escribir las fórmulas de algunos compuestos sencillos.
20%	Utiliza la representación de Lewis y la teoría de repulsión de electrones de la capa de valencia para interpretar la forma y polaridad de las moléculas.	Utiliza la representación de Lewis y la teoría de repulsión de electrones de la capa de valencia para interpretar la forma y polaridad de las moléculas.	Utiliza la representación de Lewis y la teoría de repulsión de electrones de la capa de valencia para interpretar la forma y polaridad de las moléculas, con algunos errores sobre todo referido a la geometría y polaridad de moléculas sencillas	Utiliza la representación de Lewis pero no identifica compuestos iónicos y covalentes. No interpreta la teoría de repulsión de electrones de la capa de valencia.	No utiliza la representación de Lewis y no describe la teoría de repulsión de electrones de la capa de valencia.

20%	Relaciona las masas atómicas con las masas molares de compuestos, utiliza correctamente el concepto de mol y puede determinar la composición porcentual de un elemento en un compuesto.	Relaciona las masas atómicas con las masas molares de compuestos, utiliza correctamente el concepto de mol y puede determinar la composición porcentual de un elemento en un compuesto.	Relaciona las masas atómicas con las masas molares de compuestos, utiliza correctamente el concepto de mol y puede determinar la composición porcentual de un elemento en un compuesto, con algunos errores de unidades o de cálculo.	Confunde las unidades de masas atómicas y masas molares, no utiliza correctamente el concepto de mol. Puede determinar la composición porcentual de un elemento en un compuesto.	No puede realizar cálculos. No utiliza correctamente el concepto de mol y no puede determinar la composición porcentual de un elemento en un compuesto.
20%	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, pero no menciona correctamente el material de laboratorio. describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no se entiende lo que quiere expresar, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.
Puntaje		9 -10	6-8	4-5	1-3

Tabla 1. Criterios de evaluación del Resultado de Aprendizaje 1

RESULTADO DE APRENDIZAJE 2: resuelve cálculos de estequiometría para cuantificar los procesos químicos, a partir de la interpretación de ecuaciones estequiométricas, la Ley de la conservación de la materia y la energía.

Actividades formativas

Fuera del aula: video de unidad N°4 en aula virtual. Autoevaluación en el aula virtual. Resolución de TPN°6. Estudio por libro.

En el aula: resolución en clase del TPN°6.

Trabajo Experimental en el laboratorio N°2: el diamante del peligro.

Actividad experimental tipo investigación guiada en la que se analiza la peligrosidad de las sustancias químicas y las recomendaciones para su manipulación, a partir de las reacciones químicas que pueden producir. Dicha actividad induce a los estudiantes a adquirir competencias genéricas de las ingenierías.

Evaluaciones del RA2

1. Autoevaluación formativa en aula virtual
2. Evaluación formativa Trabajo experimental en el laboratorio N°2.
Se Analizan los informes escritos, que se realizan durante la clase de laboratorio.
Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización del trabajo de laboratorio. Se llenan las Rúbricas.
Las rúbricas tienen el mismo esquema que las correspondientes al Trabajo experimental de laboratorio 1.
3. Segunda evaluación parcial. Evaluación sumativa. Heteroevaluación.

La segunda evaluación parcial incluye los resultados de aprendizaje N°2 y N°3.

Prueba escrita (parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

RESULTADO DE APRENDIZAJE 3: reconoce las propiedades de los gases, líquidos y sólidos y sus mezclas, para predecir las condiciones en que ocurren los cambios de fase y la transferencia de calor involucrada en los mismos, analizando los diagramas presión- temperatura y resolviendo problemas de calorimetría.

Actividades formativas

Fuera del aula: video de unidad N°5, N°6, N°7 Y N°8 en aula virtual. Autoevaluación en el aula virtual. Estudio por libro. En el aula:

Resolución en clase del TPN°7, N°8, N°9 y N°10.

Trabajo Experimental en el laboratorio N°3: recolección de gases sobre agua.

Actividad experimental diseñada para integrar conceptos de estequiometría, gases y soluciones.

Trabajo Experimental en el laboratorio N°4: soluciones.

Actividad experimental diseñada para fortalecer el procedimiento de preparación de soluciones e interpretar el proceso de solubilización. Se corrigen los informes de laboratorio para fortalecer conceptos, mejorar la redacción y detectar errores de cálculo.

Trabajo en contexto: La ingeniería comienza en casa 1. La factura del gas parte 1, parte 2 y parte 3.

Los trabajos en contexto consisten en resolución de actividades en grupo de problemas en contexto.

Evaluaciones del RA3

1. Autoevaluación formativa en aula virtual
2. Evaluación formativa Trabajos experimentales en el laboratorio N°3 y N°4.
Se Analizan los informes escritos, que se realizan durante la clase de laboratorio.
Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización del trabajo de laboratorio. Se llenan las Rúbricas.
Las rúbricas tienen el mismo esquema que las correspondientes al Trabajo experimental de laboratorio 1.
3. Evaluaciones formativas Trabajo en contexto: la ingeniería empieza en casa N°1, N°2 y N°3.
Se Analizan los informes escritos, que se realizan en clase presencial en grupos.
Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización del trabajo. Se llenan las Rúbricas.
4. Segunda evaluación parcial. Evaluación sumativa. Heteroevaluación.

La segunda evaluación parcial incluye los resultados de aprendizaje N°2 y N°3.

Prueba escrita (parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

Entre el RA2 y el RA3 completa el total de la evaluación.

Peso Del Criterio	Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
40%	Calcula las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química, aplicando correctamente conceptos de conservación de la materia, reactivo limitante, pureza y rendimiento. Discrimina sustancias puras de mezclas y predice los estados de agregación de sustancias ya estudiadas en el RA1.	Calcula las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química, aplicando correctamente conceptos de conservación de la materia, reactivo limitante, pureza y rendimiento. Discrimina sustancias puras de mezclas y predice los estados de agregación de sustancias ya estudiadas en el RA1.	Calcula las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química, aplicando correctamente conceptos de conservación de la materia y reactivo limitante, presenta algunos errores en cálculos de pureza y rendimiento. Discrimina sustancias puras de mezclas y predice los estados de agregación de sustancias ya estudiadas en el RA1.	Calcula las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química, aplicando correctamente conceptos de conservación de la materia. No interpreta el concepto de reactivo limitante, presenta algunos errores en cálculos de pureza y rendimiento. Discrimina sustancias puras de mezclas, no predice los estados de agregación de sustancias ya estudiadas en el RA1.	No puede calcular las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química. No interpreta el concepto de reactivo limitante, presenta errores en cálculos de pureza y rendimiento. No discrimina sustancias puras de mezclas, no predice los estados de agregación de sustancias ya estudiadas en el RA1.
30%	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, pero no menciona correctamente el material de laboratorio. describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no se entiende lo que quiere expresar, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.
30%	Predice los cambios de fases que pueden ocurrir en una sustancia pura y en una solución al cambiar variables como la temperatura o la presión.	Interpreta los cambios de fases que pueden ocurrir en una sustancia pura y en una solución al cambiar variables como la temperatura o la presión. Calcula de forma correcta la energía intercambiada durante esos cambios.	Interpreta los cambios de fases que pueden ocurrir en una sustancia pura y en una solución al cambiar variables como la temperatura o la presión con algunos errores. Calcula la energía intercambiada durante esos cambios con algunos errores o de forma incompleta.	No interpreta los cambios de fases que pueden ocurrir en una sustancia pura y en una solución al cambiar variables como la temperatura o la presión. Calcula la energía intercambiada durante esos cambios de forma incompleta. No identifica procesos endotérmicos y exotérmicos.	No interpreta los cambios de fases que pueden ocurrir en una sustancia pura y en una solución al cambiar variables como la temperatura o la presión. No calcula de forma correcta la energía intercambiada durante esos cambios.

Tabla 2. Criterios de evaluación de los Resultados de Aprendizaje 2 y 3.

RESULTADO DE APRENDIZAJE 4: identifica los factores que afectan el equilibrio químico y a la cinética química para aumentar el rendimiento y la velocidad de las reacciones químicas utilizadas en los procesos industriales, analizando las constantes experimentales de velocidad y de equilibrio y el principio de Le Chatelier.

Actividades formativas

Fuera del aula: video de unidades N°9 y N°10 en aula virtual. Autoevaluación en el aula virtual. Estudio por libro.

En el aula: resolución en clase del TPN°11, N°12 y N°13.

Trabajo Experimental en el laboratorio N°5: calidad del agua. Determinación del pH.

Actividad experimental diseñada como una pequeña investigación guiada que aborda un problema común a las ingenierías como el tratamiento de efluentes.

Evaluaciones del RA4

1. Autoevaluación formativa en aula virtual
2. Evaluación formativa Trabajo experimental en el laboratorio N°5
Se Analizan los informes escritos, que se realizan durante la clase de laboratorio.
Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización del trabajo de laboratorio. Se llenan las Rúbricas.
Las rúbricas tienen el mismo esquema que las correspondientes al Trabajo experimental de laboratorio 1.
3. Evaluación global. Evaluación sumativa. Heteroevaluación.

La evaluación global incluye los resultados de aprendizaje N°4 y N°5.

Prueba escrita (parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

RESULTADO DE APRENDIZAJE 5: interpreta los procesos electroquímicos para aplicarlos en las celdas galvánicas y en la electrólisis, calculando los potenciales de las semirreacciones redox y las relaciones cuantitativas entre electricidad y materia.

Actividades pedagógicas

Fuera del aula: video de unidad N°11 en aula virtual. Autoevaluación en el aula virtual. Estudio por libro.

En el aula:

Resolución en clase del TPN°14.

Trabajo Experimental en el laboratorio N°6: electroquímica.

Actividad experimental diseñada para identificar pilas y celdas electrolíticas.

Trabajo en contexto. La ingeniería comienza en casa 4: corrosión por tensión. Realización de una actividad en la casa de cada alumno referida a la corrosión por tensión, cuestión importante en la ingeniería. Comparación y discusión de los resultados en grupos en aula.

Evaluaciones del RA5

1. Autoevaluación formativa en aula virtual
2. Evaluación formativa Trabajo experimental en el laboratorio N°6
Se Analizan los informes escritos, que se realizan durante la clase de laboratorio.
3. Evaluación formativa La ingeniería comienza en casa 4. Se Observan las competencias tecnológicas y sociales que se desarrollan durante la realización de la actividad. Se llenan las Rúbricas.
Las rúbricas tienen el mismo esquema que las correspondientes al Trabajo experimental de laboratorio 1.
4. Evaluación global. Evaluación sumativa. Heteroevaluación.

La evaluación global incluye los resultados de aprendizaje N°4 y N°5.

Prueba escrita (parte objetiva, análisis de producciones teórica- prácticas desarrolladas por alumnos y parte de resolución de problemas).

Peso Del Criterio	Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Regular	Deficiente
40%	Identifica reacciones químicas completas y reacciones químicas incompletas. Calcula el rendimiento de reacciones que alcanzan el equilibrio, Predice los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas y en el rendimiento de estas. Interpreta correctamente el principio de Le Chatelier.	Identifica reacciones químicas completas y reacciones químicas incompletas. Calcula el rendimiento de reacciones que alcanzan el equilibrio, Predice los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas y en el rendimiento de estas. Interpreta correctamente el principio de Le Chatelier.	Identifica reacciones químicas completas y reacciones químicas incompletas. Calcula el rendimiento de reacciones que alcanzan el equilibrio, tiene algunos errores en cálculos que involucran gases y soluciones. Predice los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas y en el rendimiento de estas. Interpreta con algunos errores el principio de Le Chatelier.	Identifica reacciones químicas completas y reacciones químicas incompletas. Calcula el rendimiento de reacciones que alcanzan el equilibrio, pero no llega a resultados satisfactorios, Confunde los factores que influyen en la velocidad de las reacciones con los que influyen en el rendimiento de estas. Interpreta con errores el principio de Le Chatelier.	No identifica reacciones químicas completas y reacciones químicas incompletas. No puede calcular el rendimiento de reacciones que alcanzan el equilibrio, Confunde los factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas con los que influyen en el rendimiento de estas. No interpreta correctamente el principio de Le Chatelier.
30	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe de forma concisa una experiencia de laboratorio, sin errores de redacción, pero no menciona correctamente el material de laboratorio. describe alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describir alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.	Describe la experiencia de laboratorio, pero con errores de redacción, no se entiende lo que quiere expresar, no menciona correctamente el material de laboratorio. No puede describir alguna conclusión relevante que haya obtenido con relación a la carrera que está estudiando.

30%	Identifica los procesos electroquímicos espontáneos. Realiza cálculos referidos a cantidad de electricidad y materia. Reconoce la importancia de los procesos electroquímicos en la ingeniería.	Identifica los procesos electroquímicos espontáneos. Realiza cálculos referidos a cantidad de electricidad y materia. Reconoce la importancia de los procesos electroquímicos en la ingeniería.	Identifica los procesos electroquímicos espontáneos. Realiza cálculos referidos a cantidad de electricidad y materia con algunos errores. Reconoce la importancia de los procesos electroquímicos en la ingeniería.	Identifica los procesos electroquímicos espontáneos. Realiza cálculos referidos a cantidad de electricidad y materia con algunos errores. No interpreta correctamente reacciones redox sencillas. No interpreta procesos electrolíticos.	Identifica los procesos electroquímicos espontáneos. No puede realizar cálculos referidos a cantidad de electricidad y materia. No interpreta correctamente reacciones redox sencillas. No interpreta procesos electrolíticos.
Puntaje		9 -10	6-8	4-5	1-3

Tabla 3. Criterios de evaluación de los Resultados de Aprendizaje 4 y 5.

Conclusiones

La elaboración de la planificación implica realizar un conjunto de actividades de aprendizaje relacionadas entre sí, que contribuyan a que los estudiantes adquieran herramientas para poder resolver problemas de ingeniería. La cantidad de problemas en contexto que se pueden analizar desde el punto de vista “químico” es muy grande, el desafío consiste en lograr una planificación que promueva el desarrollo de competencias sin excederse respecto al tiempo que disponen los alumnos para realizar las actividades propuestas.

Referencias

Bancayán Oré,C. (2013). “Operacionalización de la taxonomía de Anderson y Krathwohl para la docencia universitaria”, PAIDEIA XXI, Vol. 3, (Nº 4) 109-119.

Kowalski, V et al (2017). Avances en el modelo operativo para el diseño de asignaturas orientadas a la formación por competencias en ingeniería, Universidad de Misiones.

Los inicios en la comunicación en matemática de alumnos de Álgebra y Geometría Analítica

The beginnings in the communication in mathematics of students of Algebra and Analytical Geometry

Marta Graciela Caligaris

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

María Rosa Romiti

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

Hernan Alfredo Martínez

Facultad Regional San Nicolás - Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
hmartinez@frsn.utn.edu.ar

Resumen

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina ha detallado las competencias que deberá desarrollar el ingeniero argentino durante su formación. En la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, se ha tenido en cuenta particularmente, dentro de las competencias genéricas, la de comunicarse con efectividad. Así, se propuso como uno de sus objetivos indagar si los estudiantes pueden lograr una comunicación eficiente utilizando gráficos, el lenguaje natural o el lenguaje simbólico, al analizar un resultado o un texto matemático.

En este trabajo se muestra cómo los alumnos se comunicaron en forma escrita, durante el primer semestre de 2023. Se presentan las tareas trabajadas, analizando los errores cometidos y se discute un video, como recurso asincrónico, en el que se exponen, además, ejemplos de la forma correcta de llevar a cabo las distintas actividades.

Palabras clave: competencia comunicacional, Álgebra y Geometría Analítica, registros semióticos

Abstract

The Federal Council of Deans of Engineering of the Argentine Republic has detailed the competencies that the Argentine engineer must develop during his training. In the chair of Algebra and Analytical Geometry of Industrial Engineering of the Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, particular consideration has been given, within the generic competences, to communicate effectively. Thus, one of its proposed objectives was to investigate whether students can achieve efficient communication using graphics, natural language or symbolic language, when analyzing a result or a mathematical text.

This paper shows how the students communicated in written form, during the first semester of 2023. The worked tasks are presented, analyzing the made mistakes and a video is discussed, as an asynchronous resource, in which examples of the correct way to carry out the different activities are also displayed.

Keywords: communicational competence, Algebra and Analytical Geometry, semiotic registers

Introducción

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) ha detallado las competencias que deberá desarrollar el ingeniero argentino durante su formación, enfatizando el hecho de que los alumnos no sólo deben saber los contenidos sino también “saber hacer” y “saber ser”. Entre estas competencias se encuentra la competencia para comunicarse con efectividad, que requiere la articulación de distintas capacidades: los alumnos deben ser capaces, entre otras cosas, de utilizar y articular de manera eficaz distintos registros (gráfico, natural y simbólico) para comunicar proposiciones matemáticas o textos técnicos y usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación (CONFEDI, 2014).

La competencia matemática se define como la capacidad de utilizar de manera efectiva conocimientos, habilidades y actitudes relacionados con la matemática en diversos contextos (Niss et al., 2011). Entre las diversas competencias propuestas por Niss, se encuentran la de comunicarse en, con y sobre la matemática y la de manipular los símbolos y el formalismo matemático, que incluye la habilidad de entender el lenguaje matemático simbólico y formal y su relación con el lenguaje natural, así como también la traducción entre ambos. (Niss, 2003).

Teniendo en cuenta la formación de la competencia para comunicarse con efectividad, se propuso como uno de los objetivos de la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica de Ingeniería Industrial de la Facultad Regional San Nicolás de la Universidad Tecnológica Nacional, indagar si los estudiantes pueden comunicar con efectividad un enunciado, resultado o texto matemático considerando tres registros de representación semiótica cuando el enunciado está expresado con predominio simbólico, que es el lenguaje propio de la Matemática. Los registros considerados para la confección de las actividades, considerando la teoría de registros de representación semiótica (Duval, 2004), son los mismos que se han definido en trabajos previos, vinculados a Análisis Matemático I (Romiti et al., 2014; Caligaris et al., 2019):

- Registro gráfico: contempla representaciones en un sistema de coordenadas cartesianas ortogonales y bocetos informales que prescindan de un sistema de referencia.
- Registro natural: se lo asocia a la lengua materna, primera lengua que una persona aprende y que se emplea como modo de expresión habitual en los diversos ámbitos de la vida corriente, para realizar descripciones, explicaciones, argumentaciones o deducciones, con el objetivo de comunicarse. Puede emplearse en forma oral o escrita, considerándose esta última en el presente trabajo.
- Registro simbólico: la Matemática se apoya en un lenguaje simbólico formal, a veces denominado algebraico, que sigue una serie de convenciones propias. Los símbolos pueden considerarse objetos con valor propio y representan un concepto, una operación o una entidad matemática, según ciertas reglas.

En este trabajo se muestra cómo los alumnos se comunicaron en forma escrita, durante el primer cuatrimestre de 2023. Se presentan las tareas trabajadas, analizando los errores cometidos y se discute un video, como recurso asincrónico, en el que se comentan los errores más frecuentes y se exponen, además, ejemplos de la forma correcta de llevar a cabo las distintas actividades.

Desarrollo

A modo de integración de capacidades y actitudes que el estudiante debe desarrollar en el transcurso de su formación, la asignatura Álgebra y Geometría Analítica de la especialidad industrial de la FRSN, tiene como meta principal que el alumno adquiera una sólida formación en el Álgebra y en la Geometría Analítica para resolver problemas relacionados con el diseño, planificación y posterior comunicación de proyectos productivos mediante la utilización de herramientas matemáticas. Por esto se propuso trabajar desde el inicio y durante todo el año con actividades en las que los estudiantes tengan que comunicar un resultado o proposición en distintos registros de representación semiótica, sin dejar de lado los saberes ya que las competencias movilizan, es decir, ponen a disposición, diferentes saberes (Perrenoud, 2008).

Para la experiencia se consideró a aquellos estudiantes que realizaron la totalidad de las instancias de evaluación y completaron el primer cuatrimestre de 2023. Así, se analizó el desempeño de 21 alumnos en una evaluación diagnóstica en la unidad de vectores, previo al primer parcial de la asignatura, una evaluación del tema vectores y por último una evaluación acerca de recta y plano.

Se llevaron a cabo tres instancias evaluativas, con dos consignas por registro, mediante cuestionarios de respuestas abiertas, de tipo autoadministrados, ya que se les proporcionó directamente a los alumnos, quienes los contestaron sin intermediarios (Hernández Sampieri et al., 2003).

Luego de cada evaluación, se realizaron actividades de refuerzo similares a las evaluadas, en los tres registros, natural, gráfico y simbólico, y se analizaron los errores cometidos. Además, se han mostrado a los alumnos videos en los que se explicaba en primer lugar cuál era la respuesta esperada para cada consigna; y en segundo lugar ejemplos particulares para casos en que las respuestas se hubieran considerado insatisfactorias, poco satisfactorias o satisfactorias, haciendo hincapié principalmente en los errores más comunes que se suelen cometer en la resolución de cada consigna. Se puede acceder al video generado luego de la evaluación diagnóstica, a través del enlace <https://youtu.be/muMFqL0ZTs8> o con el código QR que se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Código que permite acceder al video de análisis de la evaluación diagnóstica

Resultados y discusión

A continuación, se presentan en la Figura 2, los enunciados de la evaluación diagnóstica correspondiente al contenido vectores geométricos y en la Figura 3 los enunciados de la evaluación de recta y plano.

- 1) Considerar la expresión: $\forall \vec{u} \in V_3, \exists (-\vec{u}) \in V_3 \mid \vec{u} + (-\vec{u}) = \vec{0}$. Expresar *con tus palabras*:
 - a) Las características que presenta $-\vec{u}$ si se lo compara con \vec{u} , y cómo se lo denomina.
 - b) Qué es lo que enuncia la misma.
- 2) Suponer que se conoce que $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ y $(\vec{a}; \vec{b}) = 30^\circ$, con $\vec{a}, \vec{b} \in V_2$. Representar *de manera gráfica*:
 - a) Alguna posibilidad para los vectores \vec{a} , \vec{b} y \vec{c} .
 - b) El vector $\vec{d} = \frac{1}{2}\vec{a} - 3\vec{b}$.
- 3) Se tienen los vectores $\vec{a}, \vec{b} \in V_2$ que cumplen que $(\vec{a}; \vec{b}) = 90^\circ$. Expresar *de manera simbólica*:
 - a) El valor de $|\vec{a} + \vec{b}|$.
 - b) Al vector \vec{x} en función (CL) de \vec{b} si $(\vec{b}; \vec{x}) = 180^\circ$.

Figura 2. Enunciados de la evaluación diagnóstica

1) Leer atentamente las siguientes proposiciones:

A: Si $\delta_1) 3x - 4y - 6 = 0$ y $\delta_2) -6x + 8y + 1 = 0$ entonces $\delta_1 // \delta_2$

B: $\pi) \begin{cases} x = 1 + 2\alpha - 3\beta \\ y = 3 + 2\alpha + \beta \\ z = 4 - \alpha \end{cases} \alpha, \beta \in \mathbb{R} \Leftrightarrow \pi) x + 3y + 8z - 42 = 0$

Se pide, utilizar *lenguaje simbólico* para:

- En A: Probar la posición entre ellas, y calcular $d(\delta_1; \delta_2)$.
- En B: Realizar los cálculos necesarios para mostrar que la forma general corresponde a la forma paramétrica del mismo plano.

2) Leer atentamente las siguientes proposiciones:

A: Si $\delta_1) 4x - 3y + 5 = 0 \quad t \in \mathbb{R}$, se busca $\delta_2 \perp \delta_1$ tal que $P(2; -1) \in \delta_2$

B: Si $\delta) \begin{cases} x = 1 + 2t \\ y = 3 + 3t \\ z = 2 - t \end{cases} t \in \mathbb{R} \quad \delta \cap \text{plano } xy?$

Se pide, explicar *con tus palabras*:

- En A: cómo se busca la ecuación de δ_2 en cualquiera de sus formas.
- En B: los pasos que se deben seguir para resolver la pregunta planteada.

3) Sean las rectas:

Del espacio: $\delta) \begin{cases} 4x + 2z - 8 = 0 \\ x = 0 \end{cases}$

Del plano: $\delta_1) y = \frac{2}{3}x + 4$ y $\delta_2 // \delta_1$ con $O(0,0) \in \delta_2$

Se pide, representar *gráficamente*:

- La recta en el espacio, mostrándola como intersección entre dos planos.
- Ambas rectas del plano en el mismo sistema de coordenadas cartesianas.

Figura 3. Enunciados de la evaluación acerca de recta y plano

En el análisis de resultados se clasificó el desempeño de los alumnos de la siguiente manera en cada instancia evaluada: satisfactorio (S), cuando realiza la actividad solicitada en forma completa y correcta en su totalidad, parcialmente satisfactorio (PS), cuando realiza la mitad o más de la actividad solicitada en forma correcta e insatisfactorio (I), cuando resuelve en forma incorrecta la totalidad o la mayoría de la actividad, o entrega en blanco.

Se muestra en la Tabla 1 el criterio con que se evaluó el grado de desempeño en la comunicación del contenido utilizando el registro gráfico.

Satisfactorio	Parcialmente satisfactorio	Insatisfactorio
Representa gráficamente en forma correcta ambas consignas.	Representa gráficamente en forma correcta alguna de las dos consignas y la otra con errores no muy graves.	Representa incorrectamente ambas consignas o no responde.

Tabla 1. Criterio de evaluación del desempeño en la comunicación en el registro gráfico

En la Tabla 2 se presenta el criterio con que se evaluó la comunicación utilizando el registro natural y en la Tabla 3, el simbólico.

Satisfactorio	Parcialmente satisfactorio	Insatisfactorio
Redacta en palabras correctamente ambas consignas.	Redacta ambas consignas con predominio del lenguaje natural pero utiliza algunos términos inadecuados.	Redacta expresiones sin un sentido matemático preciso, lo vuelve a expresar con predominio simbólico o no responde.

Tabla 2. Criterio de evaluación del desempeño en la comunicación en el registro natural

Satisfactorio	Parcialmente satisfactorio	Insatisfactorio
Escribe correctamente en símbolos ambas consignas.	Redacta correctamente en símbolos alguna de las consignas, pero no en forma genérica o no utiliza símbolos que nombró previamente	Escribe expresiones sin un sentido matemático preciso, utiliza símbolos desconocidos o no responde.

Tabla 3. Criterio de evaluación del desempeño en la comunicación en el registro simbólico

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las producciones de los estudiantes. En la Figura 4 se muestra el gráfico de un alumno que inicialmente toma dos vectores y que al sumarlos no respeta ni su módulo ni su dirección. Es un ejemplo de comunicación insatisfactoria en el registro gráfico. En la Figura 5 se presenta un resultado satisfactorio en este registro.

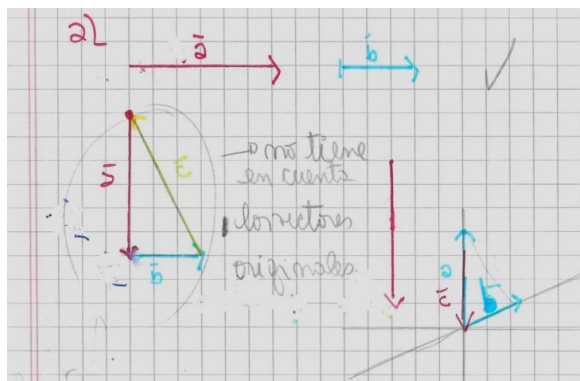


Figura 4. Ejemplo de comunicación insatisfactoria en el registro gráfico

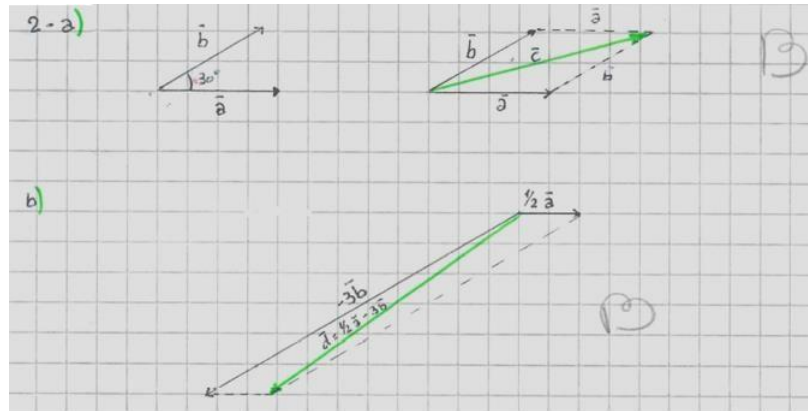


Figura 5. Ejemplo de comunicación satisfactoria en el registro gráfico

En la Figura 6 se muestra un resultado parcialmente satisfactorio de un alumno comunicando en registro natural, explicando cuándo el producto vectorial se anula. En la Figura 7 se presenta un resultado satisfactorio en este registro.

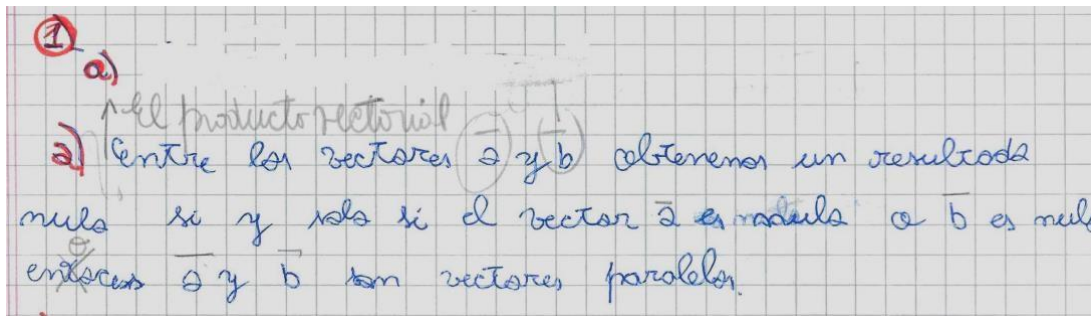


Figura 6. Ejemplo de comunicación parcialmente satisfactoria en el registro natural

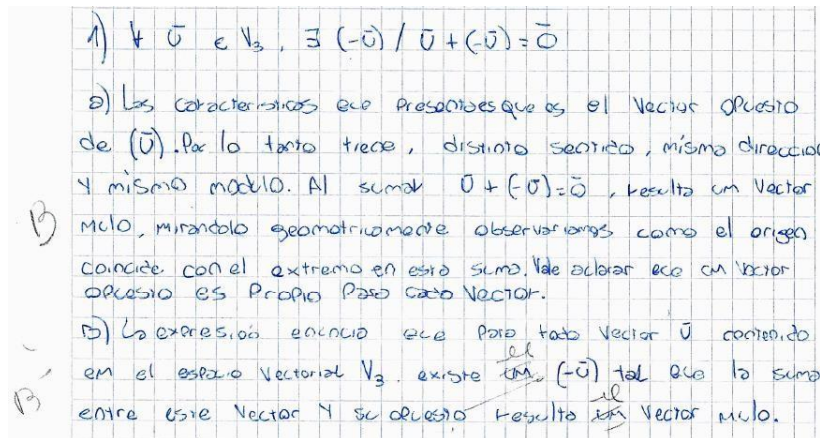


Figura 7. Ejemplo de comunicación satisfactoria en el registro natural

En la Figura 8 se muestra un resultado insatisfactorio en la comunicación simbólica. El alumno se expresa sin sentido matemático igualando el módulo de un vector a la suma de pares ordenados.

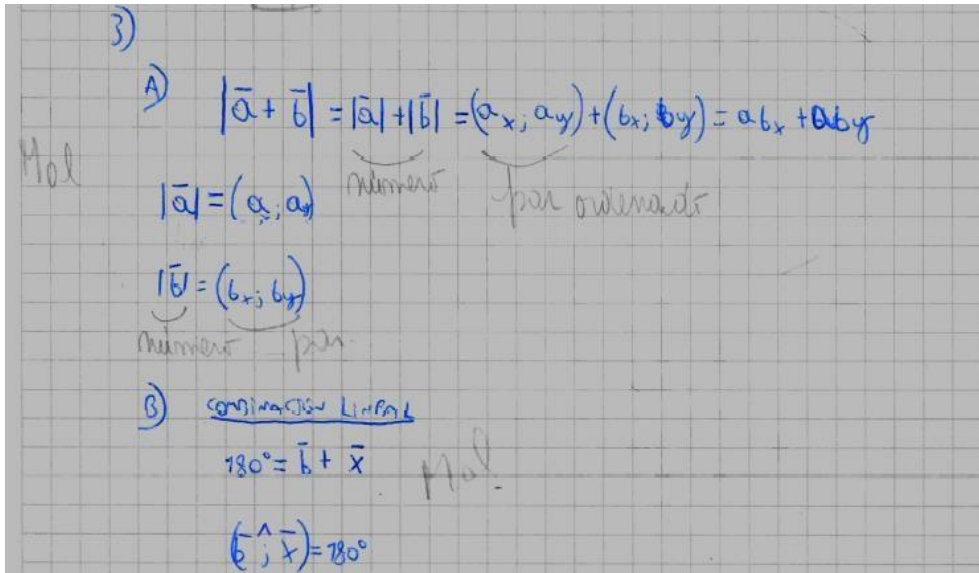


Figura 8. Ejemplo de comunicación insatisfactoria en el registro simbólico

Teniendo en cuenta el objetivo de la investigación: indagar si los estudiantes pueden comunicar con efectividad un enunciado, resultado o texto matemático, se muestra en la Figura 9 el análisis comparativo de los resultados obtenidos en las tres evaluaciones y en cada uno de los registros. En la figura, el color rojo indica que los resultados fueron insatisfactorios, el color amarillo simboliza que los resultados fueron parcialmente satisfactorios y el color verde indica que los resultados fueron satisfactorios. Para cada registro se muestran los resultados de la evaluación diagnóstica, la evaluación sobre vectores y la evaluación acerca de recta y plano, respectivamente.

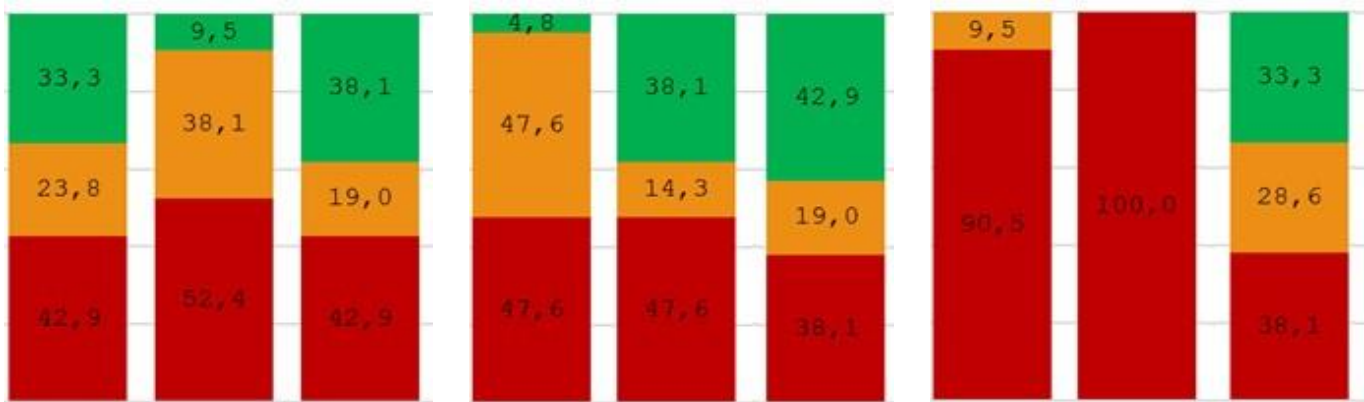


Figura 9. Distribución de los alumnos según su desempeño en la comunicación en los distintos registros

En el diagnóstico se puede ver que comunicando en el registro simbólico fue en donde se obtuvo el peor resultado, casi la totalidad de los estudiantes realizó mal la actividad (90,5%), aunque en los otros registros los resultados también fueron desalentadores, rondando el 50 % de desaprobados. Esto reflejó un claro panorama del gran trabajo que se tendría por delante para intentar revertir la situación. Se trabajó intensamente con las mismas actividades evaluadas mostrando los errores cometidos y discutiendo cómo era la forma correcta de resolverlas. Se solicitó que volvieran a entregarlas para corregirlas y además se brindaron otras similares pero muy pocos alumnos las entregaron.

En la siguiente instancia de evaluación los resultados no variaron demasiado por lo que se decidió insistir en la forma de trabajar, pero en esta oportunidad se realizó además un video donde se mostraron nuevamente los errores y cómo se resuelven las actividades correctamente. Se Pudo observar que algunos alumnos asistían a clase con capturas del video y anotaciones en los márgenes tomados del mismo y de las explicaciones diarias (Figura 10).

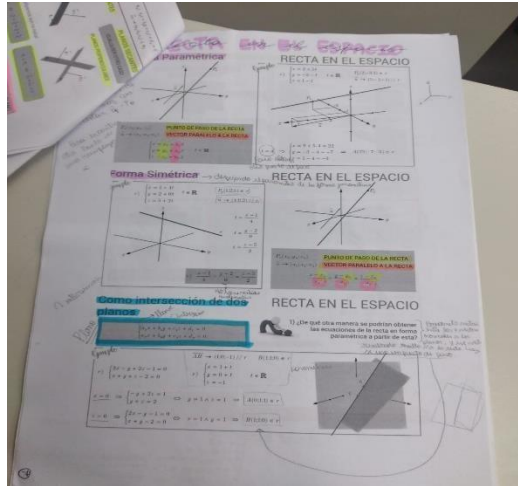


Figura 10. Capturas de video por parte de alumnos y sus anotaciones

En la evaluación de los temas “recta y plano” se empezaron a observar mejores resultados. La comunicación en el registro simbólico que casi la totalidad había desaprobado, ahora lo aprobó la mayoría. La comunicación en el registro natural también tuvo una leve mejoría.

En cambio, comunicando en el registro gráfico da el mismo porcentaje en el diagnóstico que en la última evaluación. Si bien la mayoría (57,1%) aprobó esta instancia, es muy alto el porcentaje de desaprobados (42,9%). Esto claramente relacionado con gráficos en el espacio, que les trae mayores dificultades.

Conclusiones

Los autores de este trabajo creen que trabajando de la manera descrita, y paulatinamente, se fortalecerá la comunicación de proposiciones y textos técnicos. Está previsto seguir trabajando de manera similar durante el segundo cuatrimestre, pero incorporando proposiciones matemáticas relacionadas con la ingeniería, es decir que puedan movilizar saberes de forma adecuada y en el momento oportuno y en una situación similar a una de trabajo.

Se ha observado que la comunicación en un determinado registro también depende del saber que se está evaluando. No tiene la misma dificultad representar gráficamente una recta en el espacio que un plano o superficie. Con esto se quiere decir que hay que trabajar con la misma intensidad en todos los registros a lo largo del año. Los buenos desempeños obtenidos en la comunicación en un determinado registro pueden no sostenerse al cambiar de contenido.

Referencias

Caligaris, M.G., Schivo, M.E. y Romiti, M.R. (2019). "Communication competence in Mathematics: Analysis of the evolution of Calculus student skills throughout their freshmen year". *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18 [4], 49-62.

CONFEDI. (2014). *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad FASTA Ediciones.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Cali: Universidad del Valle.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw Hill.

Niss, M. (2003). "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project", *Proceedings of the Third Mediterranean Conference on Mathematics Education*, Atenas, Grecia, 3 al 5 de enero, 115-124.

Niss, M. & Hojgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning. Ideas and Inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*, English Edition, Roskilde University, Roskilde. 6-7.

Perrenoud P. (2008). "Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?", *Red U. Revista de Docencia Universitaria*, 1-8.

Romiti, M.R., Sgreccia, N. y Caligaris, M.G. (2014) "Preferencia de registros de representación en el concepto de límite de funciones de alumnos de primer año de Ingeniería". *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27, 1107-1115.

Análisis de la comunicación en matemática mediante una rúbrica diseñada ad hoc

Analysis of communication in mathematics through a rubric designed ad hoc

Marta Caligaris

GIE – Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional
mcaligaris@frsn.utn.edu.ar

Georgina Rodríguez

GIE – Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional
grodriguez@frsn.utn.edu.ar

Adriana Favieri

Facultad Regional Haedo – Universidad Tecnológica Nacional
adriana.favieri@gmail.com

Milton Martín

Facultad Regional Paraná – Universidad Tecnológica Nacional
miltonm@frp.utn.edu.ar

Lucas Maggiolini

Facultad Regional Paraná – Universidad Tecnológica Nacional
lmaggiolini@frp.utn.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta la aplicación de una rúbrica diseñada específicamente para evaluar la comunicación en matemática en carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional. Esta iniciativa forma parte de un proyecto de investigación centrado en la educación en ingeniería, en colaboración con las sedes regionales de San Nicolás, Paraná y Haedo. La rúbrica desarrollada ofrece una descripción detallada de los criterios de evaluación y los niveles de desempeño esperados en la evaluación de ejercicios donde los estudiantes deben expresar sus ideas de forma escrita, abarcando diversos aspectos de la comunicación matemática. En este artículo, se presentan los resultados obtenidos en el contexto de las asignaturas de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado (FRSN), y Análisis Matemático I y II (FRP).

Palabras clave: comunicación, rúbrica, matemática, ingeniería

Abstract

This paper presents the use of a rubric for assessing mathematical communication in engineering programs at National Technological University. Collaboration between the regional campuses of San Nicolás, Paraná, and Haedo is part of a research project focused on engineering education. A rubric has been developed for evaluating exercises where students express their ideas in written form, covering various aspects of mathematical communication. The article shows results obtained in the context of Numerical Analysis and Advanced Calculus (FRSN), and Calculus I and II (FRP).

Keywords: communication, rubric, mathematics, engineering

Introducción

La competencia matemática se define como la capacidad de utilizar de manera efectiva conocimientos, habilidades y actitudes relacionados con la matemática en diversos contextos. Esta habilidad implica comprender, evaluar, aplicar y aprovechar las herramientas matemáticas en situaciones tanto dentro como fuera del ámbito matemático. En otras palabras, implica la capacidad de utilizar y adaptar conceptos y métodos matemáticos en diferentes situaciones en las que la matemática desempeñan un papel importante o podría ser relevante (Niss et al., 2011).

Mogens Niss (2003) propone una clasificación de ocho competencias matemáticas que se agrupan en dos categorías distintas. El primer grupo se centra en la capacidad de formular y responder preguntas en el contexto de la matemática. El segundo se relaciona con la habilidad de utilizar el lenguaje matemático y las herramientas adecuadas. Específicamente, la competencia denominada "Comunicarse en, con y sobre matemática" abarca dos aspectos fundamentales. Por un lado, implica la habilidad de comprender y analizar afirmaciones matemáticas realizadas por otros, ya sea de forma oral, escrita u otra. Por otro lado, implica la habilidad de expresarse matemáticamente de diversas formas, permitiendo así una comunicación efectiva en el ámbito de la matemática.

En el presente trabajo se presenta la implementación de una rúbrica diseñada específicamente para evaluar la comunicación matemática en carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional. La rúbrica proporciona una descripción exhaustiva de los criterios de evaluación y los niveles de desempeño esperados al evaluar ejercicios donde los estudiantes deben expresarse por escrito, abarcando diversos aspectos de la comunicación, como la claridad, la organización, la precisión y el uso adecuado del lenguaje matemático, entre otros. A modo de ejemplos, se han seleccionado las asignaturas de Análisis Matemático I y Análisis Matemático II de la Facultad Regional Paraná, así como Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de la Facultad Regional San Nicolás.

Desarrollo

Las competencias matemáticas, así como otras habilidades, se desarrollan y fortalecen con el tiempo. Es un proceso gradual que comienza en las asignaturas de matemática y se profundiza aún más en las materias especializadas a lo largo de la carrera. Al diseñar actividades para diferentes asignaturas de matemática, es crucial considerar la capacidad de comunicación de los estudiantes, junto con otras habilidades necesarias. Esto implica que los estudiantes deben ser capaces de analizar, razonar y comunicar sus ideas, empleando sus conocimientos previos, tales como conceptos teóricos, procedimientos y algoritmos.

La competencia de "comunicación en, con y sobre matemática" está estrechamente relacionada con las competencias de "representación de entidades matemáticas" y "manipulación de símbolos y formalismo matemático". Para abordar estas tres competencias matemáticas, se ha diseñado una única rúbrica que evalúa la habilidad de comunicarse de manera efectiva en el contexto de la matemática. A continuación, se presenta dicha rúbrica junto con los resultados obtenidos al aplicarla en diferentes asignaturas.

Rúbrica para evaluar la Habilidad para Comunicar Eficazmente en Matemática

La Habilidad para Comunicar Eficazmente en Matemática se define como la capacidad de expresar razonamientos y argumentaciones matemáticas utilizando el lenguaje simbólico apropiado, para poder evaluar la comunicación plasmada en las producciones de los estudiantes (Favieri et al, 2022a). Esta habilidad implica distintas acciones, entre ellas:

- Desarrollar la resolución utilizando los símbolos matemáticos adecuados
- Explicar y justificar los procedimientos realizados utilizando lenguaje matemático
- Escribir los resultados y/o respuestas en lenguaje matemático

- Fundamentar los resultados y/o respuestas

En la Tabla 1 se presenta la rúbrica diseñada (Favieri et al, 2022a).

Criterios			
Desarrolla la resolución utilizando los símbolos matemáticos adecuados	El desarrollo de la resolución está completo y el uso de los símbolos matemáticos es incorrecto o presenta muchas omisiones.	El desarrollo de la resolución está completo pero el uso de símbolos matemáticos presenta errores u omisiones.	El desarrollo de la resolución está completo y el uso de símbolos matemáticos es correcto.
Explica y justifica los procedimientos realizados utilizando lenguaje matemático	En la resolución no se observan explicaciones y/o justificaciones escritas en forma correcta y con el lenguaje matemático apropiado	En la resolución se observan algunas explicaciones y/o justificaciones escritas en forma correcta y con el lenguaje matemático apropiado	En la resolución se observan todas explicaciones y/o justificaciones escritas en forma correcta y con el lenguaje matemático apropiado
Escribe los resultados y/o respuestas en lenguaje matemático	Las respuestas a la actividad o problemas matemáticos no están escritas correctamente utilizando tanto el lenguaje matemático como el coloquial o hay ausencia de ellas.	Algunas respuestas a la actividad o problemas matemáticos están escritas correctamente utilizando tanto el lenguaje matemático como el coloquial.	Todas las respuestas a la actividad o problemas matemáticos están escritas correctamente utilizando tanto el lenguaje matemático como el coloquial.
Fundamenta los resultados y/o respuestas	Ninguna de las respuestas está justificada correctamente haciendo alusión a los conceptos matemáticos utilizados en la resolución.	Algunas respuestas están justificadas correctamente haciendo alusión a los conceptos matemáticos utilizados en la resolución.	Todas las respuestas están justificadas correctamente haciendo alusión a los conceptos matemáticos utilizados en la resolución.
Niveles	Debe mejorar	Satisfactorio	Avanzado

Tabla 1. Rúbrica para evaluar la habilidad para comunicar eficazmente en matemática.

La rúbrica se utilizó por primera vez en la asignatura Matemáticas Aplicadas a la Aeronáutica, de la Facultad Regional Haedo (Favieri et al., 2022b). A continuación, se presentan las actividades propuestas y los resultados obtenidos al aplicar la rúbrica en diferentes asignaturas de la Facultad Regional Paraná y la Facultad Regional San Nicolás.

Asignatura Análisis Matemático I

En esta asignatura, de las carreras de Ingeniería dictadas en la Facultad Regional Regional Paraná, se analizaron resultados del último parcial del año 2022 y el primero del 2023. El ejercicio del primer parcial del ciclo lectivo 2023 analizado, se muestra en la Figura 1.

Dada la función $f(x) = a^x$, con $a > 1$:

- Realice un gráfico aproximado, completando la imagen de los siguientes puntos: $P(0; \dots)$, $P(1; \dots)$ y $P(-1; \dots)$.
- Determine dominio y rango.
- Defina función inversa.
- Encuentre la inversa de $f(x)$ y grafique en el mismo sistema de ejes.

Figura 1. Enunciado de un ejercicio del primer parcial 2023 de Análisis Matemático I.

Este ejercicio fue resuelto por el 64% de los estudiantes de la especialidad electrónica, el 76% de los estudiantes de la especialidad electromecánica y casi el 90% de los estudiantes de la especialidad civil. En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos al tabular la información de los ejercicios resueltos, considerando los criterios de evaluación establecidos y los niveles de dominio. En la figura, el color rojo indica que los estudiantes necesitan mejorar en ese criterio, el color amarillo simboliza que el criterio se alcanzó a un nivel satisfactorio y el color verde indica que se logró el criterio a un nivel avanzado. Un detalle a tener en cuenta en este análisis, es que el estudiante que rinde el primer parcial es, en líneas generales, un estudiante que ingresa al sistema universitario. La gran mayoría de los ingresantes no dispone de herramientas para comunicarse en matemática con efectividad, o si las dispone, las mismas están reducidas a la interpretación de simbología asociada en general.

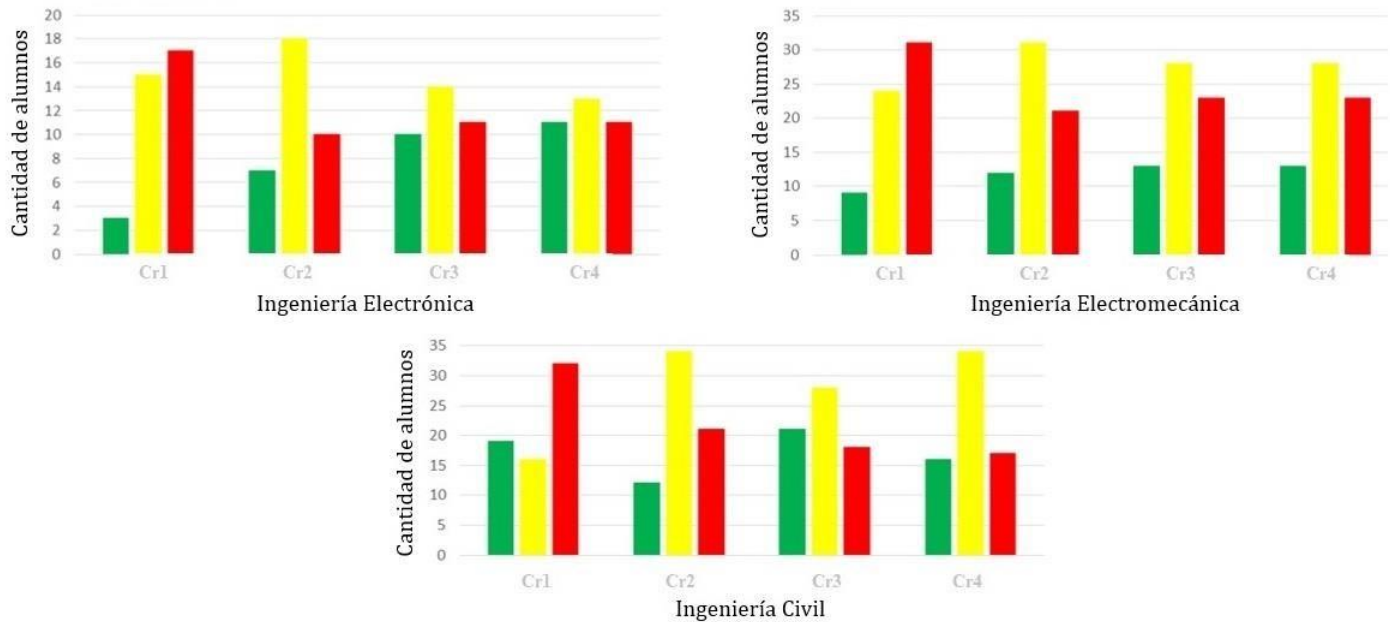


Figura 2. Resultados obtenidos para un ejercicio del primer parcial 2023 de AM I.

El ejercicio del último parcial del ciclo lectivo 2022 analizado se muestra en la Figura 3.

- a. Enuncie el teorema del valor medio del cálculo integral.
- b. Realice su interpretación geométrica para una función positiva.
- c. Aplique el teorema, si es posible, a la función $y = x^2+2$ en el intervalo $[0,2]$ y calcule el valor de $x = c$ que lo verifica.

Figura 3. Enunciado de un ejercicio del último parcial 2022 de Análisis Matemático I.

Este ejercicio fue resuelto por el 50% de los alumnos de las especialidades electrónica y electromecánica y por el 67% de los alumnos de la especialidad civil. Los resultados obtenidos en los ejercicios evaluados se muestran en la Figura 4, con la misma asignación de colores.

Los datos aquí mostrados corresponden al último de los parciales del año, restando solamente instancias de recuperación, por ello es que la muestra obtenida corresponde a casi la totalidad de los estudiantes que finalizaron la cursada. En el camino existe un fuerte abandono, propio de un primer año de cualquier carrera de grado, el mismo ronda el 50% de la población inscripta a la cursada que efectivamente asistió a la asignatura.

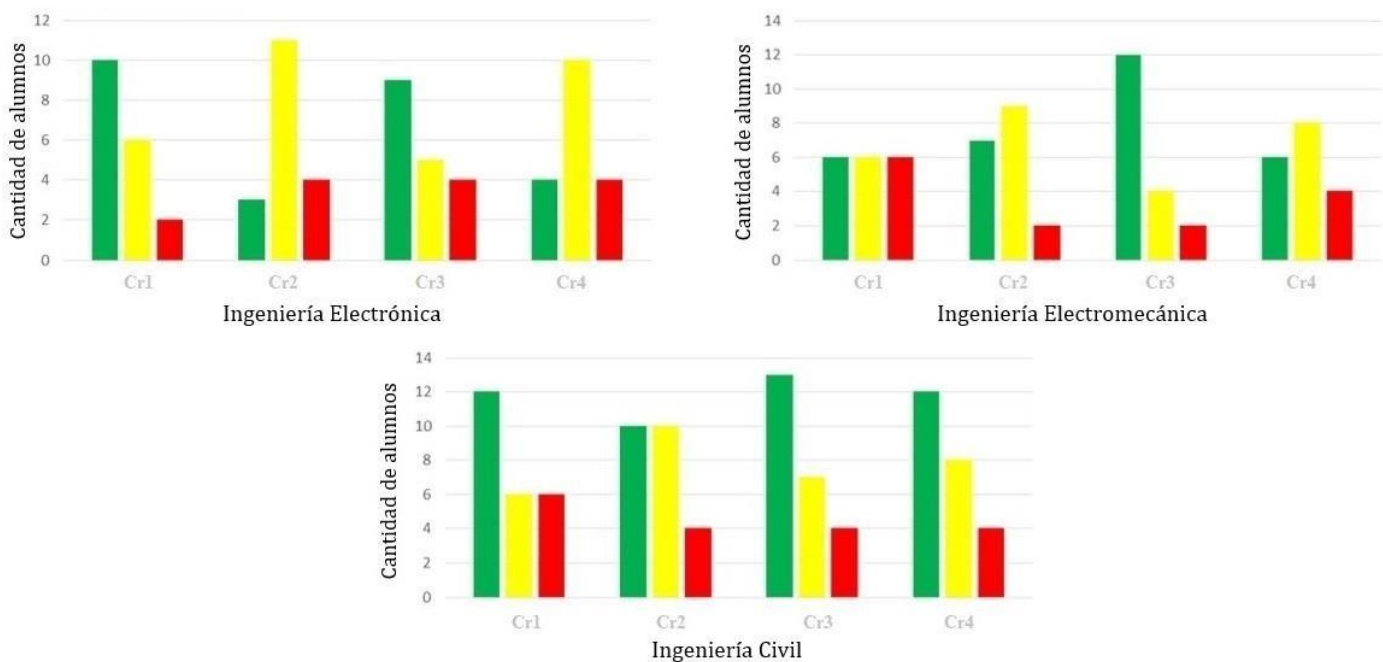


Figura 4. Resultados obtenidos para un ejercicio del último parcial 2022 de AM I.

Teniendo en cuenta la relación entre los estudiantes que rindieron el primer parcial respecto a quienes rindieron el cuarto parcial del año 2022, puede decirse que solo el 43% de los estudiantes en Ing. Civil, el 54% en Ing. Electromecánica y el 57% en Ing. Electrónica rindieron tanto el primer parcial como el cuarto parcial en dicho año.

Asignatura Análisis Matemático II

El ejercicio del primer parcial del ciclo lectivo 2023 analizado con la rúbrica se presenta en la Figura 5.

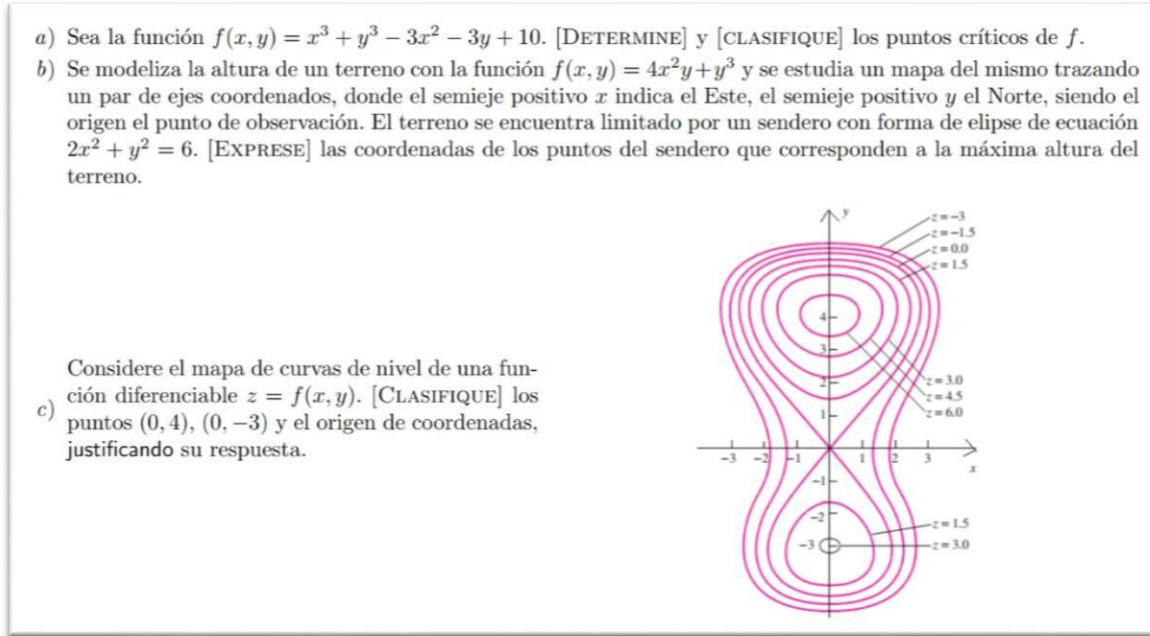


Figura 5. Uno de los ejercicios planteados en el primer parcial de AMII.

Casi la totalidad de los estudiantes resolvió este ejercicio. La Figura 6 muestra los resultados obtenidos al tabular la información teniendo en cuenta los criterios de evaluación establecidos y los niveles de dominio, con la misma asignación de colores de las Figuras 2 y 4.

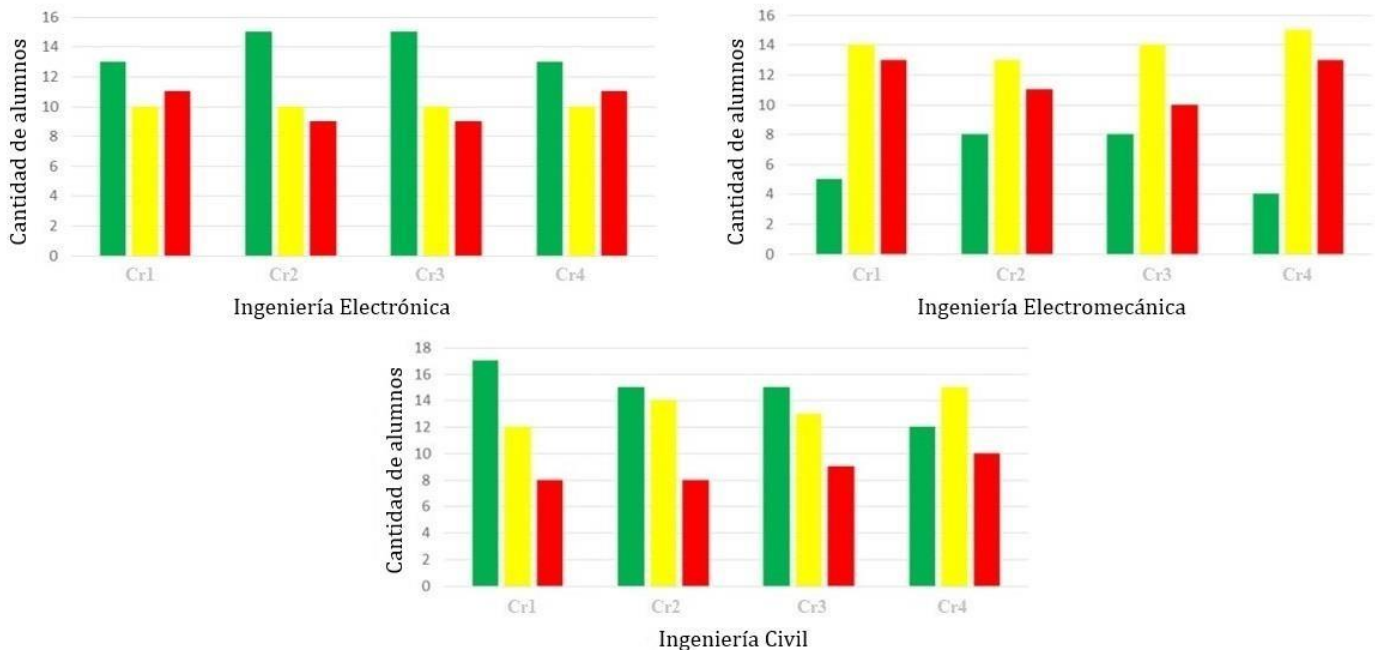


Figura 6. Resultados obtenidos para un ejercicio del primer parcial 2023 de AM II.

Se observan resultados dispares respecto a cada ingeniería en particular. Se considera que esto sucede porque cada grupo tiene características que le son propias.

Asignatura Análisis Numérico y Cálculo Avanzado

En el tercer parcial de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado de Ingeniería Industrial se evalúa todos los años el tema “métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias con condiciones iniciales y de frontera”. Esta evaluación es la primera del segundo cuatrimestre. Entre los puntos a considerar en la evaluación, se encuentra el de estabilidad de los métodos.

Se analizó mediante esta rúbrica el ejercicio que se presenta en la figura 7, incluido en el tercer parcial del año 2022. La resolución implica plantear la ecuación diferencial en la forma canónica $y' = f(x, y)$, escribir la fórmula del método de Euler dada una discretización del dominio con paso h , para encontrar el factor de amplificación G . Una vez encontrado este factor, pueden seguir dos pasos: verificar si los h dados cumplen la condición de estabilidad ($|G| < 1$), o plantear la condición de estabilidad y de ahí encontrar el intervalo donde debe variar h para que se cumpla. Es una matemática sencilla, en donde predomina el uso de desigualdades.

Considere el problema de valor inicial $2y' + 3y = 0$ en el intervalo $[0, 4]$ con $y(0) = 1$ como condición inicial. Determinar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas, siendo h el tamaño de paso considerado para la discretización del dominio. Justificar la respuesta.

a) El método de Euler para este problema es estable para $h = 0,2$.

b) El método de Euler para este problema es inestable para $h = 0,4$.

Figura 7. Uno de los ejercicios planteados en el parcial de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado.

De los estudiantes que se presentaron al parcial, sólo uno no resolvió el ejercicio, La Figura 8 muestra los resultados obtenidos al tabular la información teniendo en cuenta los criterios de evaluación establecidos y los niveles de dominio, con la misma asignación de colores de las Figuras 2, 4 y 6.

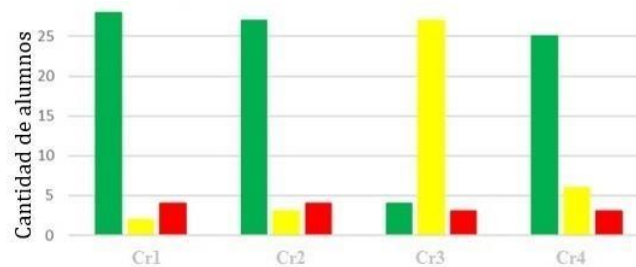


Figura 8. Resultados obtenidos para un ejercicio del tercer parcial 2022 de ANYCA.

Se puede apreciar que en la mayoría se alcanzó el nivel avanzado en todos los criterios establecidos, excepto en el tercero. Esa diferencia surge debido a que los alumnos sólo escribieron la justificación en forma coloquial, muy pocos escribieron con simbología matemática la pertenencia al intervalo o la satisfacción de la inequación para los valores de h dados, mientras que la rúbrica específica en ese criterio que, para lograr el nivel avanzado, la justificación debe ser escrita en lenguaje matemático y en lenguaje coloquial.

En este curso, de los 64 alumnos inscriptos a principio de año, iniciaron el segundo cuatrimestre sólo 37, el 42% restante quedó libre por parciales o porque dejaron la materia, y de los alumnos que iniciaron el segundo cuatrimestre, el 19% no finalizó la cursada.

Conclusiones

En este estudio se empleó la rúbrica para evaluar la comunicación matemática en estudiantes de los tres primeros niveles de ingeniería, con el propósito de analizar el progreso en el uso del lenguaje simbólico para la comunicación en matemáticas. Al observar las figuras que presentan los gráficos de los resultados, se puede notar que en la primera figura predomina el color rojo (correspondiente a alumnos ingresantes), en la segunda figura se equilibran los colores amarillo y rojo (estudiantes de primer año al finalizar el año), en la tercera figura aumenta el color verde (estudiantes de segundo año) y, finalmente, en la última figura, donde se encuentran los estudiantes de tercer año, el color verde predomina. En general, se observa una evolución positiva en la competencia de comunicación matemática en los estudiantes de ingeniería a medida que avanzan en su carrera.

Es interesante destacar que los mismos grupos de estudiantes fueron analizados por especialidades tanto en el primer parcial de Análisis Matemático II en 2023, como en el último parcial de Análisis Matemático I en 2022, en la Facultad Regional Paraná. Esta coincidencia permitió obtener información sobre el progreso en comunicación matemática dentro de estos grupos. Aunque hay estudiantes que, debido a las correlatividades, no están cursando Análisis Matemático II en 2023, y también hay estudiantes que están repitiendo la asignatura, su cantidad no supera el 10% del grupo total de estudiantes. Por lo tanto, se considera que su impacto relativo es mínimo.

La utilización de la rúbrica diseñada en diferentes contextos de evaluación en matemáticas demuestra su versatilidad y adaptabilidad. Esto sugiere que la rúbrica puede ser una herramienta eficaz para evaluar la comunicación matemática en diversas actividades académicas, ya sean ejercicios teórico-prácticos o trabajos prácticos más extensos. Al proporcionar criterios claros y específicos para evaluar la comunicación matemática, la rúbrica facilita la retroalimentación constructiva y promueve el desarrollo de habilidades comunicativas en el contexto matemático. Su aplicación en diferentes asignaturas y con grupos de estudiantes de distintas especialidades podría brindar información valiosa sobre el progreso de los estudiantes en esta competencia a lo largo de su carrera. En resumen, la rúbrica se presenta como una herramienta útil y efectiva para fomentar y evaluar la comunicación matemática en el ámbito educativo.

Referencias

Favieri, A., Caligaris, M., Rodríguez G. y Martín, M. (2022a). "Rúbrica para evaluar la comunicación en matemática", Actas del XXIII Encuentro Nacional y XV Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería, EMCI 2022, Paraná, Argentina, 4 al 6 de octubre, en edición.

Favieri, A. y Caligaris, M. (2022b). "Números complejos y comunicación eficiente", Actas de las II Jornadas de Enseñanza de Materias Básicas, JEMB 2022, Santa Fe, Argentina, 24 y 25 de noviembre, 170-175.

Niss, M. (2003). "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project", Proceedings of the Third Mediterranean Conference on Mathematics Education, Atenas, Grecia, 3 al 5 de enero, 115-124.

Niss, M. & Hojgaard, T. (2011). *Competencies and Mathematical Learning. Ideas and Inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*, English Edition, Roskilde University, Roskilde. 6-7.



Las Innovaciones Curriculares en Ingeniería



Implementación de hackathons de innovación abierta

Implementation of open innovation hackathons

Alejandro Gorosito

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
ramongorosito@frp.utn.edu.ar

Hernán Solier Zandomeni

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
hmsolierz@frp.utn.edu.ar

Leandro Gieco

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
leandrogieco@alu.frp.utn.edu.ar

Lucas Vincetín

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
lucasvinctin@alu.frp.utn.edu.ar

Nicolás Balducci

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
nicolasbalducci@frp.utn.edu.ar

Jonathan Dorella

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
jonathandorella@frp.utn.edu.ar

Darío Godino

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
dmgodino@gmail.com

Leandro Marcipar

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
leandromarcipar@alu.frp.utn.edu.ar

Alicia Carbonell

Departamento Académico de Electromecánica – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, Almafuerite 1033, Paraná, Entre Ríos, Argentina
aliciacarbonell@frp.utn.edu.ar

Resumen

Se presenta un proyecto de trabajo entre la Universidad y el medio que pueda ser superador respecto a la dinámica actual en los ámbitos de la enseñanza de ingeniería de nuestra Facultad, la Regional Paraná. Se ha elegido un problema que afecta a la región medioambiental y social de Paraná, que merece acciones urgentes por parte de la comunidad: la contaminación del arroyo las Tunas. Se hacen aportes a plantear el problema y proponer creativamente perspectivas y posibilidades de resolución involucrando

funcionarios provinciales y municipales de Paraná y San Benito, representantes de las empresas del parque industrial, vecinos de San Benito, de Paraná, grupos de investigación y miembros de cátedras que puedan aportar soluciones superadoras a lo individual. Como conclusión se ha creado la necesidad de llevarlo a cabo por la necesidad inmediata de encontrar una solución a la contaminación del curso de agua.

Palabras clave: innovación abierta, hackathon, equilibrio del ecosistema, arroyo Las Tunas.

Abstract

A work project is presented between the University and the environment that can be superior with respect to the current dynamics in the fields of engineering education of our Faculty, the Paraná Regional. A problem that affects the environmental and social region of Paraná, which deserves urgent action by the community, has been chosen: the contamination of the Las Tunas stream. Contributions are made to raise the problem and creatively propose perspectives and possibilities of resolution involving provincial and municipal officials of Paraná and San Benito, representatives of the companies of the industrial park, residents of San Benito, of Paraná, research groups and members of chairs that can provide superior solutions to the individual. In conclusion, the need to carry it out has been created due to the immediate need to find a solution to the contamination of the water course.

Keywords: open innovation, hackathon, ecosystem balance, Las Tunas stream.

Introducción

Se usará en los hackathons, una de las técnicas de innovación abierta, Design Thinking, que consiste en resolver creativamente y de manera cooperativa problemas complejos, explorando alternativas divergentes, atendiendo a la necesidad de las personas y de la sociedad e integrando sus distintas perspectivas. Para tener buenos resultados es imperativo el pensamiento crítico, un buen diseño puesto en manos de todos los involucrados, la gestión de propuestas en el ámbito de las posibilidades tecnológicas e iteración de las soluciones manejadas con inteligencia emocional. Los principios en los encuentros son: activación de la escucha, integración de grupos heterogéneos, presentación de divergencias y convergencias, naturalización del error y su superación. La definición de roles en los encuentros tiene que ser representativa de los sectores, imaginativa, dinámica, tendiente a generar ideas, evaluarlas y ejecutarlas; desarrollando competencias de liderazgo, comunicación, digitales y creativas. La etapa siguiente será empatizar con necesidades, frustraciones y motivaciones de los interesados y afectadas. A continuación, hay que delimitar el problema de la contaminación del arroyo las Tunas en su tramo final. Las ideas deben ser muchas para seleccionar aquellas más relevantes y viables. Lo siguiente es prototipar las soluciones de manera virtual, digital o real para ensayar sus resultados. Testear el prototipo para iterar el proceso y obtener la versión mejor posible de la solución. Comunicar a todos los miembros del grupo la solución y finalmente hacer una evaluación de posibilidades. (Sánchez M.,2006 y Brown T.,2008)

La propuesta de los encuentros será la siguiente. En un primer hackathon delimitar el problema sobre el que se va a trabajar desde el punto de vista de los distintos participantes. Será un evento de colaboración creativa de 5 hs de los miembros de la facultad e involucrados externos en una comunidad abierta. Se tratará de producir el sistema adecuado para producir información y tomar decisiones. Habrá un segundo hackathon para evaluar los avances y resultados de la experiencia realizadas por los involucrados y favorecer sociedades de negocio relativas a la solución. (Solé Parellada F.,2004 y Diz-Comesaña M.,2011)

Desarrollo

La disponibilidad de recursos hídricos constituye un tema de interés prioritario para el equilibrio del ecosistema. El agua dulce disponible en la Tierra es solo el 2.53% del total. En Argentina el 80% del total de agua disponible corresponde a aguas superficiales. Las aguas residuales industriales contaminan los recursos hídricos disponibles. El crecimiento de la actividad industrial y la falta de previsión sobre la construcción de plantas de tratamiento de efluentes incrementa los problemas de contaminación. Las industrias generan una gran variedad de efluentes líquidos con diferentes contenidos tóxicos.

Tanto en Argentina como en el resto del mundo los compuestos fenólicos están muy extendidos en el ambiente. Los efluentes con contenidos fenólicos son considerados como contaminantes prioritarios de muchas industrias como las que procesan plásticos, tintas, pinturas, antioxidantes, polímeros sintéticos, resinas, pesticidas, detergentes, desinfectantes y principalmente pulpa y papel e incluso los residuos domésticos.

El sector lácteo tiene un gran volumen de efluentes que no está asociado a altas toxicidades sino a grandes volúmenes generados durante la limpieza de tanques, pasteurizadores, bacias de cuajado, limpieza de superficies y servicios del personal. El volumen de agua residual vertida por la industria lechera se estima en 1-2 litros por litro de leche procesada. (Lobo C.,2014)

Existe un estudio diagnóstico sobre el problema de contaminación del arroyo las Tunas realizado para el Consejo Federal de Inversiones, CFI, de 2019, sobre la situación del tratamiento de efluentes industriales de las empresas del parque industrial de Paraná. En un informe de 2018 se relevó la existencia de 60 empresas en el Parque Industrial General Belgrano de la ciudad de Paraná: 49 empresas en operación, 2 empresas sin datos, 4 empresas no operativas y 5 empresas en proyecto. Este número puede variar en la actualidad, pero de manera no relevante a los fines de este trabajo. En este conjunto 34 empresas formaron la Asociación de Empresas del Parque Industrial de Paraná, ASEMPI, ante la necesidad de generar un espacio de representación, intercambio y promoción del trabajo con el compromiso de generar recursos y lograr soluciones para el accionar de las empresas del Parque industrial. Como misión se han propuesto la cooperación y el crecimiento sostenible de las empresas en el Parque Industrial de Paraná. Trabajan para fortalecer el desarrollo económico de la región fomentando la innovación productiva y la responsabilidad social empresaria, a través de la creación de alianzas estratégicas y la promoción de la innovación. Su objetivo es el crecimiento empresarial de sus asociados. Entre otras funciones tiene la de facilitar el intercambio de conocimientos y mejoras, haciendo eventos, conferencias y reuniones periódicas, donde los representantes de las empresas asociadas puedan compartir experiencias, ideas y soluciones para mejorar la eficiencia y la calidad en el sector industrial y contribuir positivamente con el entorno social y ambiental, promoviendo la sustentabilidad, la equidad y el desarrollo comunitario en todas las acciones y decisiones.

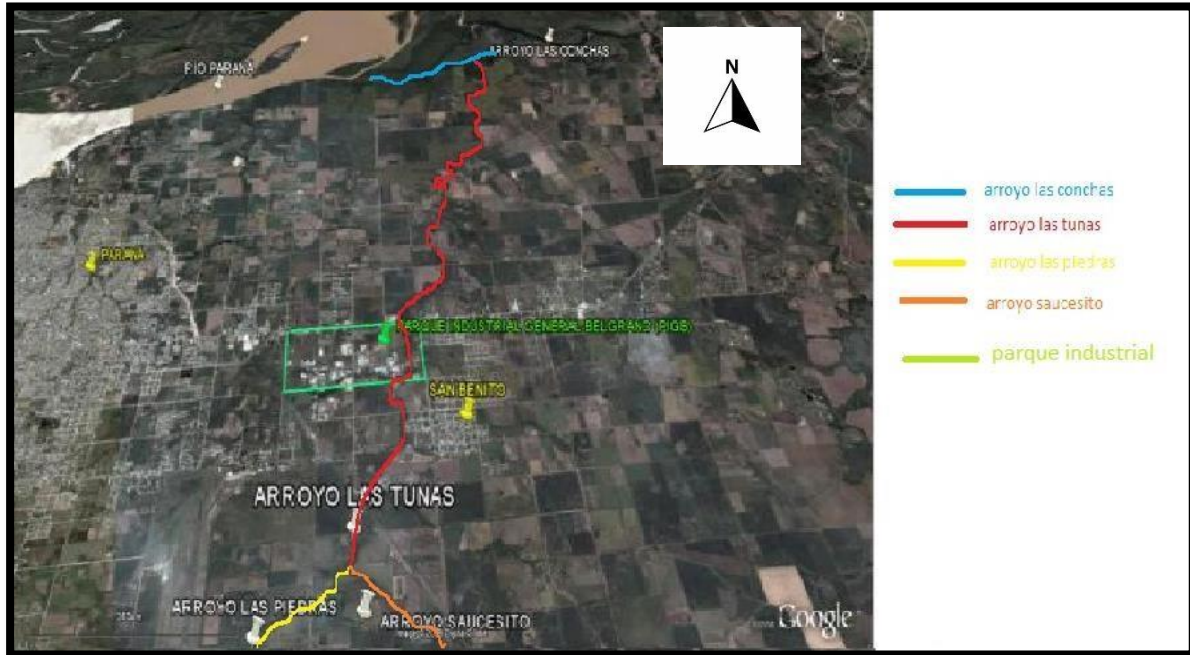


Figura 1. Imagen satelital de la zona del arroyo Las Tunas

El arroyo Las Tunas tiene como afluentes al arroyo Saucecito y al arroyo Las Piedras. Deriva en el arroyo Las Conchas para desembocar en el río Paraná, como se ve en el mapa satelital de la Figura 1. Aunque no se han tomado muestras, se observa que las aguas del arroyo Las Tunas antes del parque industrial son limpias, casi transparentes; ni bien pasa el parque industrial las aguas se vuelven turbias con costras y de olor nauseabundo. A pesar de esa observación simple, se sabe que la localidad de San Benito no tiene planta de tratamiento de residuos cloacales y vuelca parte de esos residuos al arroyo Las Tunas.

Existe un relevamiento, según lo dispuesto por la Ley N° 6.260 y las Ordenanzas Municipales N° 7.637 y N° 7.717 Códigos Ambientales, en el cual se indican registros de control de efluentes realizado en el año 2016. Según este control, solo 24 empresas estaban aptas, esto es, que han recibido auditoría de la Secretaría de Ambiente de la provincia y han satisfecho sus requerimientos. Un 15% de las empresas, 9 en total, resultaron no aptas y deficientes. Casi el 40% restante se encuentran en la fase previa de calificar para conseguir la aprobación de sus procesos de tratamientos de efluentes. Este diagnóstico aparece en un trabajo hecho para el Consejo Federal de Inversiones en 2019 se analiza la factibilidad de una planta de tratamiento de efluentes cuya ubicación se muestra en la Figura 2; esta ubicación ha quedado obsoleta ya que hay empresas aguas abajo, que llevan sus efluentes hacia el arroyo como el caso de un criadero de cerdos. Hubo también aguas abajo una planta de harina para alimento balanceado que volcaba como efluentes líquidos una enorme cantidad de grasa y aceites. (Johnston D.,2019)

Empresas como CARTOCOR SA que tienen su propia planta de tratamientos de efluentes y como Petropack SA, entre otras, que han certificado normas internacionales como la ISO 14001. Por otra parte, en este informe se destaca que el 30 % de las empresas no generan efluentes industriales porque tienen procesos secos. Es de destacar que la normativa vigente, Ley Provincial N° 6.260, Ley de Prevención y Control de la Contaminación por parte de las Industrias y su decreto reglamentario 5837/91, es de difícil cumplimiento para empresas pequeñas y medianas, por la cantidad y complejidad de lo requerido.

Una Planta de Tratamiento de Efluentes Líquidos es un proceso que permite eliminar la carga contaminante de un líquido cloacal o industrial previo a su reutilización o vertido en un cuerpo de agua.

Tenemos el caso de Sadesa SA, planta de tratamiento de efluentes industriales de Esperanza en donde trabajaron en forma cooperativa las empresas, el municipio, la provincia, la sociedad y los profesionales de la región para conseguir los fondos necesarios para implementar la solución. La planta de tratamiento de efluentes industriales está ubicada a 5 kilómetros al norte del casco céntrico de Esperanza y tiene como función específica absorber los desechos líquidos de las industrias, tratar los residuos y volcar al río Salado agua con características neutras. Para ello, las empresas Sadesa SA y Manufacturas del Interior, junto a la Municipalidad de Esperanza, conformaron el Consorcio para la Preservación de la Ecología (CPE), con el objetivo fundamental de combinar recursos y tecnología de punta para conseguir un desarrollo sustentable de la industria, preservar el equilibrio del medio ambiente y los ecosistemas presentes en Esperanza y la región de influencia.

La construcción del complejo fue encomendada a la empresa francesa Dregemond, demandó una inversión de 7,2 millones de dólares y desde 1999 opera en forma óptima. Posee una capacidad de procesamiento de más de 6.000 m³/día de efluentes líquidos industriales y sigue estrictas medidas de seguridad que controlan la calidad final del volcamiento según las normas ambientales vigentes.

Para su operatoria y mantenimiento, la planta de tratamiento de efluentes industriales demanda alrededor de 1.200.000 dólares anuales y actualmente se encuentra en proceso de certificación de la norma de calidad ISO 14.001 de Gestión Ambiental.

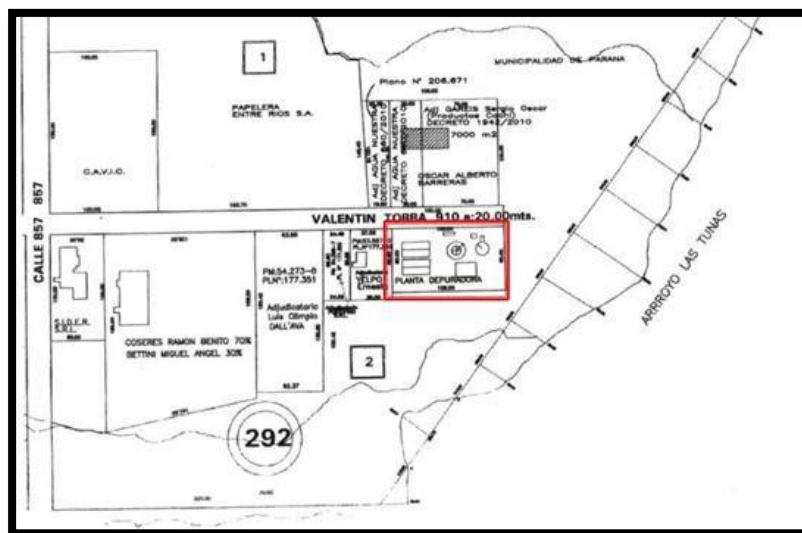


Figura 2. Plano catastral de la zona del parque industrial de Paraná, donde estaba prevista la ubicación de la planta depuradora según proyecto del CFI 2016.

Existen muchos tratamientos posibles de efluentes. La emisión de efluentes es un problema ambiental de gran importancia. En los últimos años, se han desarrollado tecnologías alternativas para el tratamiento de efluentes conocidas como bioremediación; que es el uso deliberado de las propiedades químicas de organismos vivos para eliminar contaminantes de los ecosistemas. Una de sus prácticas es la incorporación de bacterias degradadoras y la fitoremediación; esta consiste en la utilización de especies vegetales como filtros depuradores. Esta práctica se fundamenta en la capacidad de las plantas para remover nutrientes, que pueden degradar e inmovilizar compuestos recalcitrantes y retener metales pesados en los tejidos. Estas prácticas en la Argentina son de uso incipiente y de carácter experimental. Su uso depende no solo de las especies sino del manejo integrado del ecosistema. (Abril A., 2005 y Barrionuevo M.,2009)

Recursos tecnológicos y humanos que puede ofrecer la Universidad a la solución de estos problemas:

Dentro de los recursos tecnológicos y humanos que ofrece la universidad para abordar problemas de ingeniería con impacto social, existen grupos que pueden ofrecer proyectos parciales de solución, que pueden gestionar la participación de distintos actores para solucionar el problema. Se cuenta con amplia experiencia en el uso de herramientas de simulación computacional, las cuales se emplean de manera didácticas en diversas cátedras. En particular, se destacan el conocimiento y el dominio en el uso de herramientas de simulación tipo 0D/1D, como el simulador de procesos DWSIM, el cual es compatible con CAPE-OPEN de código abierto. DWSIM se destaca por su excelente interfaz gráfico de usuario (GUI) y su aplicación en asignaturas tales como Termodinámica Técnica, donde se realizan cálculos avanzados, modelado de ciclos, balances de energía y masa, entre otros ejemplos. Esta herramienta permite simular diversos procesos, como equilibrio de estado estacionario, fenómenos de vapor-líquido, vapor-líquido-líquido, sólido-líquido y electrolitos acuosos, gracias a sus modelos termodinámicos incorporados y operaciones unitarias. En el plantel docente de la facultad se cuenta con amplia experiencia en el modelado de problemas de mecánica de fluidos computacional 3D (CFD) mediante el uso de diversas herramientas, tanto libres como comerciales. Entre las herramientas libres se encuentran OpenFOAM y CodeSaturne, mientras que entre las comerciales destacan Solidworks Flow Simulation y Fluent. Estas plataformas son especialmente adecuadas para el modelado de problemas similares a los de saneamiento de las aguas del arroyo Las Tunas, permitiendo analizar, por ejemplo, la difusión de contaminantes en un canal. Además, representan herramientas poderosas para la creación de laboratorios virtuales, donde es posible proponer nuevos diseños o soluciones a problemas planteados. Para la etapa de diseño o modelado de posibles soluciones electromecánicas, contamos con experiencia en el uso de herramientas de diseño como Solidworks e Inventor. Esta forma de ofrecer tecnología en forma de modelo y simulaciones computacionales se hacen siguiendo el modelo de Blum, según Figura 3. Un problema real es modelado y traducido a ecuaciones diferenciales con condiciones de fronteras especiales y resuelto de manera computacional. En este esquema hay una iteración permanente hasta que los resultados computacionales converjan a la solución del problema real.

En particular se realizó un trabajo en la empresa Petropack denominado: Sistema de control automático de suministro de tinta en una máquina impresora flexográfica. Según ese relevamiento en el sector de impresión se descartaban 16 litros por día de tinta. Otra cantidad (sin determinar) de tinta desechada proviene del lavado de las raclas de las máquinas impresoras. La empresa cuenta con certificación ISO 14001, por lo que los descartes de tinta deben ser debidamente recuperados y tratados. (Balducci N., 2007)

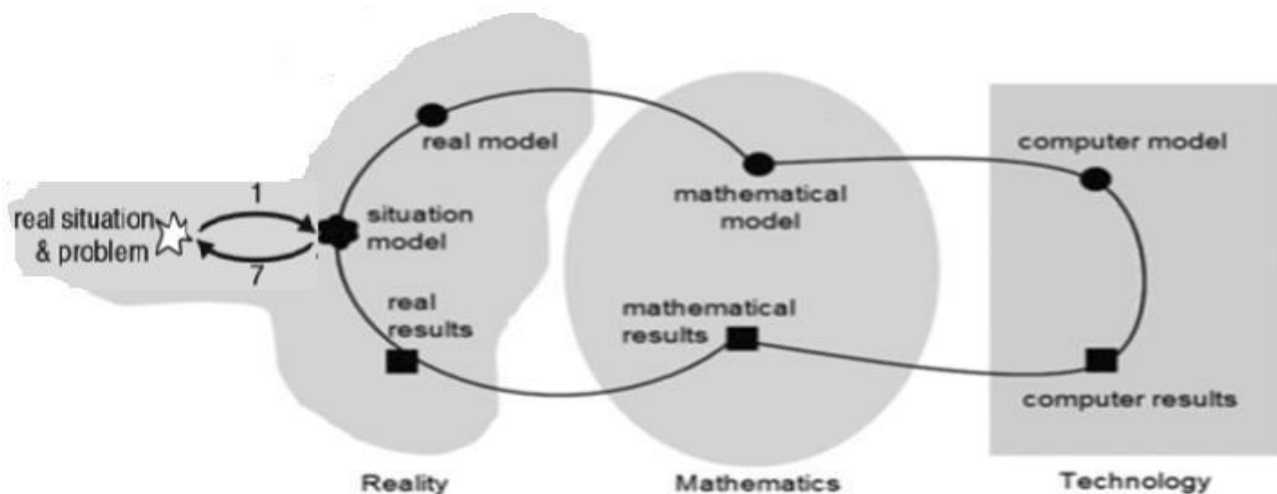


Figura 3. Modelo de aplicación tecnológica a la resolución de problemas reales. (Blum, W. 2015)

Un ecosistema de innovación exitoso se da cuando empresas, universidades y gobiernos se unen para crear un entorno colaborativo en el que todos trabajan juntos, intercambian experiencias y comparten resultados. Un valor agregado de estos ecosistemas de innovación es atraer estudiantes y captar talentos. Se hace una propuesta de innovación para el ámbito de educación para integrar los esfuerzos y adaptarse a las necesidades sociales y empresariales. Esta propuesta concuerda con la modalidad de enseñanza por competencias para los alumnos de ingeniería proponiendo una metodología centrada en el estudiante a partir del desarrollo de los hackathons. En ellos, los estudiantes desarrollarán las capacidades de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería y contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas como también desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo, comunicarse con efectividad y actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. Los entornos colaborativos de aprendizaje son la herramienta básica para producir sinergias entre la filosofía de la innovación abierta y los modelos de aprendizaje por competencia y conseguir mejores resultados. Mecanismos de coreación, de fomento de la participación, mecanismo de recopilación de la información de realidad, mecanismos de retroalimentación hacen a obtener mejoras o innovaciones educativas. En este sentido, es interesante la transparencia sobre cómo se va a canalizar la contribución y su grado de viabilidad desde el punto de vista de la entidad educativa. (Natali, O.,2018)

Se propone una dinámica de hackathons que contemplen empatizar con la necesidad, observar, involucrarse, informarse de las necesidades, presentar el posible problema, buscando toda información, delimitando la problemática y determinando las tecnologías disponibles, explorar alternativas, realizar un brainstorming para pensar, aprovechar, descubrir distintos aspectos involucrados, promover la participación, la iniciativa, la responsabilidad, la autonomía y colaboración, proponer diferentes soluciones, diagramar la solución implementando distintos prototipos, visualizar las divergencias y coincidencias para definir la evolución de las respuestas, defender oral y simbólicamente las distintas propuestas usando software libre, seleccionar la mejor alternativa definida por todos los involucrados, planear la tarea y el prototipo de solución y evaluar la trayectoria. Existe en la universidad una producción de conocimiento a partir del tratamiento de esta problemática compleja y real que se traduce en formación profesional para los alumnos y graduados, posibilidades de transferencias de tecnologías para los profesionales. Se podría llegar a tener licencias de propiedad sobre los trabajos, consultorías a empresas o entes gubernamentales, proyectos industriales o liberación de metodologías y modelos de trabajos para resolver el problema social.

El aporte desde las cátedras de la Facultad que tienen en su curricula trabajos integradores son, por ejemplo, Ingeniería Electromecánica II e Ingeniería Electromecánica III; allí se trabaja con un planteo de aula invertida. Se proponen actividades centradas en el alumno; en esas cátedras que se quieren integrar a la dinámica del hackathons se les dejará a los alumnos la posibilidad de elegir el proyecto que aporte al tema, teniendo en cuenta sus intereses. Se los guiará en sus desarrollos atendiendo al crecimiento en su formación y capitalizando sus perspectivas y fortalezas. Realizarán trabajos grupales donde se les permitirá la colaboración mutua para llegar al objetivo, en un proceso que no es necesariamente lineal y muchas veces puede resultar desorganizado. Para los profesores el desafío es mantener el centro en los alumnos y ser flexible ante las idas y vueltas de las propuestas de solución. En estas materias, el aprendizaje centrado en el alumno se concibe como el resultado del vínculo entre las dimensiones afectivas, motivacionales, cognitivas, operacionales y de comunicación e interacción social; se trabaja fuertemente la formación de competencias, la de resolver problemas de ingeniería al nivel de cursada y la de trabajar en grupos. En las materias con trabajos integradores se evidencian muchos avances en las competencias de los alumnos de superación de etapas de desencuentros y desconciertos sobre la dirección a tomar, sobre la situación problemática de real aprendizaje. Los alumnos delimitan el problema en un proceso gradual de interpretación, obtienen datos, encuentran información que van organizando, proponen soluciones, generan un prototipo y defienden su solución. En estas materias, las evaluaciones se hacen desde los docentes a los alumnos, entre alumnos y también se escuchan autoevaluaciones con propuestas superadoras. En cada miembro del grupo se considera, la participación en la búsqueda bibliográfica, la actividad en los debates grupales, los aportes para el desarrollo de las producciones y el logro de las metas propuestas en el marco de las actividades en general. Los docentes realizan

listas de cotejo y planillas de seguimiento continuo de las actividades y los avances. Se tiene en cuenta la resolución de conflictos, la definición del líder de cada grupo, el reparto de tareas, el consenso de ideas y disidencias de los integrantes, la colaboración de todos los miembros en la resolución del problema planteado, la selección de una solución pertinente, la construcción del prototipo de aplicación, y la presentación del informe escrito y defensa oral del trabajo. Las autoevaluaciones y coevaluaciones finales dan información de relevancia para continuar otras líneas de trabajos al concluir el ciclo académico. Los resultados en las aulas de las materias integradoras muestran la evolución de las competencias elegidas de manera muy satisfactoria. Por todo ello, los alumnos y docentes de las materias integradoras han sido elegidos para participar voluntariamente de los encuentros de hackathons enfrentando el problema de la contaminación de las aguas del arroyo Las Tunas.

Conclusiones

Para realizar los hackathons hay que hacer un trabajo previo de diagnóstico del estado de las aguas del arroyo Las Tunas a partir de un análisis químico que permita tener datos confiables para trabajar con los grupos que participen de los hackathons. Además, informarse sobre la existencia de proyectos de saneamiento del arroyo en entes gubernamentales y asociaciones industriales para tomarlo como antecedentes al realizar los hackathons.

Con estos trabajos se promueve el rediseño curricular y pedagógico de las carreras de ingeniería, centrando la innovación en la arquitectura para el aprendizaje. Esta propuesta se basa en un modelo altamente participativo y colaborativo con el fin de alcanzar los propósitos esperados, con impacto social y ambiental.

Se tiene amplia experiencia en la producción de las materias integradoras en la solución satisfactorias de problemas de índole social, canalizándose en este caso una gran cantidad de grupos de alumnos de la Facultad resolviendo el problema de la contaminación de las aguas del arroyo Las Tunas.

Es muy importante que esta propuesta, más allá de estar enmarcada como una innovación curricular en ingeniería, es también una necesidad de carácter social, de urgente realización y plasmarse en una solución para eliminar los niveles de contaminación y su impacto ambiental.

Referencias

- Abril, A. (2005). "Manejo de hábitat y microorganismos para degradar efluentes industriales: un estudio de caso". *Ecología austral*, 15(1), 9-16.
- Balducci, N. (2009). "Sistema de automatización de inyección de tinta para máquina impresora flexográfica". Proyecto final Ingeniería Electromecánica. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná.
- Barrionuevo, et al., (2009). "Tratamiento biológico de efluentes industriales con contenido en metales: factores a tener en cuenta para un diseño eficiente". *Química Viva*, 2(8), 106-124.
- Blum, W. (2015). "Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?" In S. J. Cho (Ed.), *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 73-96).
- Brown T. (2008). "Design Thinking- Innovation Harvard Business Review" Disponible en <https://hbr.org/2008/06/design-thinking>
- Diz-Comesaña, M.E. & Rodríguez-López, N. (2011). "La participación del cliente como cocreador de valor en la prestación del servicio". *Innovar*, 21(41), 159-168.

Johnston et al., 2019. “Diagnóstico preliminar y evaluación de situación respecto del tratamiento de efluentes industriales de las empresas radicadas en el parque industrial de Paraná, Entre Ríos”. Estudio diagnóstico. Consejo Federal de Inversiones.

Lobo, C. (2014). “Tratamiento biológico de aguas residuales industriales”. Tesis Doctor en Ciencias Exactas, área Química. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos. Universidad Nacional de La Plata.

Natali et al., (2018). “Problemas Abiertos, Innovación en la Enseñanza de la Termodinámica en las carreras de Ingeniería”. *REVISTA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES*, VOL. 5, SUPLEMENTO 2.

Sánchez et al., (2006). “La tercera edición del manual de Oslo: cambios e implicaciones. Una perspectiva de capital intelectual”, *Revista Madrid*, N° 35.

Solé Parellada, F. (2004) “Estudio de la relación con la universidad con el sistema productivo español” Programa de Estudio y Análisis destinado a la Mejora de la Calidad en la Enseñanza Superior de la Actividad del Profesorado Universitario.

Trazabilidad aplicada al diseño curricular para la innovación curricular de la formación de ingenieros

Traceability applied to curriculum design for curricular innovation in engineering education

Andrea Comerci

Universidad Tecnológica Nacional-Argentina
andreamariana.comerci@gmail.com

Daniela Emmanuele

Universidad Nacional de Rosario-Argentina
emmanueledaniela@gmail.com

Resumen

Este trabajo se centra en el análisis del diseño curricular de las carreras de Ingeniería Civil/Mecánica de la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional General Pacheco (UTN), específicamente en lo referido a los conceptos correspondientes a la materia básica Álgebra y Geometría Analítica. Entendemos que el enfoque de diseño curricular que sustenta la UTN enfatiza la necesidad de integrar contenidos que propicien la emergencia de diversas racionalidades contextualizadas, que promuevan la resignificación progresiva del conocimiento. De hecho, las materias denominadas integradoras tienen como objetivo garantizar la combinación de esos conocimientos presentes en las diferentes asignaturas de cada nivel del currículo de ingeniería. De modo que nos proponemos desarrollar un protocolo de trazabilidad educativa que permita identificar los nuevos significados que se añaden a los contenidos a lo largo de su recorrido académico. A la vez de reunir información relevante para identificar condiciones potenciales para las innovaciones curriculares en la formación de ingenieros

Palabras clave: Trazabilidad. Diseño e innovación curricular. Ingeniería. Resignificación progresiva

Abstract

This paper focuses on the analysis of the curricular design of the Civil/Mechanical Engineering careers of the Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional General Pacheco (UTN), specifically with regard to the concepts corresponding to the basic subject Algebra and Analytical Geometry. We understand that the curricular design approach supported by the UTN emphasizes the need to integrate contents that foster the emergence of diverse contextualized rationalities, which promote the progressive resignification of knowledge. In fact, the so-called integrative subjects aim at guaranteeing the combination of that knowledge present in the different subjects of each level of the engineering curriculum. Thus, we propose to develop an educational traceability protocol that allows us to identify the new meanings added to the contents along their academic path. At the same time to gather relevant information to identify potential conditions for curricular innovations in engineering education.

Keywords: Curriculum design and innovation. Engineering. Progressive re-signification

Introducción

El presente trabajo se orienta hacia el análisis del diseño curricular correspondiente a las carreras de Ingeniería civil/mecánica que se dictan en la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional General Pacheco (UTN-FRGP) en torno a los conceptos matemáticos de autovalores y autovectores, seleccionados para enseñar en la materia básica Álgebra y Geometría Analítica.

Además de las materias básicas, en el diseño curricular de la UTN se encuentran las llamadas materias integradoras que, generalmente inician con una aproximación a situaciones problemáticas de la profesión y culminan con la realización de un proyecto final donde se asocian los contenidos desarrollados durante la carrera. Estas reciben la denominación de integradoras pues tienen como objetivo, integrar todos los conocimientos de las asignaturas correspondientes a cada nivel de la carrera.

(Resolución 326/92 del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional, de 8 de julio de 1992).

Es así que entendemos que en todo diseño curricular se hace necesario integrar la presencia de contenidos que, por un lado, provoquen la emergencia de diversas racionalidades situadas o contextualizadas, a fin de favorecer la resignificación progresiva del saber; y que, por otra parte, contemplen varios marcos de referencia y, por ende, tiendan a la vinculación entre los conceptos matemáticos seleccionados para enseñar en una materia básica y algunos de los conceptos tratados en las materias integradoras

De modo que, en este orden de ideas, nos proponemos desarrollar un protocolo de trazabilidad adecuado al ámbito educativo que permita detectar esos nuevos significados añadidos a un contenido que puede darse a lo largo de la formación académica de un ingeniero y como consecuencia de ese seguimiento se recolecte información relevante que posibilite la identificación de ciertas condiciones de posibilidad para el desarrollo de innovaciones curriculares en ingeniería.

Declaramos aquí algunas conceptualizaciones utilizadas en este estudio tales como diseño curricular, innovación curricular, resignificación progresiva y trazabilidad.

Comenzamos por aclarar que asumimos el concepto de diseño curricular propuesto definido por Álvarez de Zayas (2000) como:

[...] es el proceso de estructuración y organización de los elementos que forman parte del currículo, hacia la solución de problemas detectados en la praxis social, lo que exige la cualidad de ser flexible, adaptable y originado en gran medida por los estudiantes, los profesores y la sociedad, como actores principales del proceso educativo. (p.6)

En cuanto al término de innovación curricular en la educación superior comprendemos que es complejo y multidimensional (Hannan y Silver, 2000). No obstante, acordamos con la noción sostenida por Meneses Riquelme y Balladare (2022) quienes afirman que la “innovación curricular en educación superior responde a un conjunto de políticas de nivel internacional y nacional que determinan y orientan la aplicación de una variedad de enfoques con el objetivo de mejora” (p.181).

Así mismo, rescatamos el pensamiento de Donald Schön que, desde su epistemología de la práctica, pone en evidencia la problemática que experimentan las instituciones encargadas de la preparación de profesionales -particularmente trata los casos de Medicina, Arquitectura e Ingeniería- consistente en que la necesidad que tienen los aspirantes a profesionales es aquello que los centros de formación no son capaces de enseñar y Schön (1998) afirma:

[...] el origen de este conflicto se produce en una subyacente epistemología de la práctica profesional, durante mucho tiempo ajena a un examen crítico, consistente en un modelo de conocimiento profesional incrustado institucionalmente en el currículum y en los convenios entre el mundo de la investigación y el de la práctica. Los centros superiores de formación de profesionales, en el marco de la moderna investigación universitaria, sientan como premisa la racionalidad técnica. (p.43)

Entendiéndose por racionalidad técnica a aquel tipo de racionalidad -derivada de la filosofía positivista- que jerarquiza los niveles de conocimiento donde la producción del conocimiento se separa de su aplicación.

Por otro lado, acordamos con los lineamientos de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) y nos apropiamos de ideas que sostienen que en las prácticas sociales es donde se nutre la construcción de conocimientos, prácticas en las que se incluye el prácticum reflexivo planteado por Schön.

En función de las ideas anteriores, asumimos que ambos enfoques coinciden en que la influencia del entorno sobre el tipo de racionalidad puesta en juego por un individuo se logra en la medida en que este lo ponga en uso, es decir, este tipo de racionalidad es denominada por la TSME racionalidad contextualizada en la cual la racionalidad técnica de Schön se inserta, pero no la abarca.

Una vez que este conocimiento es puesto en uso, es decir, se consolida como un saber, su validez será relativa a su contexto, ya que de ellos surgió su construcción y sus respectivas argumentaciones, validación que dota a ese saber de un relativismo epistemológico. De tal forma que en virtud de la propia evolución y de su interacción con los diversos contextos, se resignificarán estos saberes enriqueciéndose con variedades significativas, es decir, tiene lugar la resignificación progresiva.

Desarrollo

Al contextualizar nuestro trabajo en la formación académica de profesionales de la Ingeniería, donde se pone de manifiesto la necesidad de responder a las demandas de las posibles empresas receptoras, es dable reflexionar sobre la posible desvinculación entre la vida cotidiana- particularmente con la actividad laboral- y la matemática escolar, así como también acerca de la centralización rígida de objetos matemáticos que conforma un discurso matemático escolar (dME) y en qué medida este obstaculiza la profesionalización.

En tanto, seguimos a Tabares et al. (2006) sobre las bondades de la trazabilidad cuando afirma que esta “posibilita la verificación de la transformación de los requisitos en elementos de modelo sucesores, así como el análisis y gestión del cambio en ellos, verificando su completitud y coherencia” (p.35).

Finalmente, del diálogo entre los conceptos que recogimos de la TSME y de la perspectiva de Schön, y la adaptación del término trazabilidad en tanto procedimiento metodológico usado en procesos productivos, surgió la generación de un constructo como es el de trazabilidad de un contenido matemático en una situación escolar, entendido como el proceso que permite pesquisar el grado de resignificación progresiva de un saber o conocimiento en uso presente en los discursos profesionalizantes que se da en los sistemas didácticos en una carrera académico-profesional.

Aclarados los conceptos en los que se sustenta nuestro método y de cara a la implementación del proceso de trazabilidad, seguimos la propuesta de Sánchez Villagrán (2008) quien afirma que se concreta a través de ocho pasos. No obstante, hemos reducido dicha cantidad con la intención de alcanzar esa adaptación de este procedimiento a la educación, particularizado al área curricular de la Matemática.

Es así que, entendemos que la aplicabilidad de la trazabilidad, en tanto proceso metodológico en un proyecto de investigación -como lo puede exigir una innovación curricular- debe permitir procedimientos verificables si es que se repiten las mismas operaciones en su uso (sistematización) en virtud de qué es lo que lo define como científico; en suma, este proceso debe protocolizarse. Estudiar detenidamente el sistema de trazabilidad del proceso formativo de profesionales, en nuestro caso, de Ingeniería, permite obtener beneficio de la información que el mismo sistema genera.

Por estas razones determinamos las siguientes fases, técnicas e instrumento utilizados:

Paso 1- Estudio de documentos relacionados con el aspecto curricular que posee la institución: Tales como, planes de estudios, programas sintéticos y planificaciones de las asignaturas. Contando como técnica de investigación al análisis documental, valiéndose de las rúbricas como instrumento.

Cabe mencionar que suponemos que las planificaciones de las asignaturas elaboradas por los docentes persiguen la concreción y el logro de las intenciones educativas y que ello involucra también optimizar recursos y poner en práctica diversas estrategias, con el fin de conjugar una serie de factores que garanticen el máximo logro en los aprendizajes de los estudiantes.

En este sentido, entendemos que parte de la promoción de una mejora continua que se refleje en la práctica son la valoración a las planificaciones para identificar las fortalezas, así como aquellos aspectos plausibles de reforzar o modificar.

Cabe señalar que, si bien no hay una única manera para elaborar planificaciones, en las mismas se encuentran presentes algunos elementos esenciales que se deben tener en cuenta al momento de confeccionarlas, de hecho, la UTN-FRGP exige el completamiento de un formulario para tales fines que atiende a aspectos tales como: objetivos, contenidos, metodología de enseñanza, actividades para los estudiantes, evaluación y bibliografía. A la vez que guardan relación con los programas sintéticos que se encuentran como parte del diseño curricular de cada terminalidad ingenieril que constituyen nuestro caso:

Mecánica/Civil.

Por todo ello, se han seleccionado las rúbricas ya que su potencialidad evaluativa nos permite valorar los mencionados aspectos atendiendo siempre a la resignificación de los conceptos de autovalores y autovectores en las planificaciones.

Paso 2- Consulta con los agentes involucrados de forma directa con el aspecto curricular: En nuestro caso, involucra la muestra de los docentes seleccionados con el criterio de las materias integradoras donde el conocimiento matemático cuya resignificación se pretende estudiar es requerido como conocimiento previo. Utilizando a la entrevista como de técnica de investigación y como instrumento a los cuestionarios.

A través de las entrevistas, entendemos que los docentes expresan – parte de su discurso matemático escolar – sobre aquello que escriben que hacen en las planificaciones de las asignaturas que dictan. De manera que esta etapa guarda la intención que, a partir de sus decires, los profesores puedan reflexionar sobre su práctica y asimismo los registros de dichas entrevistas pasen a ser entendibles y acordes entre los diferentes actores de los distintos contextos donde son puestos en uso los conocimientos seleccionados para la formación ingenieril.

Paso 3- Definición del ámbito de aplicación:

Que indica cuándo y donde se aplica el proceso, pudiéndose dar en dos sentidos:

Trazabilidad hacia atrás o ascendente: Se trata de cuestionarse acerca de cuáles son los contenidos que se suponen previos en la planificación de la materia correlativa a una dada.

Trazabilidad hacia delante: Consistente en preguntarse sobre cuál es la razón de ser del contenido, justificación del contenido o asignatura correlativa anterior para formar parte del programa de la carrera.

Paso 4- Definición de criterios para la muestra de estudiantes en relación con el ámbito de aplicación: En nuestro caso contemplamos la muestra conformada por los estudiantes recientemente egresados. Considerando como técnica investigativa a la entrevista y, a los cuestionarios como instrumento.

Esta práctica pretende contemplar la revisión de los distintos niveles de resignificación de los contenidos según la etapa de formación en que cada estudiante se encuentra.

Paso 5- Establecimiento de mecanismos de validación/verificación por parte de la institución: Convendrá que en esta revisión se tenga en cuenta la exactitud de la información recolectada a partir de todos los elementos que componen un diseño curricular. Esto involucra a diseñadores de currículos, autoridades y encargados de seguimiento de egresados.

Paso 6- Establecimiento de mecanismos de comunicación interinstitucional: En esta etapa, es donde se instrumentan los dispositivos que posibilitan la circulación de conocimiento como producto del análisis de los resultados obtenidos desde la etapa 1 hasta la 5. Estos mecanismos pueden ser de comunicación interna como externa a la institución tales como informes, mesas de discusión, etc. De esta manera, contribuyen al estudio de las condiciones de posibilidad para una innovación curricular: Entendida como un procedimiento que debe darse de forma continua y contemplando su aspecto multifactorial, donde las instituciones someten a evaluación a sus programas de formación, las habilidades que los estudiantes necesitan en tanto futuros profesionales, las metodologías implementadas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, el estado de los conocimientos y otros tantos factores que caracterizan la realidad cambiante de la sociedad en la que las instituciones educativas están inmersas.

Conclusiones

En suma, para darle un cierre a la exposición, sin pretensiones de dar por concluido el análisis de metodologías especificadas al diseño curricular como las que pretendemos instalar, diremos lo siguiente: el hecho de convertir en un protocolo a la metodología para pesquisar el grado de resignificación progresiva de un saber o conocimiento en uso presente en los discursos profesionalizantes que se da en los sistemas didácticos en una carrera académico-profesional (trazabilidad), es procurar que viabilice la realización de un proyecto de investigación con el objetivo de que se produzcan mejoras en la formación de los estudiantes. En otras palabras, es gestionar la materialización de todas las etapas de una investigación para ser considerada científica que redunde en una innovación curricular. Entendemos que para que ello ocurra debe procurarse el cumplimiento de, al menos, tres operaciones tales como: i) Comunicar el contenido de una investigación como así también los resultados que se esperan de una manera clara, objetiva y concisa; ii) Construir protocolos especificados para otras materias que permitan que otras personas comprendan las condiciones y conclusiones del proyecto para poder reproducirlo; iii) Procurar establecer un compromiso social entre los sujetos participantes de la investigación y los objetivos de la institución, en tanto que, la innovación curricular es una necesidad o responsabilidad colectiva adquirida conscientemente por los individuos que les incentiva a buscar la mejora continua de su entorno.

Referencias

Álvarez de Zayas, C. M. (2000). El diseño curricular. Cochabamba: PROMEC-UMSS

Hannan, A. & Silver, H. (2000). Innovating in Higher Education. Teaching and institutional cultures. Buckingham: Open University Press

Meneses Riquelme, G., & Balladare, J. (2022). "Desafíos en la innovación curricular en la formación universitaria desde la mirada de los académicos". Revista Interciencia, 47(5), 181-190. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33971297005>

Resolución 326/92 del Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional, de 8 de julio de 1992. Disponible en <http://csu.rec.utn.edu.ar/CSU>

Sánchez Villagrán, R. H. (2008). Introducción a la Trazabilidad: un primer acercamiento para su comprensión e implementación. Buenos Aires: El Escriba.

Schön, D. (1998). El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan. Buenos Aires: Paidós.

Tabares M. S., Arango, F. & Anaya, R. (2006). "Una revisión de modelos y semánticas para la trazabilidad de requisitos". Revista EIA, 6, 33-42.



Las Tecnologías aplicadas en Educación



MRM: un software didáctico para la aplicación del Método Racional Modificado - cátedra de Hidrología Urbana

MRM: a didactic software for the application of Modified Rational Method – Urban Hydrology course

Juan Francisco Weber

Grupo de Investigación, Desarrollo y Transferencia en Recursos Hídricos y Saneamiento (GRHiS). Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional. Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria - CP (X5016ZAA) - Córdoba – Argentina
jweber@frc.utn.edu.ar

Resumen

Se presenta un software de uso didáctico, denominado MRM, que permite la aplicación del Método Racional Modificado en los cálculos típicos de las tareas de diseño hidrológico urbano. Este software fue desarrollado para el curso de Hidrología Urbana que se dicta en la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Córdoba de la UTN. El programa, desarrollado en el lenguaje Python, permite simular los procesos hidrológicos de: generación, traslado y superposición del escurrimiento. Cuenta con una interfaz gráfica de usuario que facilita su uso para estudiantes no familiarizados con la Programación. Permite visualizar los resultados en forma tabular y gráfica. Se considera que MRM brinda a los estudiantes de Hidrología Urbana una herramienta de software didáctico que les permite explorar y simular el funcionamiento de sus diseños de drenaje pluvial urbano bajo distintos escenarios, en forma rápida e intuitiva.

Palabras clave: Hidrología, drenaje pluvial urbano, software didáctico

Abstract

Software for didactic use, called MRM, is presented. It allows the application of the Modified Rational Method in the typical calculations of urban hydrological design tasks. This software was developed for the Urban Hydrology course that is taught in the Civil Engineering career of the Córdoba Faculty of the UTN. The program, developed in the Python language, allows simulating the hydrological processes of generation, transfer and superposition of runoff. It has a graphical user interface that facilitates its use for students unfamiliar with Programming. It allows visualizing the results in tabular and graphical form. It aims that MRM provides Urban Hydrology students with a didactic software tool that allows them to quickly and intuitively explore and simulate the operation of their urban storm drainage designs under different scenarios.

Keywords: Hydrology, urban stormwater, didactic software

Introducción

La cátedra de Hidrología Urbana.

En el año 2011, se implementó y dictó por primera vez, en la Facultad Regional Córdoba y en toda la Universidad Tecnológica Nacional, la asignatura optativa de Ingeniería Civil “Hidrología Urbana”. La propuesta de esta nueva materia optativa surgió desde el entonces Laboratorio de Hidráulica de la Facultad Córdoba, con el objetivo de reforzar y ampliar la formación de los estudiantes en la amplia temática de los Recursos Hídricos. Esta materia tiene sus raíces en el curso de posgrado de actualización “Nuevas Tendencias en Hidrología Urbana”, aprobado por la Ordenanza 1291/2010 del Consejo Superior, y que fue implementado por primera vez en la Facultad Regional La Rioja.

Hidrología Urbana se dicta cada tres años, siendo la actual edición del curso la sexta desde su implementación. La matrícula se ha ido incrementando a lo largo de los años, en concordancia con el crecimiento de la carrera de Ingeniería Civil: en la primera edición del curso (2011), hubo 14 inscriptos; mientras que en la actual edición (2023) ese número alcanzó los 70.

Modalidad de aprobación

La aprobación del curso de Hidrología Urbana se da a través de dos instancias:

Las Evaluaciones Conceptuales Continuas (ECC). A lo largo de la cursada, y una vez finalizado el dictado de cada Unidad, los alumnos rinden una Evaluación sobre los contenidos conceptuales de la misma. Estas evaluaciones son de carácter objetivo, y se califican con un rendimiento parcial máximo. La Calificación Final de este ítem se obtiene por simple sumatoria de las calificaciones parciales descriptas.

El Trabajo Final Integrador (TFI). Los alumnos desarrollan a lo largo del curso, y exponen al final del mismo, un Trabajo Final Integrador de los contenidos de la asignatura, donde aplican los conceptos y métodos aprendidos a la solución de un problema de Ingeniería. El Trabajo Final es de carácter grupal.

En particular, el desarrollo del Trabajo Final exige a los estudiantes la habilidad para diseñar y calcular el drenaje pluvial urbano de una urbanización.

El Método Racional Modificado

En los cálculos hidrológicos urbanos, se ha impuesto, y se sigue utilizando, el denominado Método Racional (Mays, 2004). Este método permite determinar el caudal máximo (caudal pico) que es capaz de erogar una cuenca, bajo una precipitación constante en el espacio y en el tiempo, mientras su duración iguale o supere el tiempo de concentración de dicha cuenca. Debido a estas restricciones, su uso suele acotarse a las cuencas del microdrenaje urbano (Gómez Valentín, 2007).

El método racional puede ser aplicado tanto a cuencas simples como a cuencas compuestas. Las cuencas simples se caracterizan por un flujo encauzado de poca relevancia relativa y un escurrimiento mayoritariamente mantiforme. Las cuencas simples abarcan desde pequeñas cuencas de pocas hectáreas utilizadas para el análisis de microdrenaje, hasta cuencas rurales de 1 km en las que se desea estudiar el macrodrenaje. Es fundamental tener en cuenta, al aplicar el método racional, que tanto en cuencas pequeñas (pocas hectáreas) como en cuencas más grandes (0.8-1.0 km), el almacenamiento debe ser considerado insignificante.

Cuando se trata de una cuenca simple en la que se desea evaluar el microdrenaje, por ejemplo, el flujo hacia un grupo de bocas de tormenta, con una cuenca de aproximadamente 5 Ha, o en una cuenca rural, el método racional puede ser aplicado directamente

utilizando la relación $Q = C i A$, donde Q es el caudal pico erogado, i es la intensidad de lluvia, A es el área de la cuenca, y C es el coeficiente de escorrentía (parámetro adimensional comprendido entre 0 y 1). En las cuencas compuestas, en las que el flujo encauzado comienza a ser relevante en el proceso de escurrimiento y se busca diseñar estructuras hidráulicas en diferentes subcuencas o diseñar, por ejemplo, colectores o canales a medida que la cuenca de aporte se amplía aguas abajo, la aplicación del método racional a cada subcuenca y la posterior superposición de caudales máximos o hidrogramas tiende a generar estimaciones excesivas. La alternativa es aplicar el Método Racional Modificado, que implica utilizar de manera incremental el método racional clásico (Riccardi, 2004).

Sin embargo, para sistemas relativamente extensos y complejos, conformados por múltiples componentes hidrológicos (subcuencas, cunetas, confluencias, bocas de tormenta, conductos, etc.), típicos de las aplicaciones reales en los sistemas de drenaje urbano, la aplicación manual del Método Racional Modificado se complejiza a medida que se avanza en el sentido del flujo, en particular por dos razones:

la superposición temporal de los hidrogramas en las confluencias, y

la exploración de la duración crítica que maximice el caudal en cada elemento dimensionable (cunetas, bocas de tormenta, conductos).

Software de cálculo hidrológico

Existen diversos softwares de uso habitual en Hidrología e Hidrología Urbana. Dos de los más utilizados son: HECHMS (Bartles y CEIWR-HEC, 2021) y SWMM (Rossman y Simon, 2005). Cabe destacar que ninguna de estas herramientas permite aplicar el Método Racional Modificado: HEC-HMS modela el proceso de transformación lluvia-caudal a través del método del hidrograma unitario, mientras que SWMM lo hace a través del reservorio no lineal.

HEC-HMS

El Sistema de Modelado Hidrológico (HEC-HMS) está diseñado para simular los procesos de precipitación y escorrentía en cuencas de drenaje dendrítico. Está diseñado para ser aplicable en una amplia gama de áreas geográficas y resolver la mayor cantidad posible de problemas. Esto incluye el suministro de agua de cuencas de ríos grandes y la hidrología de inundaciones, así como el escurrimiento de cuencas urbanas o naturales pequeñas. Los hidrogramas producidos por el programa se utilizan directamente o en conjunto con otro software para estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, pronóstico de flujo, impacto de la urbanización futura, diseño de aliviaderos de embalses, reducción de daños por inundaciones, regulación de llanuras de inundación y operación de sistemas.

El programa es un sistema de modelado generalizado capaz de representar muchas cuencas hidrográficas diferentes. Se construye un modelo de la cuenca separando el ciclo del agua en partes manejables y construyendo límites alrededor de la cuenca de interés. Cualquier flujo de masa o energía en el ciclo se puede representar con un modelo matemático. En la mayoría de los casos, se disponen varias opciones de modelos para representar cada flujo. Cada modelo matemático incluido en el programa es adecuado para diferentes entornos y condiciones.

HEC-HMS puede ser aplicado a cuencas rurales y, con algunas consideraciones, a cuencas urbanas.

SWMM

El modelo de gestión de aguas pluviales de la EPA (SWMM, por sus siglas en inglés) es un modelo de simulación dinámica de precipitación-escurrimiento-enrutamiento utilizado para la simulación de eventos individuales o a largo plazo (simulación

continua) de la cantidad y calidad del escurrimiento principalmente en áreas urbanas. El componente de escurrimiento de SWMM opera en una colección de áreas de subcuenca que reciben precipitación y generan escurrimiento y cargas de contaminantes. La parte de enrutamiento de SWMM transporta este escurrimiento a través de un sistema de tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento/tratamiento, bombas y reguladores. SWMM registra la cantidad y calidad del escurrimiento generado dentro de cada subcuenca, y la tasa de flujo, la profundidad del flujo y la calidad del agua en cada tubería y canal durante un período de simulación dividido en múltiples pasos de tiempo.

SWMM tiene en cuenta varios procesos hidrológicos que producen escurrimiento en áreas urbanas. Estos incluyen:

- Precipitación variable en el tiempo.
- Evaporación del agua superficial estancada.
- Acumulación y fusión de nieve.
- Intercepción de la precipitación por almacenamiento en depresiones.
- Infiltración de la precipitación en capas de suelo no saturadas.
- Percolación del agua infiltrada en capas de agua subterránea.
- Interflujo entre el agua subterránea y el sistema de drenaje.
- Enrutamiento no lineal de flujo superficial en embalses.
- Captura y retención de precipitación/escurrimiento con diversos tipos de prácticas de desarrollo de bajo impacto (LID, por sus siglas en inglés).

Desarrollo

MRM es un módulo escrito en Python, que incluye un conjunto de funciones adecuadas para la aplicación del Método Racional Modificado. Permite la generación, suma (superposición) y traslado de los hidrogramas generados en base a este método.

Para el desarrollo de MRM se utilizaron las librerías NumPy (Harris et al., 2020), SciPy (Virtanen et al., 2020) y Matplotlib (Hunter, 2007).

La funcionalidad de cálculo viene dada a través de tres funciones:

GeneraH

- Esta función genera el hidrograma de descarga de una cuenca, en base a
- El coeficiente del Método Racional C (adimensional)
- la intensidad de la lluvia i (en mm/h)
- el área de la cuenca A (en ha)
- la duración de la lluvia d (en min)

- el tiempo de concentración de la cuenca t_c (en min)
- la duración de la simulación D (en min)

El caudal pico se alcanza cuando la duración de la tormenta iguala al tiempo de concentración de la cuenca. Para duraciones mayores (a igualdad de intensidad) se incrementa el volumen erogado, pero no el caudal pico; mientras que para duraciones menores, y en forma simplificada, se puede establecer una relación lineal entre el caudal máximo y el caudal pico dado por el Método Racional (Figura 1).

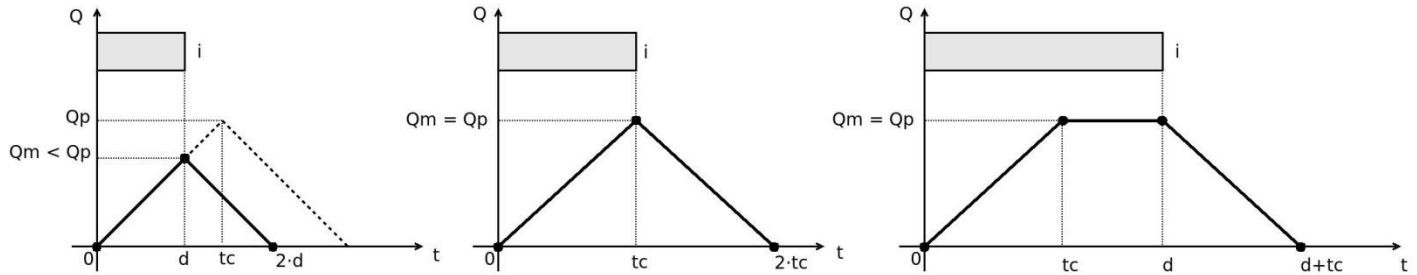


Figura 1. Hidrogramas generados por el Método Racional Modificado para una duración de precipitación menor (izquierda), igual (centro) y mayor (derecha) que el tiempo de concentración de la cuenca

Esta función genera como resultado un arreglo bidimensional que contiene las coordenadas (t_i, Q_i) (en min y m^3/s respectivamente) y que representa el hidrograma de descarga de la cuenca.

TrasladaH

Esta función traslada el hidrograma a lo largo de una conducción (cunetas, canales) aplicando las hipótesis del Método Racional Modificado: el hidrograma no sufre ninguna atenuación (producto del almacenamiento en el tramo) y, como consecuencia, solo sufre un incremento en sus abscisas temporales (Figura 2).

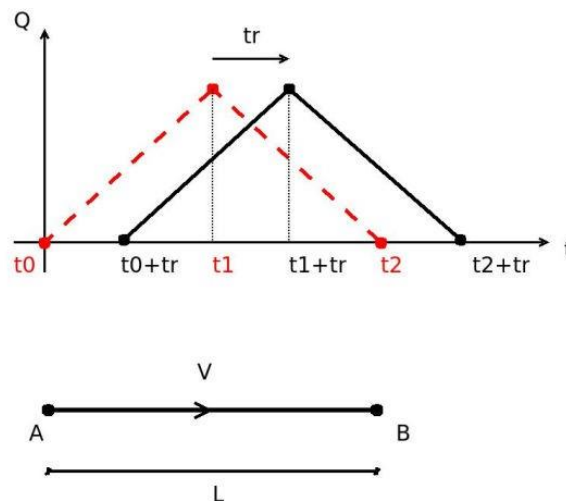


Figura 2. Traslado (tránsito) del hidrograma en una conducción (canal) en el Método Racional Modificado

Los parámetros de entrada de la función son:

Un hidrograma de entrada Q_e , representado a través de un arreglo bidimensional

Un tiempo de traslado t_r (en min)

La función devuelve un hidrograma de salida Q_s , también como un arreglo bidimensional de pares ordenados (t_i, Q_i) .

SumaH

Esta función suma (superpone) hidrogramas en las uniones o confluencias de flujo. Admite cualquier número de hidrogramas de entrada Q_1, Q_2, Q_3 , etc. (al menos dos) representados como arreglos bidimensionales. Devuelve como resultado un arreglo bidimensional con el hidrograma de salida de la confluencia, que se obtiene sumando los caudales de entrada en abscisas temporales homólogas (Figura 3).

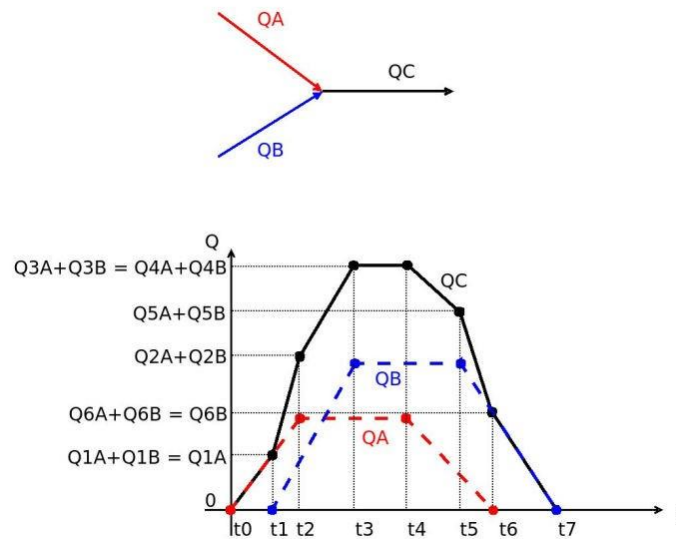


Figura 3. Suma (superposición temporal) de dos hidrogramas en una confluencia

Visualización de resultados

La visualización de resultados obtenidos con MRM se puede realizar a través de una tabla de valores (t, Q) o por medio de una gráfica (hidrograma). La función desarrollada a este fin, MuestraH, recibe un arreglo bidimensional (que representa el hidrograma a mostrar), presenta una tabla con sus valores y, opcionalmente y a pedido del usuario, grafica el hidrograma correspondiente (Figura 4).

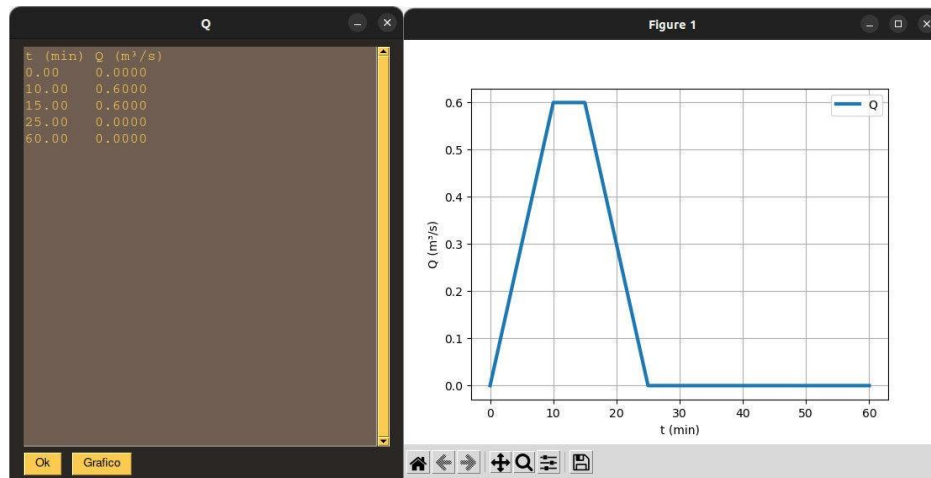


Figura 4. Resultados tabulares (izquierda) y gráficos (derecha) presentados por MRM

Interfaz gráfica de usuario

Si bien el módulo MRM puede ser importado y utilizado en línea de comandos, debido a que los estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad Córdoba no han recibido una instrucción formal en programación, se decidió desarrollar una interfaz gráfica de usuario que permita una mayor usabilidad del software para ese perfil de alumnos. La interfaz fue desarrollada en el módulo PySimpleGUI y fue compilada bajo los sistemas operativos Windows y Linux.

La ventana principal permite acceder a las cuatro funciones: GeneraH, TrasladaH, SumaH y MuestraH. Al hacer clic sobre los respectivos botones, se accede a una ventana secundaria que permite cargar los parámetros de cálculo, calcular el resultado, visualizarlo y salir a la ventana principal (Figura 5).



Figura 5. Interfaz gráfica de usuario de MRM: ventana principal (izquierda), función GeneraH (Centro) y función TrasladaH (derecha)

Conclusiones

MRM viene a cubrir un área de vacancia en la enseñanza del Método Racional Modificado aplicado a áreas urbanas, y es apropiado para brindar a los estudiantes una herramienta de cálculo que les permita desarrollar sus prácticas de diseño y cálculo hidrológico, sin recurrir a herramientas más sofisticadas.

En la edición 2023 del curso de Hidrología Urbana, los estudiantes lo han recibido y valorado en forma positiva y se ha constituido en la herramienta preferida para el desarrollo de sus Trabajos Finales Integradores.

Como proyectos a futuro, se prevé trabajar en las siguientes líneas:

- 1- Inclusión de divisores de flujo: permitirá simular el funcionamiento hidráulico de las bocas de tormenta, con sus distintas tipologías y ecuaciones respectivas;
- 2- Programación orientada a objetos: se trabaja en la reescritura del código en el paradigma orientado a objetos, lo que permitirá un mejor mantenimiento y escalabilidad del software.
- 3- Determinación de la duración crítica del evento: se implementará una funcionalidad de búsqueda de la duración crítica del evento, para cada elemento componente, que maximice su caudal, a igualdad de periodo de retorno.
- 4- Dimensionamiento de obras hidráulicas: se prevé incluir en futuras versiones de MRM la capacidad de dimensionamiento o verificación de obras hidráulicas urbanas (cunetas, bocas de tormenta, conductos subterráneos, etc.), completando de esa forma la metodología del Método Racional Modificado.
- 5- Integración con QGIS: se incluirá el motor de cálculo de MRM en un complemento (*plugin*) del popular Sistema de Información Geográfica QGIS, aprovechando las capacidades de este sistema en lo referido al manejo de la información geográfica (áreas y pendientes de cuencas, longitudes de conductos, etc.).
- 6- Dado que MRM aún se encuentra en etapa experimental, no ha sido liberado al público en general. El objetivo es que, una vez integrado en el entorno QGIS como un complemento (*plugin*) se publique bajo licencia GNU-GPL y esté libremente disponible a la comunidad.

Se considera que el desarrollo actual y futuro de MRM brindará a los estudiantes de Hidrología Urbana una herramienta de software didáctico que les permitirá explorar y simular el funcionamiento de sus diseños de drenaje pluvial urbano bajo distintos escenarios, en forma rápida e intuitiva.

Referencias

- Bartles, M. y CEIWR-HEC (2021). Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual Version 4.10. Davis, nCA: US Army Corps of Engineers, Institute of Water Resources, Hydrologic Engineering Center (HEC), 609 Second Street. Disponible en: <<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.10>>
- Gómez Valentín, M. (2007). Hidrología urbana. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., van Kerkwijk, M., Brett, M., Haldane, A., Fernández-del-Río, J., Wiebe, M., Peterson, P., Gérard-Marchant, P., Sheppard, P., Reddy, T., Weckesser, W., Abbasi, H., Gohlke, C., y Oliphant, T. (2020) "Array programming with NumPy". Nature, 585, 357-362. Disponible en: <<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>>
- Hunter, J. D. (2007) "Matplotlib: A 2D Graphics Environment". Computing in Science & Engineering, 9(3), 90-95. Disponible en: <<https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MCSE.2007.55>>
- Mays, L. W. (2004). Stormwater Collection Systems Design Handbook. New York: Mc Graw-Hill.
- Riccardi, G. A. (2004). Hidrología en medios antropizados. Rosario: Maestría en Recursos Hídricos de Llanura, Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

Rossmann, L. A. y Simon, M. A. (2005). SWMM 5.0 vE Manual de Usuario. Valencia: Grupo de Mecánica de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: http://www.instagua.upv.es/swmm/descargas/Manual_SWMM5vE.pdf

Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., Burovski, E., Peterson, P., Weckesser, W., Bright, J., van der Walt, S. J., Brett, M., Wilson, J., Millman, K. J., Mayorov, N., Nelson, A. R. J., Jones, E., Kern, R., Larson, E., Carey, C. J., Polat, I., Feng, Y., Moore, E. W., VanderPlas, J., Laxalde, D., Perktold, J., Cimrman, R., Henriksen, I., Quintero, E. A., Harris, C. R., Archibald, A. M., Ribeiro, A. H., Pedregosa, F., van Mulbregt, P., y SciPy 1.0 Contributors (2020). "SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python". Nature Methods, 17(3), 261-272. Disponible en: <<https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>>

Impulso Ingeniería: Potenciando el Éxito Estudiantil a través de Tutorías Motivacionales Pares en la UTN La Plata

Engineering Boost: Enhancing Student Success through Peer Motivational Mentoring at UTN La Plata

Romina Istvan

Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información (LINES), Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
ristvan@frlp.utn.edu.ar

Lorena Plaquin

Secretaría Académica, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
lplaquin@frlp.utn.edu.ar

Aldana Stirz

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
astirz@alu.frlp.utn.edu.ar

Azul Mauriño

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
amaurino@alu.frlp.utn.edu.ar

Resumen

La Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) ha identificado que la tasa de desgranamiento en el primer año alcanza aproximadamente el 60%, y observa una notoria desaceleración en las cursadas, especialmente en el primer año de ciertos campos disciplinares, extendiéndose en promedio a dos o tres años. Esto representa un desafío significativo para las instituciones de educación superior.

En respuesta a estas problemáticas, la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata (UTN La Plata) en 2022 formaliza el Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE), donde Trayectorias Continuas se convierte en un eje central. Dicho eje promueve el establecimiento de políticas de acompañamiento para los estudiantes durante su recorrido universitario, especialmente en el primer año de la carrera.

Bajo este marco, en 2023 se implementa el Programa Impulso Ingeniería/Tutorías Pares en la institución, con el objetivo de generar condiciones institucionales que permitan el acompañamiento estudiantil a través del apoyo social y emocional brindado por tutores pares en las diversas especialidades que se dictan en la facultad. El presente trabajo expone los antecedentes, objetivos generales y específicos del programa, su metodología y explicita los resultados esperados de su implementación.

Palabras clave: Tutorías Pares; Tutorías Motivacionales; Tutorías; Deserción Estudiantil; Desgranamiento

Abstract

The Secretariat for University Policies (SPU) has identified that the rate of student attrition in the first year reaches approximately 60%, and observes a noticeable slowdown in the courses taken, especially in the first year of certain disciplinary fields, extending on average two or three years. This represents a significant challenge for all higher education institutions.

In response to this problem, UTN Regional Faculty La Plata (UTN La Plata) since 2022 has implemented the Program of Accompaniment of Educational Trajectories (PATE), where "Continuous Trajectories" becomes a central axis. This axis arises from the need to establish accompanying policies for students during their university career, especially in the first year of the career.

Under this framework, in 2023 the Engineering Boost Program/Peer Mentoring is formalized in the institution, with the aim of generating institutional conditions that allow student accompaniment through social and emotional support provided by peer tutors specialized in the various fields of the faculty. This paper presents the background, general and specific objectives of the program, its methodology and explains the expected results of its implementation.

Keywords: Peer Mentoring; Motivational Mentoring; Mentoring; Student Dropout; Student attrition

Introducción

El Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) integrado por rectoras, rectores, presidentes y presidentas de las Universidades

Nacionales y Provinciales reconocidas por la Nación Argentina, en 2021 elaboró un documento denominado "Universidades Argentinas del 2030", en el cual reconoce entre otras, una de las problemáticas que atañen a las Universidades Argentinas: la duración real y teórica de las carreras de nivel superior (CIN, 2021). Los datos de la SPU muestran una brecha muy amplia entre ambas duraciones, donde sólo el 27,7% de los estudiantes universitarios argentinos egresan en el tiempo teórico previsto (SPU, 2023).

De igual manera, dicho documento expone que la tasa de desgranamiento para el primer año ronda el 60%; demostrando, en variados estudios sobre trayectorias que no siempre ocurre un desgranamiento sino una significativa ralentización de las cursadas. Y es en ese primer año donde, en ciertos campos disciplinares, suele extenderse a dos o tres años. Podría pensarse que uno de los motivos es la elección equivocada de carrera, pero éste no es un factor determinante dado que, sólo un 20% de las y los estudiantes lo realiza.

En respuesta a estas problemáticas, la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata (UTN La Plata) en 2022 formaliza el Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE), en el cual Trayectorias Continuas es un eje fundamental. Dentro de este eje se genera el Programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares con el fin de generar condiciones institucionales que permitan el acompañamiento estudiantil a través del apoyo brindado por tutores pares interiorizados en las diversas especialidades de la facultad.

El presente trabajo se organiza de la siguiente forma. La primera sección expone brevemente el contexto y motivación que da origen al estudio de la ralentización del ritmo académico y la deserción estudiantil universitaria.

La segunda sección profundiza en los antecedentes de estudios y programas que abordan estas problemáticas en la institución. Seguidamente, se destaca el Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE) que es formalizado en el año 2022 y el Programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares implementado en 2023.

Finalmente, en la última sección se exponen los resultados esperados, las conclusiones y el trabajo futuro.

Desarrollo

1- Antecedentes en la UTN La Plata

A lo largo de los años, la UTN La Plata ha realizado diversas investigaciones para conocer las causas de ralentización de los estudios y deserción estudiantil junto a programas tendientes a minimizar sus impactos.

- Consultorías Da Vinci. El proyecto de consultorías para Estudiantes Leonardo Da Vinci desde el año 2004 propuso organizar clases de apoyo y actividades compensatorias a contraturno para alumnos rezagados en materias del Departamento de Ciencias Básicas (Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático I y II, Física I y II, Química General) creando un mecanismo de consultoría para brindar, a los alumnos que así lo requieran, atención personalizada sobre aspectos específicos de las asignaturas enunciadas.
- Programa de tutorías PACENI. La carrera de Ingeniería en Sistemas de Información en la institución desarrolló durante los años 2009-2018 el Proyecto PACENI (Proyecto de Apoyo para el mejoramiento de la enseñanza de primer año de las carreras de grado de Ciencias Exactas, Naturales, Económicas e Informáticas), el cual fue uno de los elementos que componían el Programa de Calidad Universitaria articulado por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) dependiente del Ministerio de Educación de la Nación. A través de PACENI se apostó al fortalecimiento de las condiciones institucionales, curriculares y pedagógicas con el objeto de incrementar la inserción, la promoción y el rendimiento académico de los estudiantes del primer año de las carreras anteriormente mencionadas, mediante tutorías pares de orientación y académicas.
- Relevamiento sociológico. La UTN La Plata realiza relevamientos sociológicos a sus estudiantes desde el año 2012 mediante las Encuestas PEFI, las cuales fueron creadas para responder a la solicitud de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU). Dichas encuestas recogen información complementaria a la académica, posibilitando el registro de datos laborales, familiares y económicos. En base a estos datos, entre los años 2016 y 2018, fue posible definir los perfiles de los alumnos desertores y no desertores de la institución (Istvan et al., 2019).
- Encuestas Ingresantes. Desde el año 2015 se lleva a cabo en la UTN La Plata la denominada “Encuesta Ingresantes” con el fin de conocer la situación general y el grado de satisfacción de los estudiantes respecto al curso de ingreso. Los puntos evaluados responden a aspectos laborales y económicos, vocacionales, sociales, de integración y desarraigo, así como también a las relaciones con los profesores y actividades académicas, considerando su nivel de exigencia. Los datos recabados en la encuesta se utilizan para obtener los perfiles de los ingresantes desertores en trabajos de investigación (Falco et al., 2016).
- Perfiles de deserción. En el año 2016 se realiza la primera investigación sobre perfiles de deserción en la UTN La Plata. El estudio toma como grupo de análisis a los ingresantes en el período 2013/2015 y mediante técnicas de Minería de Datos identifica los atributos más relevantes relacionados con el abandono estudiantil. En el año 2018 se valida el modelo obtenido con una nueva investigación realizada para los ingresantes en el período 2016/2017 (Istvan et al., 2018). En el año 2016 se publica, asimismo, un estudio comparativo entre los estudiantes de la Regional y la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) (Baldino et al., 2016).
- Desde octubre de 2020 a julio de 2021 Rectorado de la UTN implementa para todas sus facultades el Plan Único de Contención Académica (PUCA) el cual brinda apoyo y fortalecimiento a las áreas de Ingreso y Primeros Años de las carreras, de manera excepcional y extraordinaria, ante la situación de aislamiento social y preventivo. El Plan se divide en tres programas que se complementan entre sí: (a) Programa de Apoyo de Ingreso Virtual (PAIV): brinda a cada aspirante herramientas y acompañamiento para facilitar la adquisición de las competencias requeridas para cursar con éxito la carrera

elegida y aportar a las estrategias de disminución de deserción en los primeros años; (b) Programa de Apoyo a Estudiantes que no aprobaron el cursado 2020 (PAE): quedan en este programa encuadradas las asignaturas de primer y segundo año de las carreras de grado donde la relación interpersonal presencial es muy importante, por lo que las mismas fueron muy afectadas por la pandemia; y (c) Programa Tutores Pares (PTP): tiene como fin brindar acompañamiento, guía y orientación a los estudiantes que se inician o continúan con sus estudios en cualquiera de las carreras de grado, desde una dimensión tanto académica, como cultural y social.

2-Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE)

En el año 2022 se aprueba el Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE) que tiene lugar en el ámbito de la Secretaría Académica UTN La Plata. Dentro de este espacio se trabaja sobre las experiencias que surgen alrededor del ámbito académico e institucional y que representan momentos relevantes como el acceso, el tránsito por la carrera, la permanencia, la interrupción temporal y el egreso con la titulación universitaria.

Dicho Programa busca ampliar el derecho a la universidad: derecho al acceso, a la permanencia, a la graduación y a la garantía de una formación de calidad para todos. Donde la noción de inclusión presta consideración a la heterogeneidad social y a la diversidad étnica y de género; reconociendo la desigualdad de distribución y apropiación del capital económico, cultural y académico por parte de los diferentes grupos sociales. En este sentido el concepto de inclusión universitario trasciende la perspectiva de acceso formal de los estudiantes a las instituciones; y plantea como meta la equidad a través de la generación de condiciones que garanticen y promuevan la permanencia y graduación para todos los estudiantes.

Es así como Trayectorias Continuas se convierte en uno de los ejes centrales de este programa y surge como respuesta a la necesidad de generar políticas de acompañamiento para los estudiantes durante su recorrido por la vida universitaria. De esta manera, en el año 2023 dentro de este eje se genera el Programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares que propone abordar el proceso del ingreso, permanencia y egreso universitario.

3- Programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares

El objetivo general de este programa es proporcionar acompañamiento a los estudiantes, brindando apoyo social y emocional a través de la colaboración de tutores pares en las diversas especialidades que se imparten en la institución.

Los objetivos específicos del programa son:

- Crear un ambiente de apoyo y colaboración: A través de la promoción del trabajo en equipo, el intercambio de conocimientos y la cooperación mutua, se busca fortalecer las relaciones entre los estudiantes y fomentar un sentido de pertenencia dentro de la facultad. El objetivo es generar un espacio donde los estudiantes se sientan respaldados y puedan contar con el apoyo de sus pares.
- Facilitar la adaptación y la integración: Los tutores pares, al brindar orientación y consejos prácticos sobre la vida universitaria, buscan ayudar a los estudiantes a familiarizarse con el entorno, los recursos y los servicios disponibles en la institución. De esta manera, se intenta facilitar la transición de los estudiantes a la vida universitaria y promover su integración en la comunidad académica.
- Promover la confianza y la motivación: A través de la tutoría, los tutores ayudan a los estudiantes a desarrollar una mayor confianza en sus habilidades académicas y a mantener una actitud positiva hacia el aprendizaje. El objetivo es fomentar la

confianza en sí mismos y en su capacidad para enfrentar los desafíos académicos mediante el desarrollo de habilidades de autogestión y autoconfianza.

- Brindar apoyo emocional: Los tutores pares ofrecen un espacio seguro y de confianza para que los estudiantes expresen sus preocupaciones, inquietudes o ansiedades relacionadas con la vida universitaria.
- Fomentar la participación estudiantil: Mediante el acompañamiento y asesoramiento se promueve la participación de los estudiantes en actividades extracurriculares, eventos académicos y proyectos relacionados con la vida universitaria y el rol de estudiante universitario. De esta manera, se intenta fomentar la participación activa de los estudiantes y enriquecer su experiencia más allá del ámbito académico.
- Mejorar los índices de ralentización de los estudios y deserción estudiantil: A través del apoyo brindado por los tutores pares, se busca reducir los índices de estas problemáticas. El objetivo es proporcionar un apoyo integral que contribuya
- al éxito académico y personal de los estudiantes, ayudándolos a superar obstáculos y promoviendo su permanencia en la institución.

Los destinatarios de este programa son los estudiantes de carreras de grado que se dictan en la institución. En una primera etapa se focaliza en el acompañamiento a ingresantes, ampliándose paulatinamente al resto de los años académicos de las trayectorias educativas.

Los tutores que ejecutan la acción tutorial son estudiantes avanzados con experiencia en las mismas áreas de estudio y desempeñan un papel fundamental al ofrecer apoyo personalizado y cercano, basado en sus propias vivencias y conocimientos. Además, desempeñan un papel importante en el desarrollo de habilidades de autogestión y autoconfianza, motivando a los estudiantes a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje, fomentando la toma de decisiones informadas y la planificación efectiva.

Los tutores son mayoritariamente beneficiarios del Programa de Becas Estratégicas Manuel Belgrano. Dicho Programa es un sistema de becas para promover el acceso, la permanencia y la finalización de estudios de grado y pregrado en nueve áreas de política pública consideradas claves para el desarrollo económico del país y la igualdad social: Alimentos, Ambiente, Computación e Informática, Energía convencional y alternativa, Logística y Transporte, Petróleo y Gas, Minería y Ciencias básicas (Ministerio de Educación de la Nación Argentina, 2023).

La metodología de trabajo responde a un enfoque bimodal con una doble articulación: Coordinadores de Tutores / Tutores Pares y Tutores Pares / Estudiantes.

Dentro de la articulación Coordinadores de Tutores / Tutores Pares se articula el trabajo general del proyecto, donde se llevan a cabo las propuestas relacionadas con la revisión y problematización de los métodos utilizados, así como la inclusión de las propuestas institucionales. Dicha articulación garantiza que las acciones implementadas estén alineadas con los objetivos del proyecto y promueve su integración en el contexto institucional.

La segunda articulación Tutores Pares / Estudiantes tiene la responsabilidad de poner en práctica lo anteriormente mencionado, es decir, llevar a cabo la acción concreta del trabajo de los tutoras/es con los estudiantes. Su labor implica brindar apoyo directo, orientación y seguimiento a los estudiantes, asegurando un acompañamiento motivacional.

Se plantean como trabajo las parejas pedagógicas para la realización del trabajo tutorial en los cursos asignados, con el fin de aprovechar la colaboración y complementariedad de habilidades. La vinculación entre los tutores se centra en la coordinación, planificación, apoyo mutuo y evaluación conjunta, con el objetivo de mejorar la calidad de la tutoría.

En una primera etapa se articulan dos modalidades: las Tutorías en Aula y las Entrevistas Virtuales; ambas constituyen dispositivos para sostener y generar instancias de encuentro con el equipo de tutorías.

Las Tutorías en Aula tienen un doble objetivo: brindar un apoyo cercano y continuo a los estudiantes, y a la vez articular la vinculación tutores / equipos docentes para promover la comunicación efectiva y el trabajo conjunto. Por su parte las Entrevistas Virtuales tienen como meta realizar el seguimiento de las trayectorias educativas de estudiantes que registran ausencias y abandonos de asignaturas; posibilitando, de esta manera, la comunicación directa en situaciones donde la presencia física no es posible. Estas tutorías se llevan a cabo vía telefónica / whatsapp / redes sociales y ofrecen un espacio de diálogo individualizado.

La implementación de ambas modalidades busca promover, en diversos escenarios y circunstancias, espacios de encuentro y oportunidades de acompañamiento para los estudiantes brindándoles el apoyo necesario para superar obstáculos y promover el éxito académico y el desarrollo integral.

4- Sistema de gestión tutorial ESDEU

El programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares de la UTN La Plata utiliza como herramienta informática el sistema software de gestión tutorial ESDEU. Dicho sistema ha sido diseñado y desarrollado como parte del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID): “Estudio Sistemático de Deserción Estudiantil Universitaria (ESDEU)” homologado por Rectorado UTN con código TEINNLP0003786, el cual continúa su línea de trabajo a partir del año 2020 con nuevos proyectos de tecnología con impacto en la deserción estudiantil.

El sistema software brinda un aporte sustancial a las actividades desarrolladas dentro de las tutorías al constituir una herramienta informática que posibilita la generación de alertas temprana de posibles desertores y facilita el seguimiento de los estudiantes que requieren asistencia personalizada a lo largo de su trayectoria educativa (Istvan, 2022). De esta manera, brinda soporte integral al programa PATE.

La herramienta incorpora su propio modelo de riesgo de deserción, el cual se fundamenta en los principales enfoques que conforman el marco teórico y el análisis particular del perfil de los estudiantes desertores de la institución, conformando tres pilares o ejes de análisis: Perfil Socioeconómico, Inasistencias y Rendimiento Académico.

Cada uno de estos ejes se asocia con una medida de importancia relativa o peso, que representa la incidencia sobre la estimación. A mayor peso, mayor incidencia. De esta manera, la estimación de riesgo de deserción obtenida para cada alumno en particular se visualiza en el sistema mediante un semáforo de colores: verde (sin riesgo), amarillo (riesgo leve), naranja (riesgo moderado) y rojo (crítico).

Consecuentemente, el nuevo software se ajusta a la problemática general de la deserción, a la vez que se lo particulariza a las necesidades de la institución.

En 2022 se realizó la implementación y puesta en marcha del sistema en la UTN-FRLP, inicialmente en una prueba piloto en dos comisiones del Curso de Ingreso, en los meses de febrero y marzo. Su utilización por un grupo de tutores posibilitó la identificación temprana de alumnos con reiteradas inasistencias, alumnos ausentes en las fechas de parciales y alumnos que no aprobaron parciales. Esto permitió el contacto con los estudiantes antes de que pierdan relación con la institución, posibilitando

conocer las causas y situación particular de cada alumno; facilitando, a su vez, intervenciones de acompañamiento y apoyo académico particularizadas a cada estudiante.

El sistema asimismo alertó sobre perfiles de riesgo de deserción; es decir alumnos que no presentaron inasistencias ni bajo rendimiento académico, pero su perfil socioeconómico pertenecía al grupo de riesgo.

Durante el mes de abril de 2022 se amplió la funcionalidad del modelo de riesgo de deserción habilitando el mismo para todas las carreras brindadas por la Regional.

Conclusiones

En este trabajo, se han abordado las problemáticas relacionadas con la duración real y teórica de las carreras universitarias y la deserción estudiantil en la UTN La Plata. A partir de este contexto, se han desarrollado diversos antecedentes y programas que buscaron atender y minimizar estos desafíos en la institución.

El Programa de Acompañamiento de las Trayectorias Educativas (PATE), aprobado en 2022 en la UTN La Plata, ha sido fundamental para atender estas situaciones y generar políticas de acompañamiento a lo largo del recorrido universitario de los estudiantes. Dentro de este marco, el Programa Impulso Ingeniería / Tutorías Pares se ha implementado en 2023 como una estrategia central para proporcionar apoyo social y emocional a través de tutores pares. Las modalidades de trabajo implementadas en este programa responden a las Tutorías en Aula y a las Entrevistas Virtuales, que buscan generar espacios de encuentro y acompañamiento en diferentes escenarios y circunstancias.

Dentro de este programa, el sistema de gestión tutorial ESDEU ha sido utilizado como herramienta informática integral al permitir calcular automáticamente factores de riesgo de deserción, presentar alertas tempranas y gestionar de manera eficiente el seguimiento de los estudiantes antes de que pierdan contacto con la institución.

La implementación de diversas modalidades de tutoría y el uso del sistema de gestión tutorial ESDEU son estrategias claves en la ejecución de este programa.

En el futuro, se espera obtener resultados positivos para estas problemáticas así como una mayor participación y éxito académico de los estudiantes. Asimismo, se busca continuar mejorando y perfeccionando el programa, considerando la retroalimentación de los estudiantes y la evaluación de los resultados obtenidos.

Referencias

Baldino, G.; Lanzarini, L. y Charnelli, M. (2016); "Análisis del avance académico de alumnos universitarios. Un estudio comparativo entre la UTN-FRLP y la UNLP"; XI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología; ISBN: 978-987-3977-30-5; p. 589-596.

CIN, Consejo Interuniversitario Nacional (2021). "La Universidad Argentina: Hacia el Desarrollo Económico y el Progreso Social". Disponible en <<https://www.cin.edu.ar/download/universidades-argentinas-del-2030>>.

Falco, M.; Istvan, R. y Antonini, S. (2016). "Deserción Universitaria: Validación de Patrones Relacionales en los Alumnos de Primer Año", 4to Congreso Nacional de Ingeniería Informática (CONAISI 2016), 17 y 18 de noviembre de 2016, UCASAL Universidad Católica de Salta; ISSN 2347-0372

Istvan, R. (2022) Deserción estudiantil en la UTN-FRLP. Detección temprana mediante un sistema software de gestión tutorial", Tesis (Maestría en Tecnología Informática Aplicada en Educación), Facultad de Informática, UNLP.

Istvan, R. y Lasagna, V. (2019). “Sistema Informático para la Detección Temprana de Deserción Estudiantil Universitaria. Estudio sobre ingresantes de la UTN Regional La Plata”; Revista: Innovación y Desarrollo Tecnológico y Social (IDTS), Volumen 1(2) del 2019; e-ISSN: 2683-8559

Istvan, R. y Lasagna, V. (2018). “Detección Temprana de Deserción Estudiantil para Aspirantes e Ingresantes de la UTN FRLP”, CYTAL 2018 – 8° Jornadas de Ciencia y Tecnología, 12 al 14 de septiembre de 2018, UTN FRVM; ISBN 978-987-4433-19-0; 87-92

Ministerio de Educación de la Nación Argentina (2023). Programa de Becas Estratégicas Manuel Belgrano. Disponible en: <<https://www.argentina.gob.ar/educacion/becas/becas-manuel-belgrano>>

SPU, Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación Argentina (2023). Síntesis de Información Estadísticas Universitarias 2021-2022. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/educacion/universidades/informacion/publicaciones/sintesis>

SOBRE AUSENCIAS Y PRESENCIAS: El vínculo docente-estudiante y su importancia en un tiempo de transiciones

About absences and presences: The teacher-student relationship and its importance in a time of transitions

Alejandro Daniel Spiegel

(Director del Grupo de Investigación TecMovAE -Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación) Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional San Nicolás – Argentina
spiegelalejandro@gmail.com

María Gabriela Despuy

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Nicolás – Argentina
gdespuy@frsn.utn.edu.ar

Clarisa Fabiana Israel

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza – Argentina
clarisa.israel@gmail.com

Silvia Rita Kern

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Nicolás – Argentina
silvia.kern@gmail.com

Javier Antonio Marchi

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Nicolás – Argentina
profejaviermarchi@outlook.com

Carina Daniela Pacini

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Nicolás – Argentina
cpacini@frsn.utn.edu.ar

Fernando Cristian Zabala

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional La Plata – Argentina
fcristianzabala59@gmail.com

Resumen

Ante las circunstancias vividas durante el aislamiento social obligatorio por el Covid-19 en el que docentes y estudiantes debieron interactuar y participar en espacios virtuales a través -y mediados por- diferentes tecnologías digitales, las y los autores proponen reflexiones y aportes teóricos sobre los desafíos y problemas (no solo tecnológicos) que se dieron en este período de aislamiento. Este artículo fue escrito por miembros del grupo de investigación TecMovAE, quienes investigan la aplicación educativa de las tecnologías digitales en la universidad desde hace más de doce años. El artículo también plantea nuevos interrogantes que se abordan en la etapa actual del proyecto de investigación PID 8435.

Palabras clave: Presencia efectiva, Relación docente-alumno, Aislamiento Covid 19, Pedagogía.

Abstract

Given the circumstances experienced during the mandatory social isolation by Covid-19 in which teachers and students had to interact and participate in virtual spaces through -and mediated by - different digital technologies, the authors propose reflections and theoretical contributions about the challenges and problems (not only technological ones) that occurred in this period of isolation. This article was written by members of the TecMovAE research group, who have been researching the educational application of digital technologies in the university for more than twelve years. The article also raises new questions that are addressed in the current stage of the research project PID 8435.

Keywords: Effective presence, Teacher-student relationship, Covid 19 isolation, Pedagogy.

Introducción

Cuando la presencialidad estuvo ausente

Durante el aislamiento social obligatorio provocado por la pandemia del Covid-19, tanto docentes como estudiantes debieron ausentarse de manera inmediata de sus escuelas, facultades y demás instituciones educativas que hasta ese momento habían sido su punto de encuentro tradicional para conectarse e interactuar.

Así fue que, de manera urgente, tuvieron que relacionarse (y mejorar paulatinamente dicha relación) con una cantidad tan importante como variada de diferentes herramientas tecnológicas que les permitieron encontrarse, al menos virtualmente. Las tecnologías digitales fueron, como dice Area Moreira (2021), la solución inmediata y urgente para continuar compartiendo contenidos y materiales de estudio, llevar a cabo tutorías o debates, entregar actividades e inclusive para realizar evaluaciones.

Estos encuentros virtuales, no solo estuvieron mediados por una pantalla, sino también por nuevas versiones del reloj o el almanaque; y esa distancia que los separó, no solo tuvo que ver con un alejamiento físico, sino también con una brecha temporal debido a la asincronicidad con que muchos contactos debieron darse. Según Kisilevsky y otros (2022), la virtualidad provocó el desafío pedagógico de pensar cómo enseñar, sin planificación previa, en un escenario mediado por la tecnología que produjo principalmente modificaciones de espacio y de tiempo. Un contexto en el que hubo que pensar y diseñar nuevas estrategias de enseñanza, revisar y reorganizar saberes y contenidos, y priorizar qué enseñar, modificando los programas de las asignaturas y creando nuevos materiales. Estos mismos autores agregan que las y los docentes debieron repensar el vínculo pedagógico del nuevo escenario articulando con las herramientas digitales disponibles y que por ello se potenciaron los contactos a través de mails, grupos de WhatsApp y de Facebook, y en plataformas como Moodle y Classroom, entre otros. Afirman también que este pasaje de la presencialidad a la virtualidad unificó en algún sentido a docentes y a estudiantes, ya que ambos debieron aprender el uso de cada plataforma y de sus recursos.

Este artículo, acercará los aportes de diferentes autores al respecto de estas problemáticas para, finalmente, formularnos nuevas preguntas que estamos intentando responder en nuestro proyecto de investigación (PID UTN TEAIASN0008435).

Sobre la ausencia y otras problemáticas que afectaron a estudiantes (vivencias negativas)

A la mayoría de las y los docentes les tocó ver, en esos encuentros virtuales que realizaron a distancia con sus estudiantes, que hubo contactos que no se dieron, enlaces que no linkearon, conexiones que no pudieron establecer,

alumnas y alumnos a los que no pudieron acercarse como hubiesen podido hacer durante la presencialidad (García Peñalvo, 2020).

Se sumaba a esta situación que el aislamiento debido a la pandemia se declaró en Argentina a mediados del mes de marzo, a pocos días del inicio del ciclo lectivo, lo cual implicó que en muchos casos, docentes y estudiantes prácticamente no llegaron a conocerse.

Es por ello que lo que más costó hacer durante la pandemia fue establecer y mantener vínculos con estudiantes que no se conectaban y a los cuales no pudieron traer a sus aulas virtuales. No podían colocar la mano en su hombro, mirarlos, escucharlos y hablarles como hubiesen hecho en las aulas físicas. Aulas reales que, de ninguna manera, aseguraban un vínculo ya que, como afirma Spiegel (2020a), antes (en las aulas de ladrillo) también existían presencias y distancias. Pero al menos en la pre-pandemia estaban generalmente compartiendo un mismo espacio y un mismo tiempo. Al respecto, dice Area Moreira (2021) que estudiantes y docentes necesitan el contacto físico, la interacción cara a cara, el intercambio de ideas y afectos en tiempo real, en una conversación directa ya que son seres sociales. Y afirma también que la presencialidad es una experiencia vital necesaria, valiosa y significativa.

Al respecto de las y los alumnos que no pudieron conectarse a dichos encuentros virtuales, podría mencionarse como una de las principales causas de su ausencia a la imposibilidad tecnológica. Al respecto, García Peñalvo (2020) afirma que durante la pandemia se magnificaron las brechas entre quienes tuvieron acceso a la tecnología y quienes no. Y menciona la existencia de tres tipos de brechas que afectaron a estudiantes (y también a docentes), a saber:

- una primera brecha de acceso que se dio tanto por carecer de los medios económicos necesarios como por residir en zonas con conexión insuficientes;
- una segunda brecha de uso en la que habiendo conectividad en el hogar, la cantidad de dispositivos disponibles fue menor a los que necesitaba la familia, por lo que debieron organizarse y repartirse su uso;
- una tercera brecha competencial que complementa a las anteriores y tuvo que ver con las carencias al respecto de sus competencias digitales.

Sobre esta primera brecha de acceso, también puede citarse a Villafuerte (2020) quien afirma que lamentablemente, por más preparación en materia de educación en línea o de lo experto en TIC que sea el cuerpo docente, no puede hacer frente al aislamiento digital que sufre el estudiantado por dicha problemática. El autor habla de miles de estudiantes que, por su ruralidad, se encontraron totalmente desprovistos de dichas herramientas para su aprendizaje.

Dicha imposibilidad de conexión provocada por estas brechas tecnológicas que fueron la causa de muchas de las ausencias estudiantiles, generó además otro de los grandes interrogantes planteados durante la pandemia: ¿cómo hacer en este marco para efectuar el seguimiento pedagógico a las y los alumnos?

Por último, más allá de lo tecnológico y de lo pedagógico, otras cuestiones que también influyeron durante la pandemia sobre estudiantes (y también sobre docentes) son las que tuvieron que ver con su estado anímico y afectivo. Al respecto, en el estudio realizado por Guevara Villanueva y otros (2021), se pudo constatar que muchos estudiantes sufrieron un incremento del estrés y de la ansiedad por diversas circunstancias como por ejemplo el cuidado de algún familiar enfermo y/o la falta de un espacio físico para desarrollar sus actividades escolares. Allí se determinó también que hubo quienes presentaron una gran pérdida de confianza y enojo, lo que originó un contexto muy complejo dentro del cual aumentó su deseo de abandonar las clases. En este mismo

estudio, se destacó también la necesidad de que las autoridades establezcan estrategias que permitan a docentes dar el acompañamiento que las y los estudiantes necesitan.

Sobre la construcción de presencia y aspectos pedagógicos y vinculares (propuestas para superar las problemáticas anteriores)

Un primer aspecto que podría tenerse en cuenta para afrontar las problemáticas mencionadas anteriormente es el que tiene que ver con la presencia docente. Al respecto, Spiegel (2020a) reflexiona sobre aquellos maestros y maestras que han marcado e inspirado a otros. Docentes que contagiaban sus ganas de saber con una actitud y un entusiasmo tal (tanto al respecto del conocimiento como al hecho mismo de enseñar) que trascendía sus palabras, enmarcándolas y envolviéndolas con un tono tan diferente que provocaba el interés y la motivación que hace que aún hoy sean recordados. Acaso sea esta una primera estrategia válida para fomentar en este momento la presencia docente y minimizar la soledad y el aislamiento que puedan llegar a sentir las y los estudiantes.

Otro aspecto significativo, siempre presente en las prácticas educativas, que también podría abordarse para reforzar los vínculos es el seguimiento pedagógico o tutoría. Al respecto, Pardo Kuklinski y Cobo (2020) proponen cerrar la grieta entre la educación presencial y virtual con una serie de estrategias centradas en la experiencia de aprendizaje del alumnado que, en sus propias palabras, coloca la necesidad pedagógica por sobre la herramienta. Los autores sugieren: 1) realizar prácticas educativas que abarquen momentos sincrónicos con asincrónicos, 2) codiseñar los contenidos con las y los estudiantes, 3) hacer que el tiempo y el espacio sean flexibles y 4) trabajar de manera inversa: que el alumnado vea primero las nociones teóricas o introductorias de manera virtual y autónoma y, posteriormente que en el espacio colectivo del aula presencial o virtual, se ponga énfasis en el refuerzo conceptual, en el debate de ideas, en el diseño del trabajo colaborativo y en las tutorías con su docente. Recomiendan también implementar procesos de autoevaluación y evaluación por pares teniendo en cuenta su comportamiento, las medallas obtenidas (reconocimientos) y sus competencias. Sugieren también la creación de cátedras integradoras alrededor de retos comunes y la construcción de plataformas digitales donde pueda centrarse todo el proceso de trabajo alentando en el alumnado la construcción permanente de un portafolio que muestre sus competencias y herramientas cognitivas para continuar aprendiendo. Para terminar, proponen también que: 1) Instituciones junto a docentes fomenten espacios de conectividad fuera de las clases que puedan ser modificados por estudiantes; 2) realizar alianzas con startups (empresas que desarrollan productos o servicios tecnológicamente innovadores) para cubrir las propias deficiencias en las plataformas digitales de aprendizaje y; finalmente, 3) realizar un análisis de los datos del pasado, un monitoreo de los actuales y formular predicciones que permitan comprender y optimizar el aprendizaje.

Sobre el seguimiento pedagógico, hay autores como Álvarez (2020) que tienen una opinión diferente y proponen hacia el futuro centrar la estrategia educativa en la experiencia del alumnado, pero realizando un seguimiento de la misma mediante herramientas que tienen que ver con la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, lo que permitiría, a las instituciones, operar a una escala global con una velocidad, relevancia y precisión sin precedentes.

Otra cuestión, que podría traerse a estas reflexiones para estrechar los vínculos, es la de conseguir que las y los alumnos se sientan parte de su propio proceso de aprendizaje y de la institución. Al respecto, González y otros (2020) dicen que el sentirse partícipes de un proyecto personal insertado en el conjunto de las acciones formativas significativas de la institución, de las relaciones de apoyo entre iguales, de la significativa y productiva interacción alumnado-profesorado; generan la confianza e identidad necesaria de un estudiante con éxito.

Con respecto a este rol protagónico de su propio aprendizaje, Spiegel (2020a) dice que cuando se plantea una invitación explícita a las y los estudiantes para que aporten aquello que saben y relacionan con las temáticas que queremos

enseñarles, se construye confianza ya que ellos entienden que efectivamente se tomarán en cuenta sus buenos aportes, sus buenos interrogantes y que aquello que su docente evalúe como valioso también podrá ser incluido como material a estudiar y en las notas. Agrega que dar lugar a la voz del alumnado, activando tanto sus saberes de la vida cotidiana como los construidos fuera del aula, horizontaliza la construcción de conocimientos y, en el marco de la educación a distancia territorial, esto posibilita que ellos desde su casa y con el dispositivo que sea, puedan agregar, interpelar o enriquecer nuestra propia propuesta docente.

Spiegel (2020a) también dice que la construcción de presencia en el distanciamiento territorial no habrá de darse sumando más dispositivos tecnológicos, sino con más pedagogía, con más estrategias didácticas y esencialmente con más sensibilidad procurando edificar esta confianza. Sobre este mismo punto, León Quinapallo (2022) afirma que cuando un docente en las clases cuenta sus vivencias, sentimientos y emociones, esto permite que las y los estudiantes adquieran un posicionamiento de confianza y sensibilidad, entendiendo así que todos son susceptibles de atravesar inconvenientes, pero con apoyo y resiliencia se puede salir adelante. Al respecto, González Domínguez (2021), en su decálogo para impartir sesiones virtuales con empatía recomienda a docentes ingresar con anterioridad a la sesión para que quienes participan tengan la confianza de saber que la persona que imparte la sesión los está esperando. Dice que es una forma de dar la bienvenida (y de evitar errores de conexión a última hora). Finalmente también recomienda a docentes retirarse últimos ya que, al igual que el punto anterior, esto da confianza y no genera la percepción (innecesaria) de que se los está corriendo, de que no importan sus dudas, etc.

Continuando con esta temática, Pardo Kuklinski y Cobo (2020) hablan de la necesidad de generar una cultura de confianza por ejemplo a través del diseño de nuevos tipos de evaluación que dejen de lado la calificación sancionadora y que incluya a todo el alumnado. Los autores afirman que la evaluación es uno de los momentos más críticos del trabajo docente cotidiano y que cuando el diseño de la misma no está bien logrado y la automotivación de las y los estudiantes es baja, debe asumirse un rol poco estimulante de autoridad policial que no es natural a la profesión y pervierte toda la experiencia. Aseguran que los diseños institucionales actuales hacen que estas evaluaciones tengan un carácter punitivo y por tanto la responsabilidad del origen de esa toxicidad termina siendo del propio docente. Dicen que esto debe ser superado, rediseñando una mejor experiencia estudiantil con inicio en la construcción de una cultura de confianza, donde la totalidad del alumnado, hasta quienes tengan un bajo compromiso, puedan ser incluidos.

Teniendo en cuenta la integración de los saberes de las y los alumnos como estrategia para afianzar lo vincular, Marchi (2020) afirma que dicha integración, con frecuencia, no resulta ser una tarea tan sencilla debido a ciertos factores (o distancias) que pueden entorpecerla u obstaculizarla; pero que afortunadamente desde nuestra labor docente, tenemos la posibilidad de poner en práctica diferentes estrategias (o puentes) para evitar dichas distancias. Estrategias que tienen mucho que ver con: 1) la valorización de las nuevas prácticas que ellos desarrollan, ampliando el abanico de posibilidades para aprender, fomentando su participación al socializar su propio camino de aprendizaje, y también con: 2) la confianza para que superen la autocensura que en muchos casos se imponen ya sea por inseguridad o por temor a que su docente no esté de acuerdo con ese saber, con la manera en que lo han aprendido o con su comunicación fuera de las consignas de clase.

Una vez más se presenta a la confianza como estrategia vincular cuando Spiegel (2020b) afirma que si se construyen relaciones de confianza, la puerta del aula se abre plenamente para recibir lo que puede aportar el alumnado. En este mismo sentido es que Spiegel (2020a) dice que las y los estudiantes que reconocen y valoran la oportunidad que implica la invitación a participar, salen fortalecidos de su pasividad, expresan sus saberes o su posibilidad de construirlos fuera del aula, y de esa manera se construye un contrato de confianza y responsabilidad mutua. Y es cuando se fortalece esa

confianza que se visibilizan no solo esos saberes sino también a ellos mismos. En palabras del autor: “se construye presencia”.

Nuevas preguntas (conclusión)

El presente artículo ha sostenido la argumentación de que incrementar la construcción de presencia docente podría ser una estrategia válida para minimizar las ausencias que diversas causas durante la pandemia provocaron en el alumnado.

Lejos de pretender ofrecer certezas se ha pretendido compartir parte del marco teórico y del estado de la cuestión relevado como parte de nuestro proyecto de investigación.

También se comparten algunos de los interrogantes surgidos:

- ¿Cómo contar con el apoyo institucional necesario para realizar cambios que vayan más allá de la propia práctica?
- ¿Cómo poder modificar las reglamentaciones en cuanto, por ejemplo, a evaluaciones de contenidos?
- ¿Cómo realizar un seguimiento, evaluación, y ajuste de lo implementado?
- ¿Qué indicadores podrían analizarse para verificar que este aumento de presencia docente haya minimizado efectivamente las ausencias de las y los estudiantes?
- ¿Cómo brindar al alumnado, mediante el uso de recursos digitales, nuevos escenarios para la construcción de conocimiento, dentro y fuera del aula, que les permita tener diversas oportunidades de aprendizaje que consoliden su trayectoria académica?

Lo cierto es que, habiendo superado el período tan incierto y duro de la pandemia por el Covid-19, afortunadamente, tanto docentes como estudiantes se han vuelto a encontrar presencialmente en las aulas. Esto plantea hoy una nueva invitación para definir si querrán seguir dando clases de la misma manera en que lo hacían antes de la pandemia o si, por el contrario, procurando aprovechar la experiencia vivida tanto por ellos, por colegas como por estudiantes, intentarán realizar los cambios que crean necesarios en su práctica docente para conseguir que la cercanía y los vínculos no vuelvan a extrañarse en sus aulas, ya sean virtuales o presenciales.

Referencias

Álvarez, S. (2020), “El desafío de repensar la universidad en la era digital”, en Cuadernos Universitarios, Universidad Católica de Salta. Disponible en: <https://revistas.ucasal.edu.ar/index.php/CU/article/download/297/320?inline=1> (última consulta: 11-22).

Area-Moreira, M. (2021), “La enseñanza remota de emergencia durante la COVID-19. Los desafíos postpandemia en la Educación Superior”, en Propuesta Educativa, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403070017007> (última consulta: 11-22).

García Peñalvo, F. (2020), “El sistema universitario ante la COVID-19: corto, medio y largo plazo”, en El blog de Studia XXI. "Universidad". Una conversación pública sobre la universidad. Disponible en: <https://www.universidadsi.es/sistema-universitario-covid-19/> (última consulta: 11-22).

González Domínguez, A. (2021), “Docencia y empatía (a través de la pantalla)”, en Docentes de Iberoamérica frente a la pandemia. Desafíos y respuestas, Asociación Formación IB. Disponible en: <<http://formacionib.org/desafios.pdf#page=94>> (última consulta: 11-22).

González, E. y otros (2020), “La acción tutorial en la educación superior”. En Manual de docencia universitaria, Consejo Editorial IDP/ICE, UB-Octaedro. Disponible en: <<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/166737/1/15213-Manual-de-docenciauniversitaria-FINAL.pdf>> (última consulta: 11-22).

Guevara Villanueva, A. y otros (2021), “Los estudiantes en Bibliotecología y Estudios de la Información de la UNAM bajo una nueva modalidad de enseñanza derivada por la COVID-19”, en Revista General de Información y Documentación, Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <<https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/76970>> (última consulta: 11-22).

Kisilevsky, M. y otros (2022), “Prácticas de la Enseñanza en UNRN: Una aproximación desde los discursos docentes en tiempos de pandemia”, en Informe OAC Nro. 14, Universidad Nacional de Río Negro. Disponible en: <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/8407/1/Informe%20OAC%20N%C2%B0%2014_%20Pr%C3%A1cticas%20Docentes.pdf> (última consulta: 11-22).

León Quinapallo, X. (2022), “La empatía en la educación virtual: una propuesta de aprendizaje significativo”, en Mentor. Revista de Investigación Educativa y Deportiva, Quito. Disponible en: <<https://revistamentor.ec/index.php/mentor/article/view/2167/1793>> (última consulta: 11-22).

Marchi, J. (2020), “De distancias y puentes”, en Palabras de Maestro: activación de saberes usando videos tutoriales, UTN San Nicolás. Disponible en: <<https://escritostecmovae.blogspot.com/>> (última consulta: 11-22).

Pardo Kuklinski, H. y Cobo, C. (2020), Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia, Outliers School. Barcelona. Disponible en: <<https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/outliers-expandir-la-universidad-mas-alla-de-laensenanza-remota.pdf>> (última consulta: 11-22).

Spiegel, A. (2020a), Aulas y TIC: viejos y nuevos desafíos pedagógicos. Enseñar entre distancias y presencias, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Disponible en: <<https://cedoc.infed.edu.ar/wp-content/uploads/2020/12/6-Aulas-y-TIC-Alejandro-Spiegel.pdf>> (última consulta: 11-22).

Spiegel, A. (2020b), “Vida cotidiana, instituciones educativas y videos tutoriales: la activación de saberes como estrategia relevante”. En Palabras de Maestro: activación de saberes usando videos tutoriales, UTN San Nicolás. Disponible en: <<https://escritostecmovae.blogspot.com/>> (última consulta: 11-22).

Villafuerte, P. (2020), “El aprendizaje remoto enfrenta otro reto: el profesorado no está preparado para la enseñanza en línea”, en Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación. Disponible en: <<https://observatorio.tec.mx/edu-news/profesorado-no-esta-preparado-paraeducacion-online/>> (última consulta: 11-22).

Estudio de los sistemas masa resorte usando un teléfono móvil inteligente y GeoGebra

Study of mass spring systems using a smartphone and GeoGebra

Ana Borgarello

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto
aborgarello@ing.unrc.edu.ar

Rodolfo Stoll

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto
rstoll@ing.unrc.edu.ar

Carolina Allevi

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto
callevi@ing.unrc.edu.ar

Hernán Franchetto

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto
dhfranchetto@ing.unrc.edu.ar

Guillermo Bossio

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Río Cuarto
gbossio@ing.unrc.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una actividad práctica para el estudio de los sistemas masa-resorte en el marco de la asignatura ecuaciones diferenciales para las carreras de ingeniería. Se propuso el empleo de los teléfonos móviles para la medición y el registro de las variables de interés y GeoGebra para el análisis de los resultados obtenidos. A través de la experiencia, se propuso una instancia activa de aprendizaje para motivar a los estudiantes y articular conocimientos entre diferentes asignaturas de las ciencias básicas.

Palabras claves: Ecuaciones diferenciales, sistemas masa resorte, oscilaciones simples, teléfonos móviles, aprendizaje activo

Abstract

In this work, a practical activity is presented for studying mass-spring systems within the framework of the differential equations course in engineering programs. The use of mobile phones was proposed for measuring and recording the variables of interest, and GeoGebra was employed for analyzing the obtained results. Through this experience, an active learning instance was proposed to motivate students and connect knowledge across different subjects in the basic sciences.

Keywords: Differential equations, mass-spring systems, simple oscillations, mobile phones, active learning

Introducción

Las matemáticas, en las carreras de Ingeniería, aportan principalmente conocimientos y herramientas que tienen valor como base para poder aprender otras cosas específicas del campo académico y profesional. Mediante las ecuaciones diferenciales en particular, se estudian herramientas fundamentales para el modelado, estudio y análisis de los sistemas dinámicos y fenómenos físicos de interés. Para lograr una adecuada articulación de contenidos entre la asignatura ecuaciones diferenciales y otras del campo de las ciencias básicas, como por ejemplo la física, la informática y los métodos numéricos, es importante pensar y diseñar actividades que permitan relacionar mejor los conceptos abordados con sus principales aplicaciones en ingeniería. Entre estas actividades, las prácticas de laboratorio son una herramienta de aprendizaje potente, movilizadora de conocimientos, que permite a los estudiantes aplicar y desarrollar sus habilidades de manera concreta y práctica (Pesa et al., 2014).

Debido a la amplia gama de sensores que incluyen acelerómetros, giróscopos, magnetómetros, entre otros, los teléfonos móviles inteligentes (TMI) se han convertido en una herramienta interesante para usar en las prácticas de laboratorio (Vogt & Kuhn, 2022)(Monteiro et al., 2022). Estos se han empleado principalmente para los laboratorios de física (Monteiro et al., 2019), como por ejemplo en el análisis de sistemas masa-resorte o el péndulo simple (Staacks, 2017)(Monteiro et al., 2014)(Givens et al., 2003). Algunas propuestas permiten también articular conocimientos de las matemáticas con los de la física (Stoll et al., 2023).

Para procesar y analizar los datos obtenidos mediante los TMI en las prácticas de laboratorio es posible emplear GeoGebra. Este es un software de matemáticas dinámicas que combina capacidades de geometría, álgebra, cálculo, gráficas y estadísticas en una sola herramienta por lo que se utiliza ampliamente en entornos educativos de distintos niveles. Es un software gratuito multiplataforma, permite acceder desde diferentes dispositivos y trabajar en proyectos de manera colaborativa. Los desarrollos se pueden publicar directamente con la aplicación o ser exportados en diversos formatos e incluso pueden incluirse en entornos educativos virtuales. Ha sido empleado para analizar diferentes modelos de sistemas dinámicos mediante ecuaciones diferenciales (Hall & Lingefjard, 2016). Entre estos sistemas, uno de especial interés sobre el cual se han realizado diversas propuestas en GeoGebra, es el sistema masa-resorte (Lara & Salinas, 2020) (Collante Huanto, 2023) (Serrano et al., 2016).

Con el objetivo de generar una experiencia activa de aprendizaje, que motive a los estudiantes, en este trabajo se presenta una propuesta de laboratorio con los sistemas masa-resorte empleando los TMI y GeoGebra. El trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera, luego de la introducción se describe la propuesta didáctica. Luego se presenta el modelo del sistema MasaResorte-Amortiguador (MRA) y se analizan los aspectos de interés para la propuesta. A continuación, se detalla la experiencia de laboratorio y los resultados obtenidos. Finalmente se enumeran las principales conclusiones y los trabajos futuros.

Propuesta didáctica

A través de esta experiencia se pretende abordar la solución y el análisis de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales (EDOL) homogéneas. En particular, los casos de raíces imaginarias puras y complejas conjugadas. Al mismo tiempo, se busca articular estos conceptos de la matemática con otros de la física como las oscilaciones y en particular el movimiento armónico simple. De esta manera, entendemos que la experiencia favorece la interpretación de las soluciones de la ecuación diferencial y al mismo tiempo refuerza conceptos vistos previamente en el curso de Física que están asociados a las oscilaciones como la amplitud, frecuencia natural y período de las mismas. La experiencia se implementó en la asignatura Ecuaciones Diferenciales que se encuentra en el segundo cuatrimestre de segundo año de todas las carreras de grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Modelo del Sistema MRA

La ecuación diferencial que modela el desplazamiento $x(t)$ de un sistema MRA como el mostrado en la Fig. 1 viene dada por,

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + B \frac{dx}{dt} + Kx = f(t), \quad (1)$$

donde M es la masa, B el coeficiente de amortiguamiento y K la constante del resorte.

Para la EDOL Homogénea asociada, la ecuación auxiliar resulta en,

$$Mr^2 + Br + K = 0, \quad (2)$$

y las raíces vienen dadas por,

$$r_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4KM}}{2M}. \quad (3)$$

Parámetro	Magnitud
M	1.313 [Kg]
K	73.15 [Nm]
ω	7.464 [rad/s]

Tabla 1: Parámetros medidos y calculados.

Luego, se pueden dar cuatro casos diferentes en función de la relación entre los parámetros del sistema M , K y B . Describiremos a continuación solo dos de los casos que son los que se trabajaron en la experiencia de laboratorio: el caso de raíces imaginarias puras y el caso de raíces complejas conjugadas.

En el caso del sistema masa resorte (MR) sin amortiguamiento ($B = 0$), las raíces de la ecuación auxiliar resultan en,

$$r_{1,2} = \pm \omega i = \pm \sqrt{\frac{K}{M}} i, \quad (4)$$

y la solución viene dada por,

$$x(t) = c_1 \cos(\omega t) + c_2 \sen(\omega t), \quad (5)$$

que corresponde a oscilaciones no amortiguadas lo que se conoce también como movimiento armónico simple. A ω se la denomina frecuencia natural del sistema, pues es la frecuencia angular a la que oscila la masa cuando no existen perturbaciones externas. También es posible escribir (5) como,

$$x(t) = A \cos(\omega t - \varphi), \quad (6)$$

donde A se conoce como amplitud de la oscilación y φ como la fase. Si en cambio agregamos amortiguamiento al sistema de manera que,

$$B^2 < 4MK, \quad (7)$$

el sistema se dice que tiene un movimiento del tipo subamortiguado y las raíces de la ecuación auxiliar son complejas conjugadas,

$$r_{1,2} = \alpha \pm \omega i, \quad (8)$$

con

$$\alpha = -\frac{B}{2M} < 0, \quad (9)$$

$$\omega = \frac{\sqrt{4MK - B^2}}{2M}, \quad (10)$$

por lo que la solución viene dada por,

$$x(t) = c_1 e^{\alpha t} \cos(\omega t) + c_2 e^{\alpha t} \sen(\omega t), \quad (11)$$

y al igual que en el caso anterior puede escribirse también de la forma,

$$x(t) = Ae^{at} \cos(\omega t - \varphi). \quad (12)$$

En este caso, el sistema presenta oscilaciones cuya amplitud decae de manera exponencial.

Experiencia de laboratorio

Materiales y equipamiento empleado

Para la experiencia de laboratorio se implementó un sistema masa-resorte vertical como el mostrado en la Fig. 1. El celular forma parte de la masa oscilante que cuelga del resorte. También se puede usar solo el teléfono inteligente como masa con resortes más blandos de manera tal que la constante de tiempo sea lenta como para poder medir el movimiento con la frecuencia de muestreo del TMI. Los parámetros del sistema se muestran en la Tabla 1.

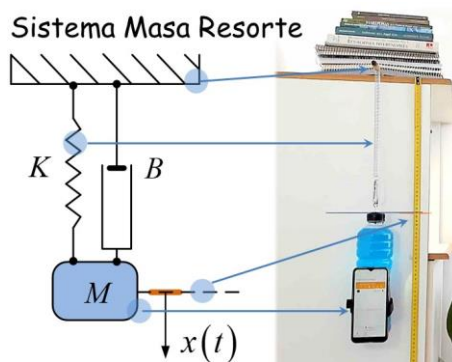


Figura 1: Implementación del sistema Masa-Resorte.

Registro de variables con el teléfono móvil

Existen diferentes aplicaciones que permiten acceder a las medidas realizadas por los sensores de los TMI. En esta propuesta se empleó la App Arduino Science Journal (*Arduino Science Journal*, 2022). Entre los sensores más comunes de los que disponen los TMI se encuentran los acelerómetros. Estos permiten medir la aceleración en los tres ejes. Debido a que no es posible con estos sensores registrar directamente el desplazamiento, es importante que los estudiantes analicen la relación entre la posición $x(t)$ y la aceleración $a(t)$. En el caso sin amortiguamiento, derivando dos veces $x(t)$ en (6) se obtiene,

$$a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t - \varphi). \quad (13)$$

Comparando con (6), se puede ver que la aceleración posee la misma forma que el desplazamiento pero se encuentra en contrafase. En la Fig. 2 se muestra la ventana de visualización de la App con los datos registrados para este caso. Se pueden observar las oscilaciones de la aceleración en el eje y alrededor del valor de g con muy poco amortiguamiento. Para este ensayo se registraron 9.665 s. y 219 muestras. Es importante notar que mediante esta App se puede ajustar el tiempo total del ensayo, pero no la frecuencia de muestreo que es variable. Es decir que el intervalo de tiempo entre muestras no es constante.

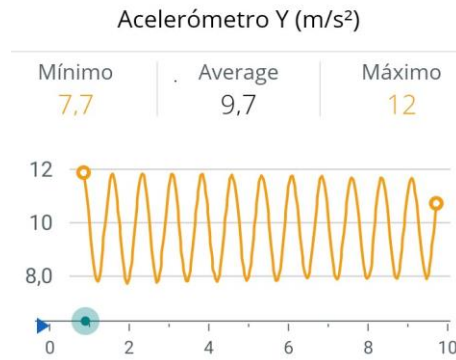


Figura 2: Datos registrados para el sistema Masa-Resorte.

De la misma manera que en el caso anterior, para el sistema subamortiguado la aceleración se obtiene derivando dos veces (12),

$$a(t) = -Be^{\alpha t} \cos(\omega t - \varphi_a), \tag{14}$$

donde

$$B = A(\omega^2 + \alpha^2). \tag{15}$$

En este caso, debido al amortiguamiento, la aceleración no se encuentra perfectamente en contrafase con la posición pero tiene la misma frecuencia y amortiguamiento.

Los resultados para el segundo caso, donde se incrementó el rozamiento, se muestran en la Fig. 3. Se puede observar el decaimiento significativo de la amplitud de la aceleración durante el ensayo. En este caso se registró un tiempo total de 17.35 s. y 306 muestras.

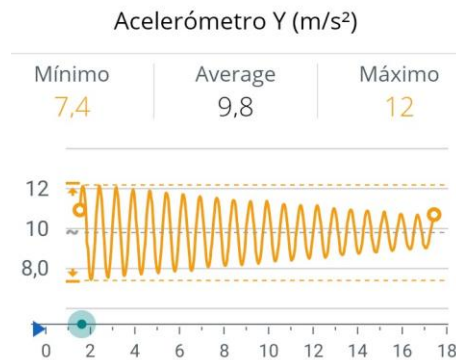


Figura 3: Datos registrados para el sistema Masa-Resorte-Amortiguador.

Los datos de cada uno de los ensayos anteriores, se exportaron en formato CSV para luego ser analizados en un ordenador.

Análisis de datos en GeoGebra

Los datos de tiempo y aceleración correspondientes al primer ensayo se importaron en una Hoja de Cálculo de GeoGebra. Allí se ajustó la escala de tiempo a segundos y se generó una lista de puntos (11) de la forma (t, a) . Luego se empleó la función AjusteSeno para determinar la amplitud y la frecuencia natural de las oscilaciones,

$$f(x) = \text{AjusteSeno}(l1)$$

$$\rightarrow 9.807 + 1.985 \sin(7.66x + 1.827).$$

En la Fig. 4 se pueden ver en azul los puntos registrados en el ensayo y en línea continua el resultado de la aproximación. La applet con el análisis de este caso se encuentra compartida en (Bossio, 2022b).

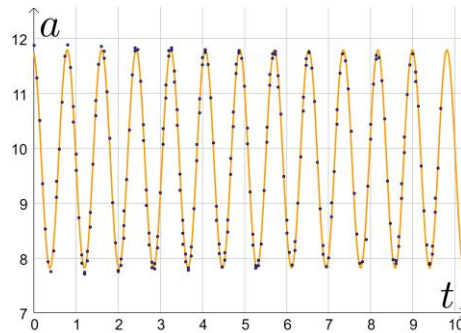


Figura 4: Resultado en GeoGebra para el sistema Masa-Resorte.

Para el análisis del caso subamortiguado se importaron y adecuaron los datos en GeoGebra de la misma forma que en el caso anterior. Para el ajuste de la solución se procedió en dos etapas. En primer lugar, se obtuvo la frecuencia y la fase usando la función AjusteSeno y una lista de puntos con pocos ciclos de la señal. Esto se debe a que, como la amplitud cambia significativamente durante todo el ensayo, la función anterior no converge a una buena aproximación si se toman todos los puntos. Para ajustar la constante de decaimiento exponencial se usó la función AjusteExp sobre una lista de puntos compuesta por la envolvente superior. Finalmente, con los parámetros estimados se aproximó la solución a (12),

$$\rightarrow 9.802 + 2.496 \exp(0.058 x) \sin(7.657 x + 0.502).$$

Los puntos registrados en esta experiencia y la aproximación obtenida en GeoGebra se muestran en la Fig. 5. En (Bossio, 2022a) se puede acceder a la Applet creada en GeoGebra para este ensayo.

Conclusiones

En este trabajo se propuso una actividad en el marco de la asignatura ecuaciones diferenciales de las carreras de Ingeniería para el estudio y análisis del sistema masa-resorte. Esta actividad permite trabajar sobre la resolución de ecuaciones diferenciales lineales y articular los conocimientos con los trabajados en la asignatura de Física.

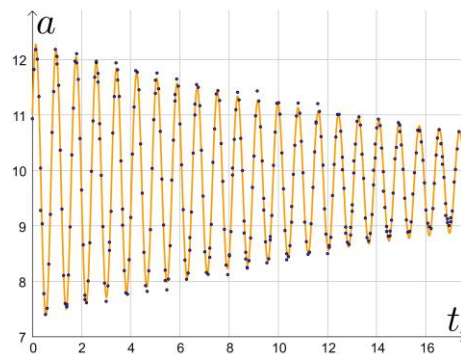


Figura 5: Resultado en GeoGebra para el sistema Masa-Resorte-Amortiguador.

A partir de la experiencia generada se realizó un vídeo para guiar a los estudiantes en la actividad práctica (Bossio, 2022c). Como trabajo futuro, la experiencia podría utilizarse también para articular estos conceptos con los desarrollados en la asignatura Métodos Numéricos.

Referencias

- Arduino Science Journal. (2022). Retrieved 2022-10-20, from <https://www.arduino.cc/education/science-journal>
- Bossio, G. (2022a). *MRA GeoGebra*. Retrieved 2022-10-20, from <https://www.geogebra.org/m/grppuazc>
- Bossio, G. (2022b). *MR GeoGebra*. Retrieved 2022-10-20, from <https://www.geogebra.org/m/cbma3qmd>
- Bossio, G. (2022c). *Sistema masa resorte: una experiencia usando Arduino Science Journal y GeoGebra*. Retrieved from <https://youtu.be/LzSZPzgO-qg>
- Collante Huanto, A. (2023). Software GeoGebra para fortalecer aprendizaje del sistema masa resorte en estudiantes de ingeniería de una universidad publica de Lima, 2022.
- Givens, R., de Alcantara Bonfim, O., & Ormond, R. B. (2003). Direct observation of normal modes in coupled oscillators. *American Journal of Physics*, 71(1), 87–90.
- Hall, J., & Lingefjard, T. (2016). *Mathematical modeling: Applications with GeoGebra*. John Wiley & Sons.
- Lara, M. D. L. F., & Salinas, W. E. A. (2020). Propuesta para el tratamiento de ecuaciones diferenciales de segundo orden aplicadas al sistema masa resorte. una experiencia de aprendizaje mediada por GeoGebra durante la contingencia sanitaria en 2020. *Propósitos y representaciones*, 8(3), 21.
- Monteiro, M., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2014). Rotational energy in a physical pendulum. *The Physics Teacher*, 52(3), 180–181.
- Monteiro, M., Stari, C., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2019). Physics experiments using simultaneously more than one smartphone sensors. In *Journal of physics: Conference series* (Vol. 1287, p. 012058).
- Monteiro, M., Stari, C., & Marti, A. C. (2022). The sensors of mobile devices: a innovative tool in the teaching of physical sciences. *arXiv preprint arXiv:2206.12064*.
- Pesa, M. A., del Valle Bravo, S., Pérez, S., & Villafuerte, M. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenomenos de conduccion electrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Fisica*, 31(3), 642–665.
- Serrano, M. d. C. C., Oliver, E. B. V., Resendiz, S. M., & Galvan, W. G. A. (2016). Sistema masa resorte con movimiento libre amortiguado, casos: Sobreamortiguado, criticamente amortiguado y subamortiguado, su modelado y solucion, con el apoyo de GeoGebra. *Pistas Educativas*, 38(121).
- Staacks, S. (2017). *Smartphone-experiment: Spring oscillator*. Retrieved from <https://youtu.be/VbL4IlnVAO4>
- Stoll, R., Borgarello, A., Allevi, C., & Bossio, G. (2023). Análisis de estabilidad en el plano de fase: una experiencia con el pendulo simple. In *28º Congreso Argentino de Control Automatico* (pp. 1–6). Vogt, P., & Kuhn, J. (2022). *Smartphones as mobile minilabs in physics*. Springer.

Enseñanza y aplicación de resolución de sistemas de ecuaciones en problemas de ingeniería, utilizando la inteligencia artificial (ChatGPT) combinada Python y de trabajo colaborativo en Google Colab.

Teaching and application of solving systems of equations in engineering problems, using artificial intelligence (ChatGPT) combined Python and collaborative work in Google Colab.

Viviana Cappello

Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional.
vivi@frlp.utn.edu.ar

Diego Amiconi

Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional.
diegoamiconi@frlp.utn.edu.ar

Resumen

La inteligencia artificial se encuentra presente en muchos ámbitos académicos como ser ChatGPT, Midjourney y Dall-e 2. Desde la Facultad Regional La Plata, queremos mostrar lo que consideramos como una experiencia innovadora en la enseñanza y aplicación de diferentes métodos de resolución de sistemas de ecuaciones utilizados en la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, aprovechando como herramienta novedosa la potencialidad del ChatGPT, combinado con la generación y programación de los diferentes métodos de resolución usando código Python y la plataforma de trabajo Google Colab. Si bien es un trabajo que se viene desarrollando en el ciclo 2023, la experiencia muestra muy buenos resultados iniciales desde el punto de vista de cómo las y los estudiantes se sorprenden al ver la potencialidad de la IA, su interés en aprender a utilizar programación para el desarrollo de sus trabajos y su buena predisposición a trabajar en grupos.

Palabras clave: Métodos analíticos, inteligencia artificial, programación Python

Abstract

Artificial intelligence is present in many academic fields such as ChatGPT, Midjourney and Dall-e 2. From the Regional Faculty La Plata, we want to show what we consider as an innovative experience in the teaching and application of different methods of solving systems of equations used in the chair of Algebra and Analytic Geometry, taking advantage as a novel tool the potential of ChatGPT, combined with the generation and programming of different resolution methods using Python code and the Google Colab work platform. Although it is a work that has been developed in the 2023 cycle, the experience shows very good initial results from the point of view of how students are surprised to see the potential of AI, their interest in learning to use programming for the development of their work and their willingness to work in groups.

Keywords: Analytical methods, artificial intelligence, Python programming

Introducción

La metodología utilizada para el desarrollo de esta experiencia educativa consistió inicialmente en explicarles a las y los estudiantes de Álgebra de 1er año de ingeniería en sistemas de la FRLP diferentes métodos analíticos que se desarrollan a lo largo del curso con sus formulaciones teóricas, condiciones y formas de aplicación (Burden R, Faires J, Douglas C, 2021). Luego en una segunda instancia se pasó a trabajar con ChatGPT y la potencia de su inteligencia artificial en problemas de ingeniería para ser resueltos utilizando los diferentes métodos analíticos vistos en las clases. Una vez analizados y verificados las soluciones generados por ChatGPT, se le pidió a la IA la generación de los códigos de programación en Python, lo que este tipo de IA trabaja de una manera muy natural y completa y con los códigos generados se trabajó por último en la plataforma de Google Colab con la resolución de los problemas de ejemplo, una explicación de los algoritmos detallando y editando las partes que lo componen como ser ajustes de variables y el posterior análisis final de los resultados obtenidos.

El desarrollo de esta experiencia tuvo como objetivos principales de la cátedra los siguientes puntos:

1. Generar nuevas experiencias de enseñanza-aprendizaje.
2. Mostrar la potencialidad de la IA en la actualidad al utilizarla como una herramienta complementaria para la resolución de problemas de ingeniería de diferentes áreas.
3. Explorar el conocimiento que tienen las y los estudiantes sobre nociones de programación e introducir a quienes no habían tenido experiencia en programación anteriormente, en los conceptos básicos y fundamentales de un algoritmo y la interpretación de sus códigos.
4. Destacar como se viene realizando en trabajos anteriores la importancia de la aplicación de los diferentes métodos numéricos para resolver problemas de Ingeniería, no sólo como una alternativa de cálculo con respecto a otros métodos sino como una herramienta necesaria para aquellos casos en que la resolución exacta resulte imposible o de difícil obtención.
5. Fomentar el trabajo y aprendizaje colaborativo en grupos, permitiendo que las y los estudiantes interactúen entre sí buscando metas de aprendizaje en común, resuelvan problemas y a su vez pueden compartir conocimientos y experiencias individuales enriqueciéndose unos de otros.

Resolver un sistema de ecuaciones lineales implica encontrar los valores de las incógnitas que satisfacen todas las ecuaciones simultáneamente. Un sistema de ecuaciones lineales se compone de varias ecuaciones lineales que involucran las mismas variables. El objetivo es encontrar los valores que hacen que todas las ecuaciones sean verdaderas al mismo tiempo.

Un sistema de ecuaciones lineales puede tener diferentes soluciones según la naturaleza de las ecuaciones y las variables involucradas. Estas soluciones se pueden clasificar en tres casos principales:

Sistema compatible determinado: En este caso, el sistema tiene una única solución. Las ecuaciones son consistentes y se intersecan en un único punto en el espacio. Las variables toman valores específicos que hacen que todas las ecuaciones sean verdaderas. El sistema es llamado "determinado" porque hay una determinación precisa de los valores de las variables.

Sistema compatible indeterminado: En este caso, el sistema tiene infinitas soluciones. Las ecuaciones son consistentes y representan rectas, planos o hiperplanos que se superponen en una región del espacio. Las variables no están completamente determinadas y pueden tomar varios valores. Se introduce al menos una variable libre en el sistema, que puede tomar cualquier valor.

Sistema incompatible: En este caso, el sistema no tiene solución. Las ecuaciones son inconsistentes y no tienen puntos de intersección en el espacio. Las variables no pueden tomar valores que satisfagan todas las ecuaciones simultáneamente. Las ecuaciones son contradictorias entre sí.

Para resolver un sistema de ecuaciones lineales, se utilizan diferentes métodos, como el método de eliminación, el método de sustitución, el método de Gauss-Jordan y el método de matrices inversas, entre otros. Estos métodos manipulan las ecuaciones y las incógnitas para encontrar las soluciones del sistema.

Las herramientas utilizadas en esta experiencia son:

1. ChatGPT: ChatGPT es un modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial desarrollado por OpenAI. Utiliza la arquitectura de transformadores, específicamente el modelo GPT (Generative Pre-trained Transformer- Transformador Generativo Preentrenado), para generar respuestas coherentes y contextualmente relevantes en conversaciones de texto. El modelo ChatGPT se entrena con grandes cantidades de texto de conversaciones para aprender las estructuras y patrones del lenguaje natural en diálogos. Utiliza técnicas de aprendizaje automático para capturar la información contextual y generar respuestas que se asemejan a las que un humano podría dar en una conversación similar. ChatGPT es capaz de entender preguntas, solicitudes y otros tipos de entradas en lenguaje natural, y puede generar respuestas apropiadas y relevantes. Aunque no tiene conocimiento específico sobre un dominio o tema en particular, puede utilizar información general del lenguaje aprendida durante el entrenamiento para proporcionar respuestas útiles y coherentes. Nota: Definición generada por el mismo ChatGPT.
2. Google Colab: Google Colab es una plataforma que fue creada por la empresa Google, que permite correr códigos de programación en Python y generar informes (del tipo Notebook, similar a la plataforma Jupiter Notebook) sin la necesidad de instalar nada en los equipos más que tener un navegador web. Los recursos de espacio en disco y memoria ram necesarias para trabajar son asignadas en línea por los servidores de Google.

Desarrollo

En el trabajo realizado se desarrollaron y resolvieron problemas de diferentes métodos que se mencionan a continuación:

Método de Gauss- Jordan: El método de Gauss-Jordan es una técnica para resolver sistemas de ecuaciones lineales utilizando la eliminación y reducción de las incógnitas. Es una variante del método de eliminación de Gauss y se basa en la idea de reducir una matriz aumentada del sistema a una forma escalonada reducida o una forma escalonada reducida por filas. Esto permite obtener directamente las soluciones del sistema de ecuaciones.



Podrías explicarme la técnica del método de gauss jordan para resolver el sistema de ecuaciones: $3x - y + z = 3$; $9x - 2y + 3z = -9$; $6x - 2y + 2z = -12$



¡Por supuesto! El método de Gauss-Jordan es una técnica utilizada para resolver sistemas de ecuaciones lineales mediante la eliminación y reducción de las incógnitas. Consiste en aplicar una serie de operaciones elementales a las ecuaciones del sistema hasta obtener una forma escalonada reducida o una forma escalonada reducida por filas.

Voy a explicarte paso a paso cómo resolver el sistema de ecuaciones utilizando el método de Gauss-Jordan con las ecuaciones que proporcionaste:

1. Escribimos las ecuaciones del sistema en forma matricial:

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 3 & -1 & 1 & 3 \\ 9 & -2 & 3 & -9 \\ 6 & -2 & 2 & -12 \end{array} \right]$$

2. Aplicamos operaciones elementales para transformar la matriz en una forma escalonada reducida. El objetivo es obtener ceros por debajo de los elementos de la diagonal principal.

a) Dividimos la primera fila por el coeficiente del primer término (3) para obtener un 1 en la posición (1,1):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \\ 9 & -2 & 3 & -9 \\ 6 & -2 & 2 & -12 \end{array} \right]$$

b) Multiplicamos la primera fila por 9 y la restamos de la segunda fila para obtener un cero en la posición (2,1):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \\ 0 & -\frac{4}{3} & 0 & -18 \\ 6 & -2 & 2 & -12 \end{array} \right]$$

c) Multiplicamos la primera fila por 6 y la restamos de la tercera fila para obtener un cero en la posición (3,1):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \\ 0 & -\frac{4}{3} & 0 & -18 \\ 0 & -\frac{4}{3} & 0 & -18 \end{array} \right]$$

d) Multiplicamos la segunda fila por $-\frac{3}{4}$ para obtener un 1 en la posición (2,2):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \\ 0 & 1 & 0 & \frac{54}{7} \\ 0 & -\frac{4}{3} & 0 & -18 \end{array} \right]$$

e) Multiplicamos la segunda fila por $\frac{4}{3}$ y la sumamos a la tercera fila para obtener un cero en la posición (3,2):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & -\frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \\ 0 & 1 & 0 & \frac{54}{7} \\ 0 & 0 & 0 & -18 \end{array} \right]$$

3. Continuamos aplicando operaciones elementales para obtener una forma escalonada reducida por filas:

a) Multiplicamos la segunda fila por $\frac{3}{7}$ y la sumamos a la primera fila para obtener un cero en la posición (1,2):

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & \frac{1}{3} & \frac{25}{7} \\ 0 & 1 & 0 & \frac{54}{7} \\ 0 & 0 & 0 & -18 \end{array} \right]$$

4. Ahora, tenemos una forma escalonada reducida por filas. La matriz representa un sistema de ecuaciones equivalente al original. Podemos leer las soluciones directamente:

$$\begin{aligned} x + \frac{1}{3}z &= \frac{25}{7} \\ y &= \frac{54}{7} \\ 0 &= -18 \end{aligned}$$

La última ecuación, $0 = -18$, indica que no hay solución para la variable z , ya que no puede cumplirse esa igualdad. Sin embargo, las ecuaciones anteriores nos dan valores para x y y .

Por lo tanto, la solución del sistema de ecuaciones es:

$$\begin{aligned} x &= \frac{25}{7} - \frac{1}{3}z \\ y &= \frac{54}{7} \\ z &\text{ puede tomar cualquier valor.} \end{aligned}$$

Espero que esto aclare cómo se resuelve el sistema de ecuaciones utilizando el método de Gauss-Jordan. Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en hacerla.



¡Por supuesto! Aquí tienes un ejemplo de cómo resolver el sistema de ecuaciones utilizando Python:

```
python Copy code  
  
import numpy as np  
  
# Definir la matriz de coeficientes y el vector de términos independientes  
A = np.array([[3, -1, 1], [9, -2, 3], [6, -2, 2]])  
b = np.array([3, -9, -12])  
  
# Concatenar la matriz A y el vector b  
Ab = np.column_stack((A, b))  
  
# Aplicar el método de Gauss-Jordan utilizando la eliminación por filas  
rows, cols = Ab.shape  
for i in range(rows):  
    # Pivoteo parcial: intercambiar filas si el pivote es cero  
    if Ab[i, i] == 0:  
        max_row = np.argmax(np.abs(Ab[i:, i]))  
        Ab[[i, max_row]] = Ab[[max_row, i]]  
  
    pivot = Ab[i, i]  
    Ab[i] /= pivot  
  
    for j in range(rows):  
        if j != i:  
            factor = Ab[j, i]  
            Ab[j] -= factor * Ab[i]  
  
# Extraer la solución del sistema  
solution = Ab[:, -1]  
  
# Imprimir la solución  
print("Solución:")  
for i, value in enumerate(solution):  
    print(f"x{i+1} = {value}")
```

Este código utiliza la biblioteca NumPy para realizar operaciones matriciales. Primero, se define la matriz de coeficientes `A` y el vector de términos independientes `b`. Luego, se concatenan para formar una matriz aumentada `Ab`. A continuación, se aplica el método de Gauss-Jordan mediante la eliminación por filas, realizando pivoteo parcial si es necesario. Finalmente, se extrae la solución del sistema de ecuaciones y se imprime en pantalla.

Puedes ejecutar este código y obtener la solución del sistema de ecuaciones. Recuerda que en este ejemplo, la variable `z` puede tomar cualquier valor, y las variables `x` e `y` se calculan en función de `z`.

Espero que esto te ayude a practicar la programación. Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en hacerla. ¡Buena suerte!

Código Generado por ChatGPT y corregido luego en Google Colab

Lo que la imagen indica en la corrección con Google Colab conlleva a mejorar el tipo de solución (Rodríguez, L. 2016) que el programa arroja en relación fuertemente con sistemas de soluciones infinitas.

Transformaciones elementales: Las transformaciones elementales son operaciones básicas que se aplican a las filas de una matriz con el objetivo de simplificarla, obtener ceros en lugares específicos y resolver sistemas de ecuaciones. Estas operaciones no alteran las soluciones del sistema y permiten llegar a una forma escalonada o una forma escalonada reducida de la matriz.



Podrías explicarme el método de transformaciones elementales para el ejemplo?



¡Claro! El método de transformaciones elementales es una técnica utilizada en el método de Gauss-Jordan para manipular las filas de una matriz y lograr su reducción a una forma escalonada o reducida. Estas transformaciones se realizan mediante operaciones básicas entre las filas de la matriz. Permíteme explicar las tres operaciones elementales que se utilizan:

1. Intercambio de filas:

Esta operación consiste en intercambiar la posición de dos filas en la matriz. Se denota como $R_i \leftrightarrow R_j$, donde R_i y R_j representan las filas que se van a intercambiar. El propósito de esta operación es asegurarse de que el pivote (el elemento principal en una columna) sea distinto de cero, ya que si es cero, se produciría una división entre cero en las operaciones posteriores.

2. Multiplicación de una fila por un escalar no nulo:

Esta operación implica multiplicar todos los elementos de una fila por un número distinto de cero. Se denota como kR_i , donde k es el escalar y R_i es la fila que se va a multiplicar. El objetivo de esta operación es obtener un "1" en la posición del pivote, lo cual simplifica las operaciones posteriores.

3. Suma de una fila multiplicada por un escalar a otra fila:

Esta operación consiste en multiplicar una fila por un escalar y luego sumarla a otra fila. Se denota como $kR_i + R_j$, donde k es el escalar, R_i es la fila a multiplicar y R_j es la fila a la que se le suma el resultado de la multiplicación. El propósito de esta operación es introducir ceros debajo del pivote.

Ahora, aplicando estas operaciones elementales al ejemplo que proporcionaste:

```
python Copy code

import numpy as np

# Definir la matriz de coeficientes y el vector de términos independientes
A = np.array([[3, -1, 1], [9, -2, 3], [6, -2, 2]])
b = np.array([3, -9, -12])

# Concatenar la matriz A y el vector b
Ab = np.column_stack((A, b))

# Aplicar el método de Gauss-Jordan utilizando la eliminación por filas
rows, cols = Ab.shape
for i in range(rows):
    # Pivoteo parcial: intercambiar filas si el pivote es cero
    if Ab[i, i] == 0:
        max_row = np.argmax(np.abs(Ab[:, i]))
        Ab[[i, max_row]] = Ab[[max_row, i]]

    pivot = Ab[i, i]
    Ab[i] /= pivot

    for j in range(rows):
        if j != i:
            factor = Ab[j, i]
```

En este código, se utiliza un bucle `for` para iterar a través de las filas de la matriz aumentada `Ab`. El primer paso es el pivoteo parcial, que comprueba si el pivote actual (el elemento diagonal) es cero. Si es cero, se busca la fila con el valor máximo absoluto en la misma columna y se intercambia con la fila actual. Esto garantiza que el pivote sea diferente de cero.

Luego, se normaliza la fila actual dividiéndola por el pivote actual, lo que garantiza que el pivote sea igual a uno.

A continuación, se realizan las operaciones para introducir ceros debajo del pivote. En cada iteración del bucle interno `for`, se selecciona una fila diferente (`j`) y se calcula el factor multiplicativo necesario para que, al sumarlo a la fila actual (`i`), se anule el elemento debajo del pivote. De esta manera, se van obteniendo ceros debajo de cada pivote en la matriz.

Después de completar estas operaciones elementales, se obtiene la matriz en forma escalonada reducida, donde se han generado ceros debajo de los pivotes. La solución del sistema de ecuaciones se encuentra en la última columna de la matriz `Ab`.

Espero que esta explicación aclare cómo se aplican las transformaciones elementales en el método de Gauss-Jordan. Si tienes alguna otra pregunta, no dudes en hacerla.

Aspectos positivos y dificultades encontradas

Como aspectos positivos cabe destacar por un lado la posibilidad de disponer en línea de una IA tan potente como lo es ChatGPT como herramienta de soporte para realizar prácticas de todo lo visto en el curso (y también para otros cursos/temas). Por otro lado el interés de las y los estudiantes en aprender a utilizar programación para resolver problemas (en este caso bajo código Python) como una habilidad y competencia adicional a lo que se ve habitualmente en el curso. En este aspecto al ser

estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información poseen por lo general conocimientos de programación, aunque a la altura del año y frente al nivel de la asignatura todavía no han desarrollado. El hecho de ver funcionar los códigos que ellos mismos programan les genera siempre mucha satisfacción. También como aspecto positivo podemos mencionar la visualización de los métodos analíticos como una forma potente de solucionar problemas que pueden o no tener solución en forma exacta o que son difíciles de implementarlos de manera exacta.

En cuanto a las dificultades encontradas se puede mencionar algunas respuestas “erróneas” dadas por la IA, algunos errores en fórmulas, o ejemplos pedidos que al querer correrlos en la plataforma de Google Colab no terminan siendo adecuados, por eso se recuerda siempre con énfasis a las y los estudiantes el hecho de tener que saber primero sobre los contenidos para poder utilizar adecuadamente la IA y poder verificar que lo que nos está contestando sea siempre correcto. El “Aprender a preguntar y comprender la respuesta”.

Conclusiones

Esta experiencia educativa nos muestra que estamos frente a una revolución con las herramientas que están apareciendo de IA y eso no se puede negar, lo cual nos lleva a plantearnos como docentes cual será nuestro rol, considerando que debe ser el de guías fundamentalmente en el uso de estas herramientas y en que debemos tener capacitación constante en estos temas y generar de esta manera experiencias innovadoras para poder trabajar con las y los estudiantes en nuestros cursos.

En cuanto a los objetivos esperados, los resultados han sido satisfactorios, la experiencia fue muy bien recibida por las y los estudiantes, el uso de la IA les pareció de mucha utilidad como herramienta de soporte para la resolución de problemas de este curso y de otros, se pudo explorar las nociones que tenían sobre programación y del curso de 145 estudiantes (S10), solo 19 tenían experiencia en haber programado algo anteriormente, lo cual permitió con esta experiencia introducir y fortalecer el desarrollo de habilidades y competencias asociadas a la programación para todo el grupo.

A su vez el trabajar de manera colaborativa ayuda a la comprensión y desarrollo de los temas propios de la materia.

Referencias

Burden R, Faires J, Douglas C (2021), Análisis Numérico. 9th Revised edition, Cengage Learning Editores S.A., ISBN: 9786074816631. Rodríguez, L. (2016) “ANÁLISIS NUMÉRICO BÁSICO. Un enfoque algorítmico con el soporte de Python”, Libro digital,

Versión 4.4 – 2016 , Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM), ESPOL

Resolución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales mediante programación con OCTAVE

Solving system of linear equations word problems programming in OCTAVE

Cristina Elizabeth Basualdo Soria

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
cbasualdosoria@gmail.com

Pablo Ernesto Javier Zurita Bianchini

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
pablozurita78@gmail.com

Ximena Natalia Villarreal

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
ximenavillarreal36@gmail.com

Cristian Eduardo Benites

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
cristiancebz@gmail.com

Mauricio Alejandro Santillán

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina
maualesan@gmail.com

María José Benac

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
mjbenac@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se plantea como una propuesta de enseñanza para la formación de alumnos, centrada en competencias para el manejo de herramientas tecnológicas que les permita desarrollarse eficazmente en su ámbito profesional. En particular, el software Octave permite, entre otras cosas, crear soluciones consistentes en programas codificados por el usuario que se ajusten a sus necesidades, tanto como éste lo desee. A partir de un ejemplo concreto de circuitos eléctricos trabajados mediante Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL), se mostrará la versatilidad del software Octave como un recurso pedagógico y como una herramienta de cálculo y programación.

Palabras clave: Competencias. Octave. Programación. Circuitos Eléctricos. Sistemas de Ecuaciones Lineales.

Abstract

The following project is proposed as a teaching approach for the competence-based education of students, focused on the management of technological tools that allow them to effectively develop in their professional field. In particular, the Octave software enables, among other things, to create solutions consisting of user-coded programs that are tailored to their needs, as much as desired. Using a concrete example of electrical circuits solved through system of linear equations (SLE), the versatility of the Octave software will be demonstrated as a pedagogical resource and as a calculation and programming tool.

Keywords: Competences. Octave. Programming. Electrical Circuits. Linear Equation Systems.

Introducción

El avance vertiginoso de las tecnologías en los últimos años, más aún en tiempos de postpandemia, nos motivó a repensar la forma en que realizamos nuestras prácticas de enseñanza y con ello reflexionar acerca de las competencias que deben tener los futuros egresados de las diferentes carreras, en particular, de los futuros ingenieros. Es evidente que muchas de las tareas que antes eran realizadas por humanos ahora son efectuadas por recursos tecnológicos. Esto hace imprescindible formar a los nuevos profesionales con competencias en el uso y la aplicación de herramientas computacionales que permitan optimizar no sólo resultados, sino también el tiempo y los procedimientos para llegar a ellos. En este sentido, la aplicación de softwares específicos resulta sumamente eficaz para alcanzar tales objetivos.

Siguiendo en esta línea, una de las formas más adecuadas para alcanzar los propósitos antes descriptos es abordar los conceptos mediante los problemas de aplicación, modelizando desde lo particular a lo general. Es aquí, donde la programación puede tomar un rol protagónico, que permitirá la toma de decisiones adecuadas, la automatización de procesos y la efectivización de resultados.

Por tales razones, el presente trabajo, busca brindar a los docentes aportes que favorezcan a sus prácticas de enseñanza y que fortalezcan las competencias que desean desarrollar en los estudiantes de las cátedras en las que se desempeñan. En particular, se trabajará con el software OCTAVE, que es una potente herramienta computacional no sólo para ser utilizada en el aula sino también en el trabajo del profesional egresado.

Octave o GNU Octave es un programa y lenguaje de programación para realizar cálculos numéricos. Se caracteriza por:

- Su lenguaje, basado en matrices, es la forma más natural para expresar la matemática computacional. Las gráficas integradas facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellas.
- Por ser un software libre, es de fácil acceso y distribución para cualquier usuario.
- Usa un lenguaje que es compatible con el que utiliza MATLAB.
- Permite el desarrollo de aplicaciones complejas con ayuda del editor de ventanas, menús y controles de la utilidad GUI (Graphics User Interface).

Por otra parte, consideramos que es importante trabajar desde las diferentes cátedras con ejemplos que permitan visualizar la aplicación de los contenidos enseñados. Uno de ellos, fundamental para el álgebra lineal, es la resolución de Sistemas de Ecuaciones Lineales que tiene innumerables aplicaciones en el campo de la ingeniería así como también en muchas otras disciplinas. En particular, se expondrá un ejemplo concreto para trabajar este contenido a partir de los circuitos eléctricos, con la intención de vincular diferentes aristas: contenido a enseñar (a aprender), adquisición de competencias tecnológicas mediante la utilización de Octave y problemas de aplicación.

Desarrollo

En primera instancia, consideramos que es necesario recordar algunos conceptos referentes al problema de aplicación que se desea trabajar.

Circuitos Eléctricos

Los circuitos eléctricos son un tipo especializado de redes electricas que proporciona información acerca de fuentes de energía, como las baterías, y dispositivos impulsados por dichas fuentes, como las bombillas eléctricas o motores. Para representar gráficamente un circuito eléctrico se utilizan los siguientes símbolos:

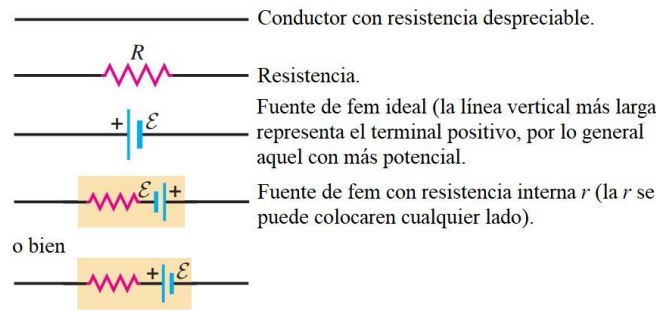


Figura 1: Símbolos utilizados diagramas de circuitos eléctricos.

Además, en un circuito eléctrico se pueden distinguir:

- Unión: es el punto en que se unen tres o más conductores. Las uniones también reciben el nombre de nodos.
- Rama: es el fragmento comprendido entre dos nodos consecutivos.
- Malla: es cualquier trayectoria cerrada de conducción.

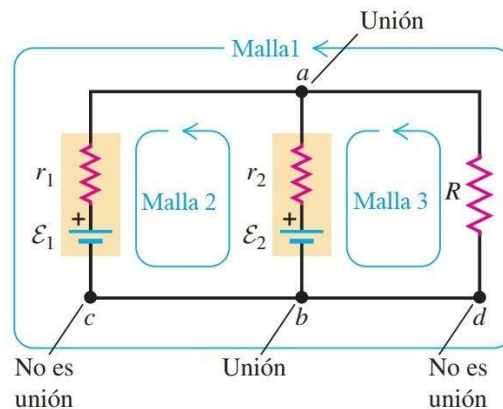


Figura 2: Representación gráfica de un circuito eléctrico

Ley de Ohm:

La ley de Ohm establece exactamente cuánta diferencia de potencial (V) se necesita para impulsar una corriente (I); a través de una resistencia (R):

$$V=I.R$$

La fuerza se mide en volt (V), la resistencia en ohm (Ω) y la corriente en amper (A).

Leyes de Kirchhoff

Las Leyes de Kirchhoff son aplicables al cálculo de tensiones, intensidades y resistencias en una malla eléctrica y son muy utilizadas en ingeniería eléctrica para obtener los valores de la intensidad de corriente en las ramas de un circuito eléctrico y del potencial eléctrico en cada punto del circuito. Surgen debido a que en muchas ocasiones no es posible reducir las redes eléctricas cuando los resistores se encuentran en serie o en paralelo.

- La ley de Kirchhoff de las uniones: establece que la suma algebraica de las corrientes en cualquier unión es igual a cero (la suma de las corrientes entrantes a un nodo es igual a la suma de las corrientes salientes). Es decir,

$$\sum I = 0$$

- La ley de Kirchhoff de las espiras: establece que la suma algebraica de las diferencias de potencial en cualquier malla, incluso las asociadas con las fem y las de elementos con resistencia, debe ser igual a cero (en toda malla la suma de todas las diferencias de potencial en las resistencias es igual a la suma de todas las tensiones de las fuentes). Es decir,

$$\sum V = 0$$

Convenciones de signos para las espiras

Primero suponemos un sentido de la corriente en cada ramal del circuito e indicamos en el diagrama correspondiente.

Luego, a partir de cualquier punto del circuito, se realiza un recorrido imaginario de la malla sumando las fem (\mathcal{E}) y los B. F conforme los encuentre. Cuando se pasa a través de una fuente en la dirección de $-$ a $+$, la fem se considera positiva; cuando se va de $+$ a $-$, la fem se considera negativa. Cuando se va a través de un resistor en el mismo sentido que el que se supuso para la corriente, el término B. F es negativo. Cuando se pasa a través de un resistor en el sentido opuesto a la corriente que se supuso, el término B. F es positivo.

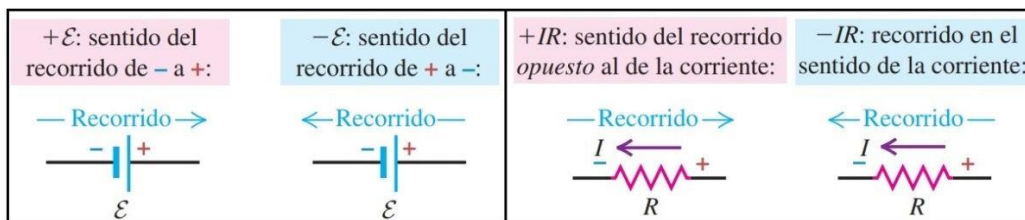
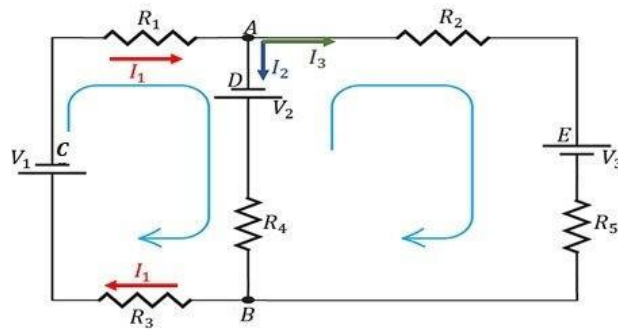


Figura 3: Convención de signos para las fem y las resistencias.

Ejemplo de Problema de Aplicación:

Determinar las intensidades de las corrientes de las ramas del siguiente circuito eléctrico



donde las resistencias y los voltajes son $F_K = 2\Omega$, $F_L = 4\Omega$, $F_N = 4\Omega$, $F_O = 3\Omega$, $F_P = 2\Omega$, $D_K = 10D$, $D_L = 6D$ y $D_N = 4D$.

El circuito posee tres baterías y cinco resistores. La corriente B_K fluye a través de la rama izquierda RST, la corriente B_L fluye a través de la rama media TR y la corriente B_N fluye a través de la rama derecha TUR.

Aplicamos **la ley de Kirchhoff de las uniones** en los puntos A y B respectivamente.

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 - I_2 - I_3 = 0 \text{ en el nodo A}$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 - I_2 - I_3 = 0 \text{ en el nodo B}$$

Se observa que las ecuaciones en A y en B son las mismas.

A continuación, aplicamos **La ley de Kirchhoff de las mallas** para cada una, considerando en sentido horario el recorrido de la misma.

Teniendo en cuenta las convenciones de signos se tiene:

Para la malla *CADBC*, la ecuación

$$-V_1 - I_1 R_1 + V_2 - I_2 R_4 - I_1 R_3 = 0 \Rightarrow 6I_1 + 3I_2 = -4$$

y para la malla *EBDAE*, la ecuación

$$-I_3 R_2 - V_3 - I_3 R_5 + I_2 R_4 - V_2 = 0 \Rightarrow 6I_3 - 3I_2 = -10$$

Luego queda determinado un sistema de ecuaciones lineales

$$\begin{cases} I_1 - I_2 - I_3 = 0 \\ 6I_1 + 3I_2 = -4 \\ -3I_2 + 6I_3 = -10 \end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 \\ 6 & 3 & 0 \\ 0 & -3 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -4 \\ -10 \end{bmatrix}$$

Resolución del problema utilizando el software Octave

La resolución del sistema de ecuaciones lineales aplicando Octave se puede realizar de las siguientes maneras:

- a) A través de la ventana de comandos introduciendo las sentencias o instrucciones necesarias hasta llegar al conjunto solución. Esto nos dará una solución para este problema en particular en virtud de la forma escalón reducida de la matriz ampliada del SEL. La interpretación queda a cargo del usuario (Figura 4).

4).

```
Ventana de comandos
>> A=[1 -1 -1;6 3 0;0 -3 6]
A =
     1     -1     -1
     6      3      0
     0     -3      6

>> B=[0;-4;-10]
B =
     0
    -4
   -10

>> Amp=[A B]
Amp =
     1     -1     -1      0
     6      3      0     -4
     0     -3      6    -10

>> S=rref(Amp)
S =
     1      0      0    -11/12
     0      1      0     1/2
     0      0      1    -17/12

>> X=S(:,4)
X =
   -11/12
    1/2
   -17/12
```

Figura 4: Resolución del SEL usando los comandos de Octave.

- a) Creando un archivo.m de función, el alumno puede codificar una solución propia para cualquier sistema de ecuaciones lineales devolviendo el análisis del mismo lo que facilita la presentación y explicación. Por ejemplo, en este caso las funciones “sistemas.m” y “sc_ind.m” fueron creadas por los autores del trabajo.

```

1 Esta función obtiene el conjunto solución para un Sistema Compatible Determinado y para un Sistema Incompatible.
2 Para un Sistema Compatible Indeterminado muestra la Matriz Escalon Reducida de la Matriz Ampliada
3 Se indica la cantidad de variables dependientes e independientes del sistema
4 function sistemas(A,B)
5 Amp=[A B]; % Construye la matriz ampliada del sistema
6 r1=rank(A);
7 r2=rank(Amp);
8 rref(Amp); % calcula la matriz escalon reducida de la matriz ampliada (Gaus Jordan)
9 if (r1==r2) % verifica si los rangos son iguales, entonces el sistema es compatible
10 t=size(A); % en el vector t se guarda la cantidad de filas y de columnas de A
11 if(r1==t(2)) % verifica si el rango y no de incógnitas son iguales
12 disp('El sistema es Compatible Determinado.')
13 disp('Su conjunto solución está formado por el siguiente vector: ')
14 v=C(1:t(2),t(2)+1); % extrae el vector solución
15 disp('Sol: ')
16 disp(v);
17 else
18 v=nd=t(2)-r1; % calcula el nro de variables independientes del sistema
19 disp('El sistema es Compatible Indeterminado.')
20 disp('')
21 disp('Matriz escalon reducida de la matriz Ampliada')
22 format rat
23 disp(C)
24 disp('')
25 disp('Se puede observar que el sistema tiene: ')
26 disp(' ',num2str(r1),' variables dependientes')
27 disp(' ',num2str(vind),' variables independientes')
28 disp('')
29 sc_ind(A,B)
30 %disp('Realizando el procedimiento correspondiente es posible obtener el conjunto solución')
31 end
32 else
33 disp('El sistema es Incompatible pues el Rg(A) es distinto del Rg(Amp)')
34 end
35 endfunction

```

```

Ventana de comandos
>> A
A =
     1     -1     -1
     6      3      0
     0     -3      6

>> B
B =
     0
    -4
   -10

>> sistemas(A,B)
El sistema es Compatible Determinado.
Su conjunto solución está formado por el siguiente vector:
Sol:
   -11/12
     1/2
   -17/12

```

```

1 function sc_ind(A,B)
2 r1=rank(A);
3 t=size(A);
4 n1=t(2);
5 i=1;
6 amp=[A B];
7 amp=rref(amp);
8 s='xyzw';
9 disp('El sistema equivalente es: ')
10 disp('')
11 while (i<=r1) % Comienza el proceso para la ecuación i
12 j=1;
13 ecu=' ';
14 co=0;
15 coef=0;
16 while (j<=n1) %comienza el proceso para la variable j
17 if (amp(i,j)~=0) % el coef. del la variable j es distinto de cero
18 if (amp(i,j)==1) % el coef. de la variable j es igual a 1
19 if (ecu==' ') % es el primer termino de la ecuacion i?
20 ecu=[ecu,s(j)];
21 co=0;
22 else
23 co=1;
24 endif
25 else
26 co=1;
27 endif
28 if (co==1)
29 if (amp(i,j)<0)
30 coef=amp(i,j)*(-1);
31 ecu=[ecu,' - '];
32 else
33 coef=amp(i,j);
34 ecu=[ecu,' + '];
35 endif
36 if (coef==1)
37 ecu=[ecu,s(j)];
38 else
39 coef=rats(coef);
40 num=num2str(coef);
41 num=strrep(num,' ','');
42 ecu=[ecu,num,s(j)];
43 endif
44 endif
45 j=j+1;
46 endwhile
47 coef=rats(amp(i,j));
48 num=num2str(coef);
49 num=strrep(num,' ','');
50 ecu=[ecu,' = ',num];
51 disp(ecu)
52 i=i+1;
53 endwhile
54 endfunction
55
56

```

Figura 5: Código del programa y ejecución del mismo para el problema planteado.

Observación: El código del programa está realizado de manera general de tal forma que resuelva cualquier sistema de ecuaciones lineales independientemente del contexto y de la situación problemática que lo genere. El usuario deberá adaptar los resultados, acorde a la notación que utilice.

Interpretación del conjunto solución

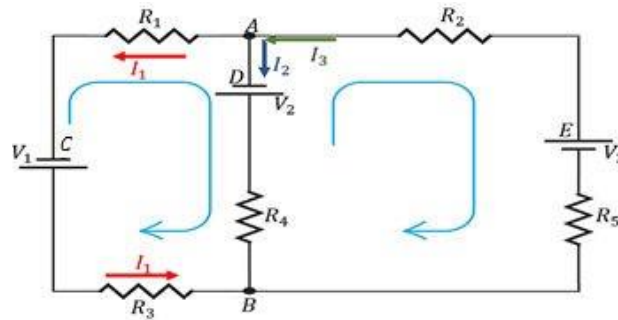
Como se observa en la captura de pantalla, nuestro archivo.m de función resuelve el sistema de ecuaciones lineales arrojando como resultado el siguiente conjunto solución:

$$S_B = \left\{ \begin{bmatrix} -11/12 \\ 1/2 \\ -17/12 \end{bmatrix} \right\}$$

Es decir: $I_1 = -11/12A$, $I_2 = 1/2A$ y $I_3 = -17/12A$.

Interpretación física de los resultados

Se observa que las corrientes I_1 e I_3 son negativas, esto significa que el sentido de circulación de tales corrientes es opuesto al elegido, es decir:



Observación: En un circuito eléctrico, las leyes de Kirchhoff y las relaciones de voltaje, corriente y resistencia proporcionan las ecuaciones que describen el comportamiento del circuito. Sin embargo, en algunos casos, puede haber redundancias en estas ecuaciones debido a la simetría o la configuración del circuito. Cuando existen ecuaciones linealmente dependientes, el sistema resultante es compatible indeterminado. Esto se debe a que las ecuaciones redundantes no aportan información adicional y no restringen completamente las variables desconocidas del sistema. En términos prácticos, esto significa que hay múltiples combinaciones de valores de corriente y voltaje que pueden satisfacer el circuito sin violar las leyes de Kirchhoff y las relaciones de voltaje, corriente y resistencia. Es importante destacar que, en la práctica, se busca evitar configuraciones de circuitos que generen sistemas de ecuaciones compatibles indeterminados, ya que dificultan la determinación de valores únicos y precisos para las variables desconocidas.

Conclusiones

La Universidad es una de las instituciones que más se involucra de modo muy activo en el desarrollo económico, social y cultural de la sociedad. Para dar cumplimiento a este encargo social, debe trabajar por la preservación, desarrollo y promoción de la cultura, concebidas como funciones que se concretan en la ejecución de los procesos universitarios: docencia, investigación y extensión. Es aquí, donde comienza nuestra tarea como docentes universitarios de proporcionarle a la sociedad en la que vivimos, todos aquellos sujetos que contribuirán a dicho desarrollo, pensando siempre en las estrategias y metodologías que más se ajusten a las necesidades vigentes.

Las competencias son procesos, capacidades, habilidades y destrezas desempeñadas con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes. Así, una de nuestras principales labores como docentes formadores de profesionales en la ingeniería, es fijarnos la meta de impulsar dichas competencias promoviendo estudiantes motivados a realizar actividades y resolver problemas de su vida profesional de la manera más ética, creativa, autónoma y eficiente posible.

Claramente un camino interesante es el aprovechamiento de las potencialidades que ofrecen las herramientas tecnológicas que están disponibles y que, en la disciplina matemática, son de gran utilidad puesto que el poder de representación que ofrecen permite la observación de problemas de modo más concreto y así identificar conceptos abstractos de manera más clara.

Particularmente, en el campo del álgebra lineal, Octave permiten trabajar con objetos abstractos como las matrices y visualizar tanto sus propiedades como sus aplicaciones. Además, este software nos permite realizar cálculos que manualmente serían muy laboriosos y de esta manera optimizar el tiempo en el aprendizaje y asimilación de los conceptos. Otro beneficio de Octave es que permite modificar la relación docente-estudiante poniendo al docente en el papel de facilitador y guía en el proceso de construcción de nuevo conocimiento y no simplemente un mero transmisor de conceptos.

Referencias

Perales Palacios, F. J. (2000). Resolución de Problemas. Madrid: Ed. Síntesis S.A.

Nakos, G. y Joyner, D. (1998). Álgebra Lineal con Aplicaciones. México: International Thomson Editores, S.A.

Lay, D. (2012). Álgebra Lineal y sus Aplicaciones. México: Ed. Pearson 4º Edición.

Young, H. D. y Freedman R. A. (2009). “Física universitaria, con física moderna volumen 2”. México: Pearson Educación, S.A.

Valiente Cifuentes, J. M. (2006). “Manual de iniciación a GNU Octave”. Trabajo realizado dentro de un Proyecto Fin de Carrera dirigido por Carlos Medrano Sánchez. Escuela Universitaria Politécnica de Teruel.

Pacios Izquierdo, D. (2018). “Curso de GNU Octave. Primeros pasos con la herramienta”. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/docs/1346-2019-04-28GNU_OCTAVE_Apuntos.pdf

Implementación de un laboratorio virtual para la enseñanza de equilibrio químico

Implementation of a virtual laboratory for teaching chemical equilibrium

María Eugenia Morgada

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Haedo. Argentina
mmorgada@frh.utn.edu.ar

Liliana Aranibar

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Haedo. Argentina
laranibar@frh.utn.edu.ar

Resumen

Se presenta una secuencia didáctica en la asignatura Química General para la unidad de equilibrio químico en la cual se trabajará mediante un enfoque de enseñanza por indagación. Sabiendo que es fundamental contextualizar siempre las propuestas de enseñanza, partiendo de situaciones cercanas a los estudiantes, se propone el estudio de una reacción reversible pero de una forma no tradicional: los conocidos “souvenir del clima” objetos que cambian de color, variando desde el rosa, pasando por el violeta al celeste, según la humedad ambiente y que contienen sales de cobalto. Luego, se estudia este fenómeno pero en un ambiente controlado, mediante un laboratorio virtual que presenta un simulador computacional de la reacción reversible de las sales de cobalto. Los estudiantes obtienen y analizan datos experimentales, para así poder construir conceptos y leyes a partir de esos datos. La propuesta está pensada para ser trabajada en modalidad virtual sincrónica y promoviendo el trabajo colaborativo.

Palabras clave: laboratorio virtual, reacciones reversibles, equilibrio químico, aprendizaje centrado en el estudiante

Abstract

A didactic sequence is presented in the subject General Chemistry for the unit of chemical equilibrium in which it will work through an approach of teaching by inquiry. Knowing that it is essential to always contextualize the teaching proposals, starting from situations close to the students, the study of a reversible reaction is proposed but in a nontraditional way: the well-known "weather souvenir" objects that change color, varying from pink, through violet to light blue, according to the ambient humidity and containing cobalt salts. Then, this phenomenon is studied but in a controlled environment, through a virtual laboratory that presents a computational simulator of the reversible reaction of cobalt salts. Students obtain and analyze experimental data, in order to construct concepts and laws from that data. The proposal is designed to be worked in synchronous virtual mode and promoting collaborative work.

Keywords: virtual lab, reversible reactions, chemical equilibrium, student-centered learning

Introducción

El concepto de reacciones reversibles y equilibrio químico se plantea en la asignatura Química General al final del año. Tradicionalmente, en el pizarrón se presentan reacciones químicas modelo en las que se muestra que las mismas generalmente no se completan, sino que las concentraciones de reactivos y productos varían hasta alcanzar concentraciones constantes, en lo que se define como “posición de equilibrio”, con las cuales se define y calcula una constante de equilibrio. Las reacciones utilizadas son generalmente poco conocidas por los alumnos y al no disponer de una experiencia en laboratorio se dificulta comprender el concepto de concentraciones que aumentan y disminuyen, todo se presenta a través de un relato. También se enuncia el principio de Le Châtelier, según el cual, una vez alcanzado el equilibrio, si el sistema es sometido a una perturbación, éste responderá de manera de atenuar esa perturbación y volver a una nueva posición de equilibrio.

En química dedicamos gran cantidad de tiempo en formular y nombrar compuestos químicos que son ajenos a los estudiantes, y, aunque muchos sean de uso frecuente, no se suele hacer alusión a su presencia en la vida cotidiana. En esta propuesta buscaremos la ciencia en experiencias contemporáneas, más cercanas a los estudiantes, que generen una experiencia atrapante, incluso para los mismos docentes (Maggio, 2021).

Al usar como sistema de estudio la reacción reversible en la que se basan los “souvenir del clima”, objetos que cambian de color, entre rosa, violeta y celeste, según la humedad ambiente, que son más o menos conocidos por todos, buscamos hacer presente el principio de aprendizaje pleno “que valga la pena jugar el juego”, donde al mostrar situaciones conocidas, que pueden generar curiosidad e interés en los alumnos, fomentamos que se involucren con entusiasmo (Perkins, 2010).

A través del uso del simulador computacional que proponemos, se puede registrar la variación de las concentraciones de reactivos y productos en el tiempo, se observan los cambios que realmente ocurren en un sistema cuando modificamos alguna de sus variables, no es sólo un relato.

Los simuladores computacionales son herramientas muy poderosas que nos permiten hacer ciencia en el aula. Sin embargo, como con cualquier recurso TIC, lo más importante es la propuesta que subyace. En este sentido, una de las propuestas didácticas donde más provecho se saca de los simuladores es el diseño de escenarios, es decir, pensar cómo el simulador puede ayudarnos a pensar sobre un fenómeno X, haciendo las abstracciones correspondientes. Los estudiantes trabajarán con guía didácticas elaboradas por el docente que les permitirán sacar provecho de la experiencia de simulación. El docente dota de contexto la simulación. Esto es fundamental, deben tener un objetivo claro y pertinente al tema que se quiere enseñar. Los estudiantes deben comprender porque se realiza ese experimento y que información puede aportar, no es experimentar porque sí.

Las propuestas de los laboratorios virtuales deben ser flexibles y brindar al estudiante la posibilidad de repetir las actividades experimentales incorporando modificaciones. Si se busca fomentar la creatividad y el espíritu crítico el incremento en los grados de libertad de la propuesta la torna más motivadora. Además, esto permite incorporar luego instancias de justificación y argumentación de los cambios generados. ¿Qué pasaría si? ¿Qué esperan encontrar al

modificar la variable X? ¿Por qué decidieron cambiar la variable X? (Idoyaga y Arguedas-Matarrita, 2021).

Esta secuencia didáctica está enmarcada en la asignatura Química General y destinada a estudiantes de 1° año de las carreras de Ingeniería Electrónica, Mecánica e Industrial, en la Facultad Regional Haedo. Fue llevada a cabo durante el año 2021, durante la emergencia sanitaria, en modalidad virtual sincrónica, por la plataforma Microsoft Teams. Teniendo en cuenta que puede incluirse hasta un 30% de clases sincrónicas virtuales dentro de la modalidad presencial, se contempla la posibilidad de llevarla a cabo este año 2023, con algunas modificaciones, teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente. Los cursos son de entre 30 y 50 alumnos.

En unidades anteriores, se trabajó con otro equilibrio dinámico, el equilibrio líquido-vapor, por lo que no es un tema totalmente nuevo. Los estudiantes deberían recordar que un equilibrio dinámico es aquel en el que dos procesos inversos ocurren en forma simultánea a la misma velocidad, dando como resultado un cambio neto de concentraciones igual a cero. Los estudiantes también comprenden el concepto de reacción endotérmica y exotérmica, así como el concepto de velocidad de reacción, entendida como la variación de concentración de reactivos y productos en el tiempo.

Se espera desarrollar habilidades procedimentales, tales como proponer hipótesis, definir variables independientes y dependientes, construir gráficos a partir de datos experimentales reales o simulados, y analizar tendencias.

Se busca que los estudiantes alcancen los siguientes objetivos:

1. Incorporar el uso de simuladores para analizar desde un punto de vista microscópico los fenómenos macroscópicos que se observan en una reacción química.
2. Formular hipótesis acerca de como afectan las variaciones en las concentraciones de reactivos y productos, y la temperatura, a un sistema en equilibrio.
3. Diseñar experimentos sencillos para simular escenarios y analizar los resultados a través de tablas y gráficos.
4. Comprender que la adición o extracción de un reactivo o producto a un sistema en equilibrio afectará a las velocidades de reacción directa e inversa, provocando un nuevo estado de equilibrio.
5. Comprender que un cambio en la temperatura afecta a un sistema en posición de equilibrio y modifica la constante de equilibrio.
6. Interpretar fenómenos cotidianos a partir de los conocimientos científicos.

Desarrollo

La propuesta consta de 3 momentos.

Primer momento: Planteo de una imagen disparadora y una situación problema

El docente introduce una situación problema y propone preguntas para focalizar la atención. Los alumnos participan con ideas, recuperan conceptos adquiridos previamente, proponen hipótesis, todos los estudiantes están presentes en el mismo espacio.

Decidimos utilizar un meme como elemento disparador del tema que nos convoca en la clase. Los memes se han transformado en una habitual práctica sociocultural, tienen un carácter efímero, circunstancial y reactivo. Cada vez más usamos estas piezas como modo de canalizar de manera condensada lo que una situación puntual nos provoca (el resultado de un partido de fútbol, la frase de algún político, y un largo etcétera) y, en los últimos tiempos, su uso se ha introducido y extendido también de manera creativa y novedosa en el ámbito educativo. Los memes surgen de observar la realidad y nos interpelan a través del humor, pudiendo así hacer crítica social. Ser críticos ante su entorno, es una actitud a desarrollar entre estudiantes en todos los niveles. Al ser críticos, no sólo pensamos la realidad para detectar problemas, sino también para encontrar posibles soluciones.



Figura 1: Meme planteado al inicio de la clase.

Mostramos la imagen y realizamos una serie de preguntas con el fin de focalizar la atención de los estudiantes. ¿Alguno tiene en su casa una de estas figuras? ¿Presenta un único color posible o varios? ¿El cambio de color en estas figuras es definitivo o puede volver atrás? ¿Se preguntaron alguna vez a que se debe el cambio de color? ¿Es verdad que pueden predecir el clima? Incluso comprobamos la existencia de una app que reproduce estos objetos característicos de la costa: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dolemlabs.weatherstatuette&pcampaignid=web_share

A partir de ahí se crea un contexto propicio para explicar que estas figuras tienen una de sus caras cubierta por una capa de óxido de silicio, un compuesto muy higroscópico. El óxido de silicio no es coloreado, pero se le agregan sales de cobalto, que sí lo son. Los iones de cobalto (II) no existen en solución acuosa como iones libres, sino que forman un ion complejo, es decir, una especie química formada por un átomo metálico central, con estado de oxidación positivo, que está enlazado a un grupo de moléculas neutras o iones negativos, por medio de enlaces covalentes dativos o coordinados. Los iones complejos son muy comunes y pueden existir tanto en solución como en sales complejas sólidas. El ion Co(II) forma dos iones complejos: $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ cuando se une a 6 moléculas de agua, de color rosado y $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ cuando se une a 4 iones cloruro, de color azul. El ion cobalto (II) presenta un equilibrio entre estas dos especies:



Como primera actividad se les propone a los alumnos balancear la ecuación (1), agregando las especies faltantes.



Aquí introducimos el concepto de reacción reversible y para responder la pregunta ¿Es posible que los productos se transformen nuevamente en reactivos? les presentamos un video en el que se puede seguir, de manera cualitativa, la variación del color de la solución con los sucesivos agregado de Cl^- y H_2O . <https://www.sciencephoto.com/media/600219/view/cobalt-chloride-equilibrium-demonstration>.

Como nos interesa estudiar este sistema de manera rigurosa, lo haremos utilizando el laboratorio virtual: <http://chemcollective.org/vlab/85>. Este sitio ofrece laboratorios virtuales sobre estequiometría, termoquímica, cinética y equilibrio químico, entre otros. Los modelos de simulación computacionales (MSC) que representen fenómenos, procesos o eventos, sirven para explorar, predecir y/o explicar aquello que intentan representar (Wilensky, Brady y Horn (2014)). Los MSC permiten diseñar escenarios y experimentos que no sería posible llevar a cabo en un laboratorio presencial, ya sea por la falta de disponibilidad de

equipamiento o por el alto número de estudiantes. En esta simulación, podremos observar el efecto de la adición y remoción de reactivos y productos. No sólo se observa la variación de las concentraciones a partir del cambio de color sino también pueden registrarse las concentraciones molares que van variando hasta alcanzar el equilibrio, permitiendo así calcular la constante de equilibrio. El simulador, además, ofrece una visualización de las partículas, en solución, permitiendo observar aquello que el ojo no puede ver, ayudando a los estudiantes a volver concreto lo abstracto, un aspecto clave de las visualizaciones en ciencias.

En una primera instancia, el docente, compartiendo pantalla, lleva a cabo una primera simulación a partir de concentraciones iniciales de los reactantes y muestra la evolución de las mismas. Se analizan los resultados en conjunto, mediante la guía del docente, que en todo momento orienta realizando preguntas que invitan a razonar: “A medida que

agregan un reactivo, ¿Cómo cambia el color de la solución? ¿Qué pasa con las concentraciones de los otros reactantes? Se introduce el concepto de posición de equilibrio. Ante la pregunta “¿Qué pasaría si partimos de concentraciones iniciales

diferentes?”, se propone una nueva simulación y se observa que se llega a una nueva posición de equilibrio. Con estos datos se define y calcula la constante de equilibrio.

Se analiza también como varía la temperatura durante la reacción y se intenta responder la siguiente pregunta “Con las observaciones que hicieron ustedes respecto de la temperatura, de cómo cambia la temperatura, ¿tenemos forma de verificar, si la reacción es endotérmica o exotérmica?”.

Segundo momento: Estudio de un sistema en equilibrio al modificar las concentraciones de reactantes o su temperatura utilizando un laboratorio virtual

Los estudiantes realizan las experiencias planteadas en la guía didáctica agrupados en los canales secundarios de Teams, y cada grupo va volcando los datos experimentales obtenidos, los cálculos y resultados en una planilla de cálculo de Geogebra en línea y en un Documento de Google compartido. La docente puede participar de las reuniones de cada canal a fin de orientar el trabajo.

Si bien los alumnos tienen experiencia con simuladores donde hay que introducir variables y registrar resultados (PhET, Pearson Calorimeter Simulation y otros), éste es más complejo ya que hay que realizar “virtualmente” procedimientos propios de un laboratorio (trasvasar soluciones, pipetear, pesar, agregar gota a gota). Para facilitar el uso del simulador se propondrá este simulador para la preparación de diluciones, actividad que se llevaría a cabo varias clases antes, de manera de entrenarse en el manejo virtual de material de laboratorio.

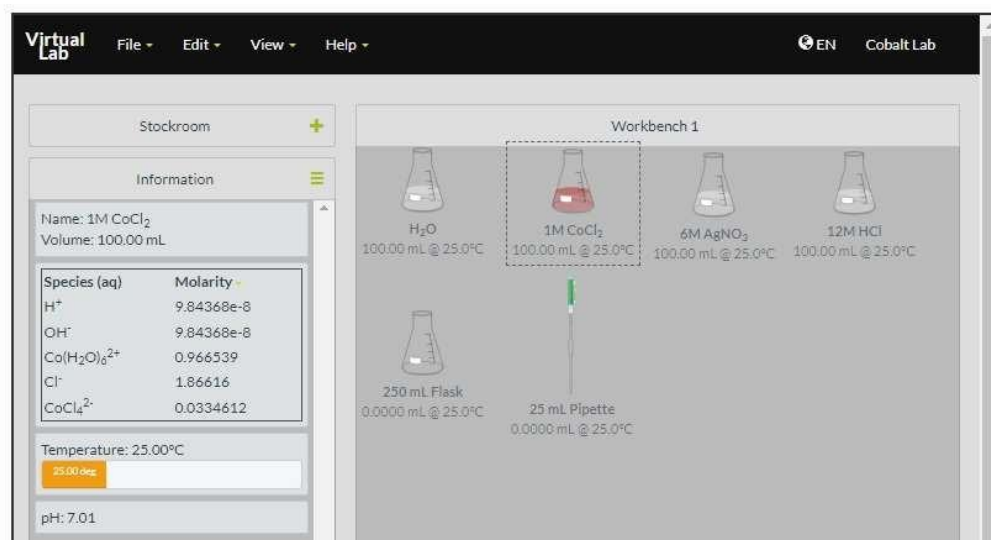


Figura 2. Vista de la mesada de trabajo.

Los estudiantes, trabajando en grupo, y siguiendo la guía didáctica propuesta por el docente, realizan simulaciones siguiendo siempre este orden:

1. Formular una hipótesis/predicción
2. Realizar la experiencia
3. Observar, registrar concentraciones y temperatura y responder una serie de preguntas.

Experiencia	Descripción	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Cl}^-]$	$[\text{CoCl}_4]^{2-}$	Temp.	Color	Sentido en que se desplaza la reacción (directa/inversa)	Constante de equilibrio Kc
		(M)	(M)	(M)				
0	situación inicial	0,96654	1,86616	0,03346	25	Rosa	Directa	0,002855
1	se agregan iones Cl^-	0,52875	3,50896	0,22882	25	Azul claro	Directa	0,002855
2	se extraen iones Cl^- , agregando solución de AgNO_3 . Los iones Ag^+ forman una sal insoluble de AgCl	0,42	2,55	0,05	25	Rosa oscuro	Inversa	0,002816
3	manteniendo fijas las concentraciones, se enfría el sistema	0,4692	2,774	0,0024	0	Rosa oscuro	Inversa	0,000086
4	manteniendo fijas las concentraciones, se calienta el sistema	0,08154	1,1941	0,39016	90	Azul	Directa	2,353808

Tabla 1. Datos obtenidos en las experiencias

Además, se propondrá, utilizando como punto de partida una de las experiencias anteriores, proponer y llevar a cabo un experimento en el que se pueda estudiar como el agregado de agua a este sistema en equilibrio afecta al mismo.

Tercer momento: Puesta en común de resultados

Los estudiantes y docente, se encuentran reunidos nuevamente en un mismo espacio. La docente enuncia el principio de Le Châtelier. Postulado en 1884 por Henri-Louis Le Châtelier (1850-1936), químico industrial francés, establece que: “Si se presenta una perturbación externa sobre un sistema en equilibrio, el sistema se ajustará de tal manera que se cancele parcialmente dicha perturbación en la medida que el sistema alcanza una nueva posición de equilibrio”. El término perturbación puede referirse a un cambio de concentración, presión, volumen o temperatura que altera el estado de equilibrio de un sistema. Se relacionan las conclusiones obtenidas en las experiencias con el principio de Le Châtelier, y se ejemplifica con las experiencias realizadas que se verifica dicho principio.

Finalmente, luego de analizar cada experiencia concluimos que el cambio de color de estos objetos es consecuencia de la cantidad de humedad en el ambiente. Un aumento de humedad suele indicar precipitaciones, por eso es que podemos asociar estos cambios de color al estado del clima.

En la clase siguiente se propondrá el análisis de otras reacciones reversibles, con datos experimentales, reales o simulados, que permitan concluir la verificación del principio de Le Châtelier.

Conclusiones

Consideramos que la propuesta presentada cumple con los objetivos propuestos, a partir de ella, los estudiantes se involucraron en la observación de un fenómeno conocido y mediante el uso de un simulador, analizaron desde un punto de vista microscópico los fenómenos macroscópicos que se observan en una reacción química. También fueron capaces de formular hipótesis acerca de como afectan las variaciones en las concentraciones de reactivos y productos, y la temperatura, a un sistema en equilibrio y de diseñar experimentos sencillos que permitieran verificarlos. Fueron capaces de interpretar fenómenos cotidianos a partir de los conocimientos científicos.

Al trabajar en formato virtual es difícil monitorear la participación de todos los estudiantes, muchos están conectados a la clase pero no están siguiéndola y cuesta un poco romper con la inercia de actividades repetitivas y cámara apagada. El contexto y el escenario de cada estudiante es diferente y la ausencia de un clima de aula propicio al aprendizaje sin duda no jugó a favor. Sin embargo, a fin del año 2021 casi todos los estudiantes resaltaron el hecho de haber trabajado con simuladores, herramienta que ninguno conocía y que si bien no habían asistido a laboratorios presenciales pudieron aprender de las simulaciones.

Buscamos de esta forma ofrecerles a los estudiantes nuevas herramientas y estrategias, de contribuir al desarrollo de habilidades, de ofrecer una pluralidad de recursos para despertar y trabajar sus múltiples capacidades. Teniendo en cuenta lo mencionado por Gvirtz y Palamidessi (2010) cuando dicen “la riqueza de la interpretación se desarrolla con la abundancia de registros, de sensaciones y de informaciones” consideramos fundamental favorecer el uso de herramientas tecnológicas, que así como están incluidas en nuestra vida cotidiana deberían también estar incluidas en el aula.

Referencias

Gvirtz, S. y Palamidessi, M. (2010) El abc de la tarea docente: currículum y enseñanza. Buenos Aires: Aique. Capítulo 6. La planificación de la enseñanza.

Hooper-Simpson, F. M.-V. (mayo-agosto, 2016). Trabajo colaborativo en ambientes virtuales de aprendizaje: Algunas reflexiones y perspectivas estudiantiles. Revista Electrónica Educare, Disponible en <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/view/7901/16512>>

Idoyaga, I. y Arguedas-Matarrita, C. (2021). Introducción al uso de Laboratorios Remotos en educación. CABA: Editorial APFA.

Johnstone, A. (1982). Macro- and microchemistry. School Science Review, 64, 377-379.

Maggio, M. et al. (2021) Clases fuera de serie. Comp. Maggio, M. ; coordinación general de Maggio, M. ; editado por Costilla, M.L. - 1a ed. - Lomas de Zamora: Javier Mariano Areco. Libro digital, disponible en <https://www.fundaciontelefonica.com.ar/cultura-digital/publicaciones/clases-fuera-de-serie/729/#close>>

Perkins, D. (2010). El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación. Buenos Aires: Paidós.

Villagrà, P. L. (2018). ¿Qué es el aprendizaje cooperativo? Definición y elementos esenciales. EdInTech. Disponible en <https://edintech.blog/2018/01/24/aprendizaje-cooperativo-definicion-elementos-esenciales/>

Wilensky, U., Brady, C. y Horn, M. (2014). Fostering Computational Literacy in Science Classrooms. Communications of the ACM. 57. 24-28. 10.1145/2633031. Fomentando la alfabetización computacional en las clases de ciencias. Trad.: Cristián Rizzi Iribarren (2018)

Diseño de recursos educativos digitales para la enseñanza de métodos numéricos

Design of digital educational resources for teaching numerical methods.

Lorena Laugero

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

Cecilia Cardoso Dupuy

Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
ccardosodupuy@frsn.utn.edu.ar

Lucía Forni

Facultad Regional San Nicolás – Universidad Tecnológica Nacional – Argentina
lforni@frsn.utn.edu.ar

Resumen

El Grupo Ingeniería & Educación, de la Facultad Regional San Nicolás, tiene como uno de sus objetivos diseñar Recursos Educativos Digitales (RED) para ser utilizados en la enseñanza de distintas asignaturas en carreras de ingeniería. Los programas utilizados para la generación de estos recursos, en un principio, eran propietarios. Ante el inconveniente de que no todos los alumnos podían acceder a este tipo de programas, se decidió emplear software libre. El objetivo principal de este trabajo es mostrar los RED que se elaboraron en GeoGebra para implementar métodos de interpolación polinómica, aproximar la derivada primera de una función en un punto utilizando distintas alternativas y calcular una integral definida aplicando cuadraturas de Newton Cotes. También se presentarán algunas de las actividades que se elaboraron para abordar ciertos conceptos involucrados en los temas mencionados, junto con el análisis que se efectuará en clase con cada una de ellas.

Palabras clave: Recursos educativos digitales, Métodos numéricos, GeoGebra.

Abstract

The Engineering & Education Group, from the Facultad Regional San Nicolas, aims to design Digital Educational Resources (DER) to be used in the teaching of different subjects in engineering careers. Initially, proprietary software programs were used to generate these resources. However, since not every student could afford this type of software, it was decided to use open-source software. The main objective of this work is to show the DER developed in GeoGebra to implement polynomial interpolation methods, approximate the first derivative of a function at a point using different alternatives and calculate a definite integral by applying Newton – Cotes quadratures. Additionally, some of the activities developed to address certain concepts involved in the mentioned topics will be presented, along with the analysis that will be conducted in class for each of them.

Keywords: Digital educational resources, Numerical methods, GeoGebra.

Introducción

En la actualidad, los métodos numéricos tienen una importancia significativa debido a que permiten resolver una gran cantidad de problemas en los que la aplicación de procedimientos analíticos no es posible o resulta ser muy engorrosa (Díaz, 2015). De ahí la importancia de que los estudiantes de ingeniería adquieran una visión general de los métodos numéricos para poder aplicarlos en la resolución de problemas ingenieriles avanzados.

Los recursos tecnológicos han revolucionado la forma en la que se enseñan y se aprenden los métodos numéricos. Su incorporación, ofrece diversos beneficios significativos, entre los que pueden destacar (Caligaris et al., 2010, 2019, 2022):

- **Visualización de conceptos abstractos:** los recursos tecnológicos permiten generar representaciones gráficas o animaciones que ayudan a los estudiantes a comprender mejor algunos conceptos abstractos que se hallan involucrados en el aprendizaje de los métodos numéricos.
- **Experimentación:** los recursos tecnológicos brindan la posibilidad de que los estudiantes experimenten diversas situaciones al variar algunos parámetros y analicen el impacto que producen esas variaciones en la solución numérica.
- **Ahorro de tiempo:** los recursos tecnológicos permiten realizar cálculos tediosos y complejos de una manera rápida y precisa. Este ahorro de tiempo posibilita a los alumnos enfocarse en cuestiones conceptuales.
- **Desarrollo de habilidades matemáticas:** los recursos tecnológicos brindan la posibilidad de plantear actividades donde los estudiantes, a partir de la observación de las salidas dadas por el recurso, pueden explicar, comparar, justificar, estimar, argumentar, inventar.

El Grupo Ingeniería & Educación, de la Facultad Regional San Nicolás, en sus distintas líneas de investigación, tiene como uno de sus objetivos diseñar Recursos Educativos Digitales (RED) para ser utilizados en la enseñanza de diferentes asignaturas en carreras de ingeniería y estudiar el impacto que producen los mismos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los programas utilizados para la generación de estos recursos, en un principio, eran propietarios. Ante el inconveniente de que no todos los alumnos podían acceder a este tipo de programas, se decidió emplear softwares libres. No obstante, no sólo se utilizaron programas de acceso libre para generar nuevos RED, sino que paulatinamente todos los recursos fueron reemplazados para que los alumnos puedan acceder a ellos sin restricciones.

El objetivo principal de este trabajo es mostrar los RED que se elaboraron en GeoGebra para implementar métodos de interpolación polinómica, aproximar la derivada primera de una función en un punto utilizando distintas alternativas y calcular una integral definida aplicando cuadraturas de Newton Cotes. También se presentarán algunas de las actividades que se elaboraron para abordar ciertos conceptos involucrados en los temas mencionados y el análisis que se efectuará en clase con cada una de ellas.

Recursos educativos digitales

Entre las tecnologías digitales disponibles, se encuentra una amplia gama de programas y recursos que pueden facilitar tanto la enseñanza como el aprendizaje de los métodos numéricos. Entre ellos, se destacan los Recursos Educativos Digitales (RED).

Los RED son definidos como herramientas disponibles en medios digitales producidas con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje (Pineda Sánchez, 2018). Según García (2010), los RED permiten el logro de un objetivo de aprendizaje y su diseño tiene una intencionalidad formativa que responde a características didácticas apropiadas para el aprendizaje. Están contruidos para informar sobre un tema, ayudar a la adquisición de un conocimiento, reforzar un aprendizaje, facilitar el desarrollo de una determinada competencia y evaluar conocimientos.

Los nuevos recursos educativos digitales

En las siguientes secciones, se mostrarán los RED que se diseñaron en GeoGebra para distintos temas que se enseñan en la materia Análisis Numérico de la Facultad Regional San Nicolás. La elección del software se basa en el hecho de que es un software gratuito, que brinda la posibilidad de instalarlo en dispositivos móviles, que se ejecuta fácilmente en los navegadores más populares de Internet y que es fácil de utilizar debido a que presenta una interfaz amigable (Auccahuallpa et al, 2022). Además, los alumnos están familiarizados con dicho programa por trabajarlo en otras asignaturas en años anteriores.

Recursos educativos digitales de interpolación

La Figura 1 muestra los RED que se diseñaron para trabajar con dos métodos de interpolación: polinomio de Lagrange y spline cúbica natural.

Por medio del RED que se presenta en la Figura 1.a, es posible obtener las funciones que interpolan el conjunto de puntos ingresados utilizando los métodos antes mencionados. Para poder utilizar este recurso, se debe indicar la cantidad de puntos que se desea interpolar e ingresar las coordenadas de los mismos. Cabe destacar que las abscisas de los puntos deben estar ordenadas de menor a mayor.

Las funciones obtenidas tras aplicar el método de Lagrange o la interpolación seccional, son graficadas en color azul y rojo, respectivamente. Como se puede observar, este recurso brinda la posibilidad de mostrar por separado o, de manera conjunta, cada una de las interpolaciones obtenidas.

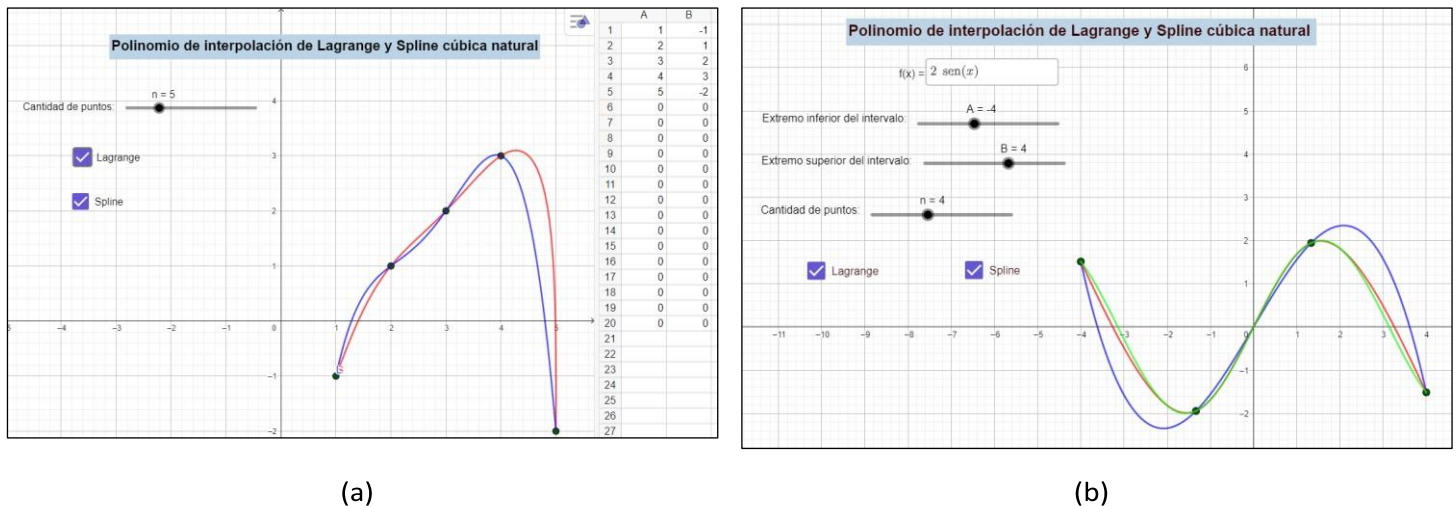


Figura 1. Recursos educativos digitales de interpolación

En la Figura 1.b, se presenta la otra aplicación elaborada para aproximar una función determinada utilizando métodos de interpolación al tomar puntos equiespaciados. Para utilizar este RED, se debe ingresar la función que se quiere aproximar, indicar la cantidad de puntos y seleccionar el o los métodos que se quiere utilizar. La función a aproximar se grafica en color verde, mientras que las funciones obtenidas al aplicar el método de Lagrange o la interpolación seccional, se representan en color azul y rojo, respectivamente.

Recurso educativo digital de integración numérica

En la Figura 2, se puede observar el RED que se diseñó para aproximar el valor de una integral definida utilizando la regla de los trapecios y el método de 1/3 de Simpson.

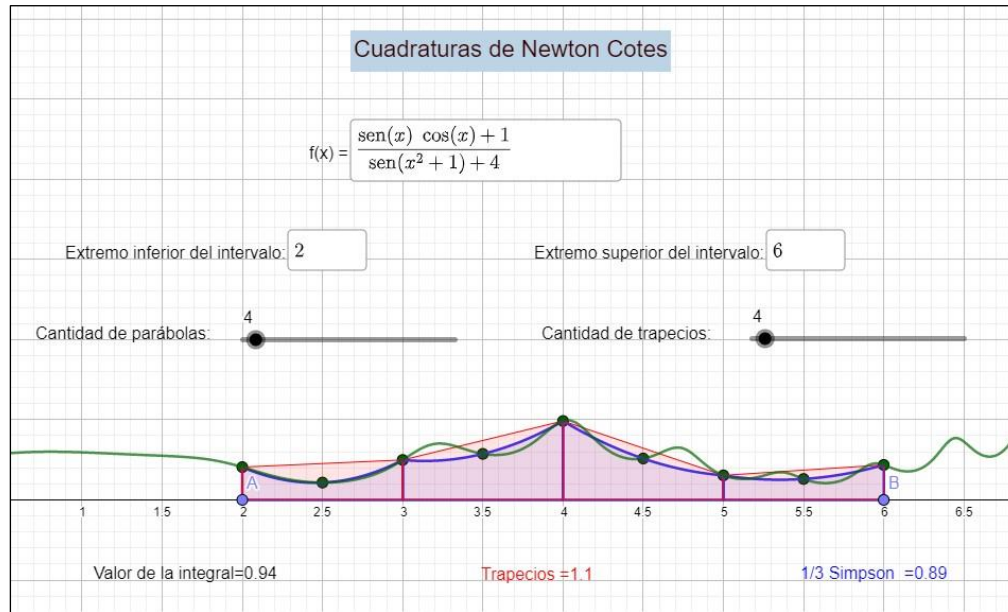


Figura 2. Recurso educativo digital de integración numérica

Para utilizar este recurso, se debe ingresar la función a la que se le desea calcular la integral definida, los extremos de integración y la cantidad de trapecios o parábolas que se desea emplear. La aproximación dada por la regla de los trapecios es graficada en color rojo, mientras que la proporcionada por el método de 1/3 de Simpson, se muestra en color azul.

Para poder tener una idea más precisa de la aproximación obtenida y realizar comparaciones, en la parte inferior del recurso, se muestra el valor que arroja cada uno de los métodos de la integral ingresada y el calculado por el programa usando el comando que dispone el mismo para tal fin.

Recurso educativo digital de derivación numérica

Para aproximar la derivada primera de una función en un punto usando el método de diferencias finitas, se diseñó el RED que se muestra en la Figura 3. Como se puede observar, este recurso calcula la aproximación deseada utilizando distintas alternativas:

- aproximación por diferencias progresivas.
- aproximación por diferencias regresivas.
- aproximación por diferencias centradas.

Para hacer uso de este recurso, se debe ingresar la función y la abscisa del punto en el que se desea aproximar la derivada primera, así como también, el tamaño de paso empleado para realizar los cálculos.

Con el objetivo de poder interpretar geoméricamente cada una de las aproximaciones, el RED ofrece la posibilidad de graficar la recta tangente y cada una de las rectas cuyas pendientes están dadas por las diferentes aproximaciones mencionadas anteriormente.

Esta aplicación permite también obtener el valor numérico para poder realizar comparaciones entre las distintas aproximaciones y analizar el error que se comete al emplear cada una de ellas.

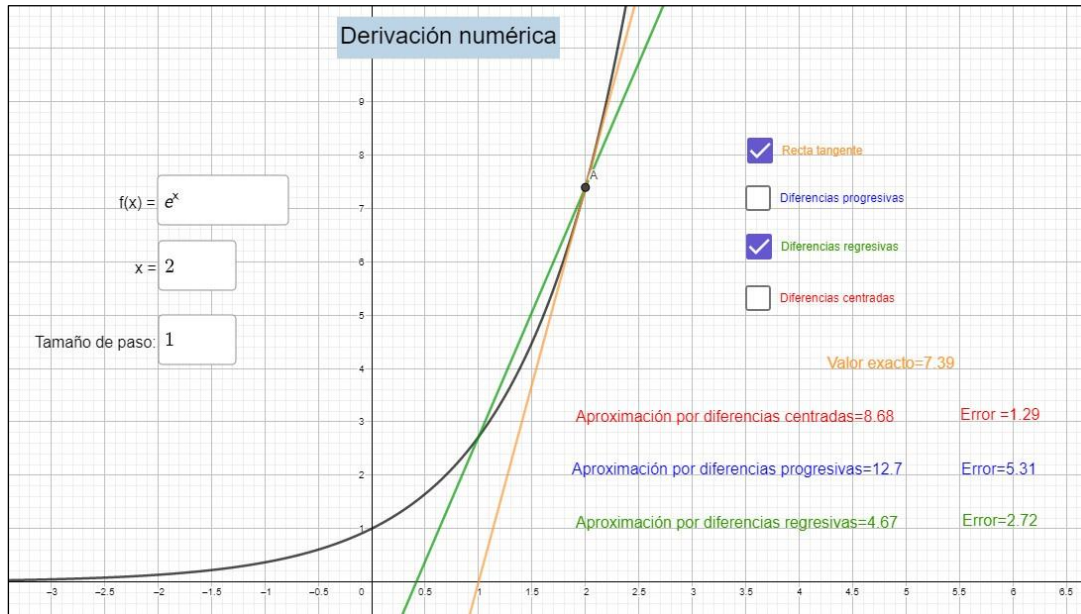


Figura 3. Recurso educativo digital de derivación numérica

Uso de los nuevos recursos educativos digitales en el aula

A continuación, se muestran algunas de las actividades elaboradas para trabajar con los RED diseñados. Por medio de las distintas salidas que proporcionan cada uno de los recursos, los alumnos podrán desarrollar una comprensión más intuitiva de ciertos conceptos que se hallan involucrados en el aprendizaje de los métodos numéricos.

Actividad 1

Obtener una aproximación de cada una de las siguientes funciones en el intervalo $[-5; 5]$ utilizando el polinomio de interpolación de Lagrange. Emplear, en cada caso, cinco y dieciocho puntos. a) $f(x) = \cos(x)$

$$b) f(x) = \frac{1}{x+1}$$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, ¿qué conclusión podrías extraer?

A partir de la visualización de las gráficas obtenidas, como se puede observar en la Figura 4, los alumnos podrán determinar que, en el caso de la primera función, a medida que se toma una mayor cantidad de puntos para construir el polinomio de interpolación de Lagrange, las aproximaciones que se obtienen son cada vez más precisas. Para este ejemplo en particular, es fácil de verificar que el error disminuye cuando el número de puntos equiespaciados crece porque $|f^{(n+1)}(x)|$ se encuentra acotada.

En cambio, para la segunda función, como se muestra en la Figura 5, los estudiantes concluirán que, al aumentar el grado del polinomio de interpolación, éste constituye una buena aproximación en la parte central del intervalo. No obstante, aparecen oscilaciones severas en la cercanía de los puntos extremos del intervalo en estudio. Estas fluctuaciones aparecen cuando crece el

grado del polinomio de interpolación de Lagrange y se las conoce como “efecto Runge”. Dicho comportamiento es típico de la interpolación equidistante con polinomios de alto grado.

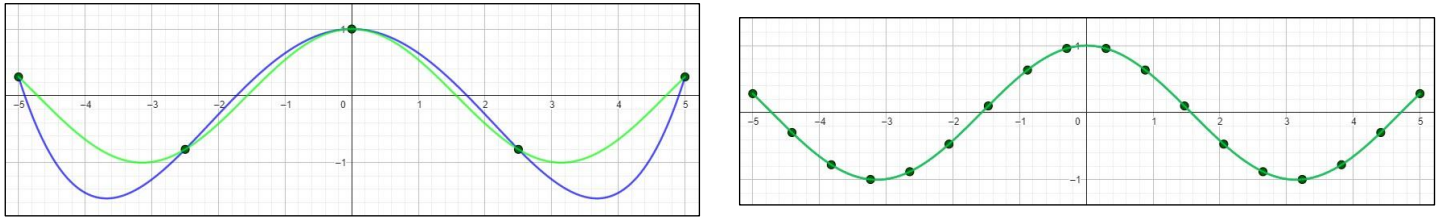


Figura 4. Aproximación de la función $f(x) = \cos(x)$

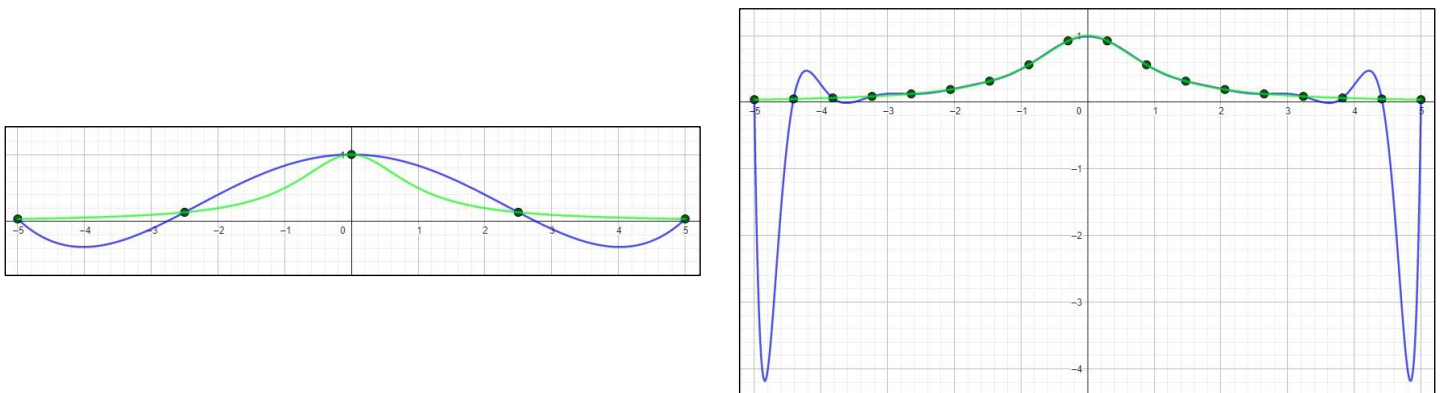


Figura 5. Aproximación de la función $f(x) = \frac{1}{x^2+1}$

Actividad 2

Aproximar la integral definida de la función $f(x) = \text{sen}(\sqrt{x})$ en el intervalo $[0; 4]$ utilizando la regla de los trapecios y 1/3 de Simpson. Usar, en ambos casos, 7 puntos.

¿Cuál es el método que arroja una aproximación más precisa? ¿Cuántas evaluaciones se realiza de la función integrando en cada caso? Fundamentar la respuesta.

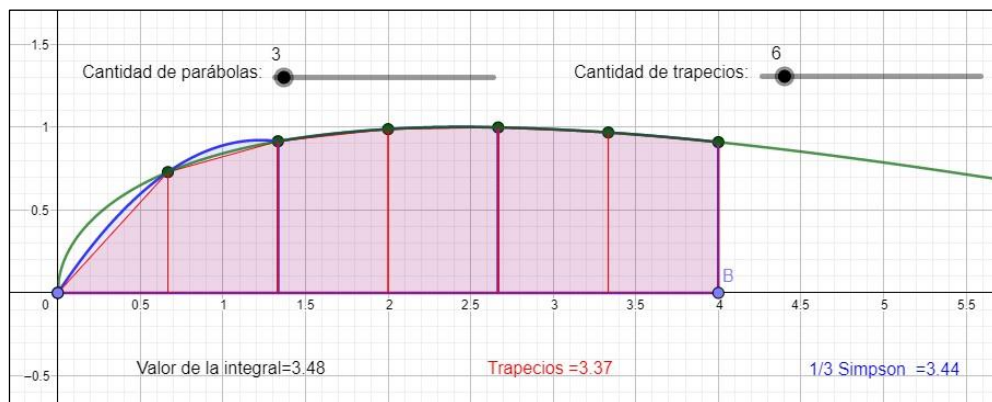


Figura 6. Aproximación de la integral $\int_0^4 \text{sen}(\sqrt{x}) \cdot dx$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, como se puede observar en la Figura 6, los estudiantes indicarán que, a pesar de utilizar la misma cantidad de evaluaciones de la función integrando, el método de 1/3 de Simpson es el que arroja una aproximación más precisa. Este se debe a que, al emplear la misma cantidad de puntos, el método que tiene mayor orden de precisión es el que brindará una mejor aproximación. En el caso planteado, el método de 1/3 de Simpson tiene orden de precisión tres, mientras que, en la regla de los trapecios, su precisión es uno.

Actividad 3

Aproximar el valor de la derivada primera de la función $f(x) = \frac{\cos(x)}{\sqrt{x^2+4}}$ en $x = 2$, usando la aproximación de diferencias progresivas y la aproximación de diferencias centradas. Utilizar como tamaño de paso $h = 1$.

¿Cuál es la aproximación más precisa? Justificar la respuesta.

En la Figura 7, se muestran las salidas dadas por el RED. A partir de su observación, los alumnos podrán determinar que el valor más preciso es el dado por la aproximación de diferencias centradas debido a que su error es significativamente menor. Esta situación se fundamenta en el hecho de que la aproximación de diferencias centradas tiene orden de precisión dos, mientras que, en la aproximación de diferencias progresivas, su orden de precisión es uno.

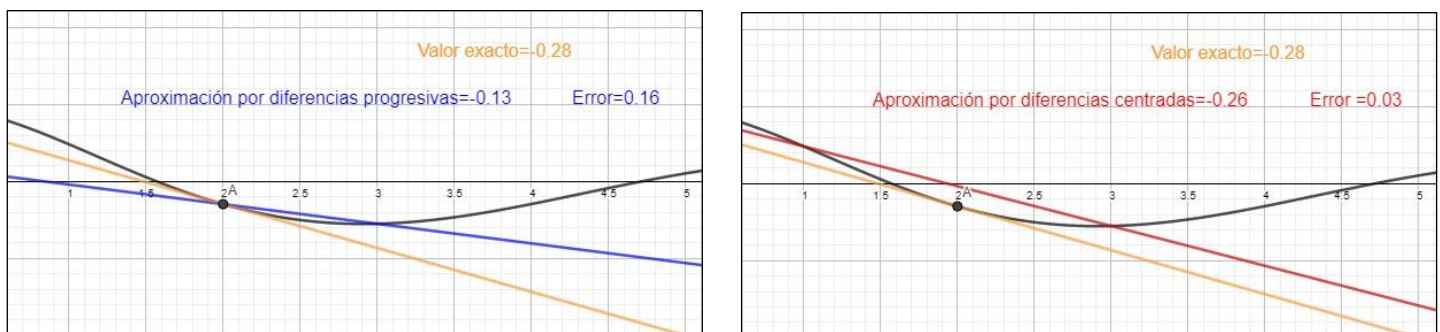


Figura 7. Aproximación de la derivada primera de la función $f(x) = \frac{\cos(x)}{\sqrt{x^2+4}}$ en $x = 2$

Conclusiones

El uso de RED en el proceso de aprendizaje de los métodos numéricos no sólo permite que los alumnos puedan acceder a los mismos en cualquier momento y lugar, lo que les brinda la oportunidad de estudiar a su propio ritmo y adaptarse a sus propias necesidades, sino que, como se ha visto a través de las distintas actividades propuestas, posibilita también una visualización más clara y dinámica de los conceptos involucrados en los métodos numéricos. Esta visualización mejora notablemente la comprensión conceptual y facilita la aplicación de los métodos numéricos en problemas reales. Además, al poder experimentar qué es lo que ocurre al variar diferentes parámetros, genera situaciones donde se fomenta el pensamiento crítico y el desarrollo de ciertas habilidades matemáticas.

No obstante, la utilización de un RED no es garantía de que sea efectivo para el logro de aprendizajes significativos. Para ello, es necesario que el proceso de enseñanza se diseñe a partir de una reflexión pedagógica sobre cómo se aprende y que sea utilizado en propuestas didácticas especialmente diseñadas para facilitar el aprendizaje de los alumnos.

Referencias

Aucahuallpa, R., Troya Vásquez, R. I., & Rodríguez Rodríguez, D. I. (2022). Beneficios del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. *IV Congreso Internacional De La Universidad*

Nacional De Educación, 267 – 274. Recuperado de <https://congresos.unae.edu.ec/index.php/ivcongresointernacional/article/view/507>.

Caligaris, M., Rodríguez, R. & Laugero, L. (2010). *Laboratorio de Análisis Numérico*. En Cukierman, U. y Virgili, J. (Comp), La tecnología educativa al servicio de la educación tecnológica. Experiencias e investigaciones en la UTN (pp. 583 – 606). Buenos Aires: edUTecNe

Caligaris, M., Rodríguez, R., Favieri, A. & Laugero, L. (2019). Desarrollo de habilidades matemáticas durante la resolución numérica de problemas de valor inicial usando recursos tecnológicos. *Revista Educación en Ingeniería*, 14 (27), 30 – 40.

Caligaris, M., Rodríguez, G. & Laugero, L. (2022). Ajuste de curvas utilizando un recurso educativo digital de diseño propio. *Educación Matemática en Carreras de Ingeniería: XXIII Encuentro Nacional, XV Internacional*. Facultad Regional Paraná, Paraná, Argentina.

Díaz, T. (2015). Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de Métodos Numéricos en ingeniería. Conferencia: XI Taller Nacional TICEDUC 2015. UCPEJV. Habana, Cuba- Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/284722636> Las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de Metodos Numericos en ingeniería.

García, E. (2010). Materiales educativos digitales. Blog Universia. En línea: <http://formacion.universiablogs.net/2010/02/03/materiales-educativos-digitales/>.

Pineda Sánchez, M. (2018). Uso de recursos educativos digitales y aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios en un contexto de educación virtual. (Tesis de maestría). Medellín, Colombia.



Vinculación de Investigaciones con la Enseñanza de la Ingeniería



Propuesta de optimización de producción textil animal a partir de la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático

Proposal for the optimization of animal textile production from the application of machine learning algorithms

Blanca Carrizo

Gicapp - Grupo de investigación en control avanzado de procesos y producción, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
bcarrizo@frc.utn.edu.ar

Marcelo Arcidiacono

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
marcidiacono@frc.utn.edu.ar

Jorge Abet

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
jorgeabet@gmail.com

Resumen

Este trabajo se basa en el proyecto de investigación denominado “Optimización de producción textil animal a partir de la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático (PAUTICO0007661TC) con el objetivo de proporcionar un método automático de extracción de características biomecánicas para la clasificación de fibras textiles de origen animal y la consecuente obtención y medición de parámetros específicos que permitan determinar un valor de calidad. En esta fase I se propone un método eficaz con el cual se optimice la producción de fibra textil estimando un coeficiente de calidad según color, finura y médula. Los avances se basan en el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar la información y capacitación de todos los actores de la cadena. En este contexto, en la fase II se pretende validar los resultados obtenidos en un entorno productivo y hacer una transferencia tecnológica que brinde igualdad de oportunidades al productor rural.

Palabras clave: Fibra textil animal. Algoritmo. Calidad. Desarrollo prototipo. Transferencia.

Abstract

This work is based on the research project called "Optimization of animal textile production from the application of automatic learning algorithms (PAUTICO0007661TC) with the aim of providing an automatic method for extracting biomechanical characteristics for the classification of textile fibers of origin animal and the consequent obtaining and measurement of specific parameters that allow determining a quality value. In this phase I an effective method is proposed with which the production of textile fiber is optimized by estimating a quality coefficient according to color, fineness and pith. The advances are based on the use of information and communication technologies (ICT) to improve the information and training of all the actors in the chain. In this context, in phase II it is intended to validate the results obtained in a productive environment and make a technology transfer that provides equal opportunities to the rural producer.

Keywords: Animal textile fiber. Algorithm. Quality. Prototype development. Transfer

Introducción

El comercio internacional de fibras sufre pocas regulaciones y básicamente responde a la oferta y demanda. Argentina históricamente ha sido muy competitiva en el mercado mundial de lanas, siendo actualmente el cuarto exportador mundial.

La competitividad se basa en el volumen que ofrece el país, el bajo costo de producción y la alta calidad. Los bajos costos de producción se deben a la localización de la producción en ambientes de pastizales naturales y manejo extensivo con bajo nivel de insumos. La calidad de las lanas más finas patagónicas se centra en un muy buen grado de blanco y brillo, pureza, bajos niveles de contaminación vegetal y buena suavidad. Para el caso del mohair, Argentina es el segundo productor mundial, esta fibra tiene buen mercado y se produce en forma competitiva con estándares de calidad, volumen predecible y adecuada descripción.

Para el caso de las fibras de los camélidos silvestres el país tiene grandes oportunidades considerando que es primero en población de guanacos y segundo en vicuñas. La diversidad de los productores involucrados en la producción de fibras hace que coexistan sistemas altamente tecnificados con sistemas de muy bajo nivel de tecnificación. El margen para cerrar las brechas entre tecnología conocida y aplicada en los diferentes sistemas de producción es muy grande. Productores de mohair organizados para el mejoramiento genético y la comercialización venden su fibra a un precio 60% mayor al que lo hacen otros productores (resultado de ventas de diciembre 2010).

La evolución de la adopción tecnológica es lenta en los sistemas ganaderos extensivos. Superada la crisis lanera internacional de los noventa muchos productores de ovinos han mejorado sus instalaciones y condiciones de manejo, incluyendo prácticas de producción más sustentables.

En los años recientes se han acentuado las diferencias tecnológicas en algunas regiones. Los principales avances esperables a mediano plazo son la especialización y la intensificación de la producción que incluye el uso de nuevas tecnologías y métodos de comercialización más sofisticados. Estos avances se basan en el uso de tecnologías de información y comunicación (TIC) para mejorar la información y capacitación de todos los actores de la cadena.

En particular se espera que la comercialización de fibras y de animales progresivamente se base en evaluaciones objetivas y que esa información, junto a la de mercado esté al alcance del productor. En ese contexto aparece la necesidad de desarrollar técnicas que permitan identificar con la mayor precisión y al menor costo posible el tipo de fibra que constituye dicha estructura anatómica o producto textil, así como sus características morfológicas, que proporcionen descriptores válidos para el análisis y aplicación de metodologías de mejoramiento genético y usos industriales.

Desarrollo

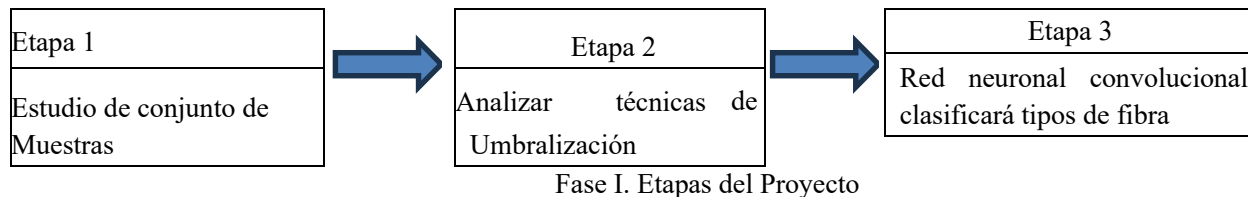
Como proceso crítico y previo para la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático es necesario desarrollar un análisis exploratorio con el fin de descubrir patrones, detectar anomalías, probar hipótesis y verificar suposiciones con la ayuda de resúmenes estadísticos y representaciones gráficas. Esta fase I del proyecto estuvo constituida por varias etapas:

En una primera etapa se prevé estudiar el conjunto de muestras disponibles para comprender y recopilar un conjunto de conocimiento que pueda proporcionar una serie de patrones y características a ser relevadas y extraídas del conjunto. Previa digitalización y pre-procesamiento de las imágenes es necesario contar con algún método de segmentación, visto como un problema de optimización, que permita definir de manera precisa los aspectos deseables de la imagen. Actualmente, no existe un método de segmentación que alcance resultados aceptables para todo tipo de imágenes. No existen métodos que sean generales y que puedan ser aplicados a cualquier variedad de datos. De cualquier forma, cualquier método específico puede obtener mejores resultados tomando en cuenta conocimiento recabado a priori, mediante un análisis exploratorio de datos. Por lo tanto, la selección

de un método apropiado para un problema de segmentación es esencial. Los trabajos de investigación citados anteriormente, describen varias técnicas, o métodos automatizados que se han propuesto con el objeto de extraer características relevantes.

En una siguiente etapa, se plantea estudiar algunas de dichas técnicas, específicamente, las técnicas de umbralización local y región growing, ambas sumamente útiles para la segmentación de imágenes de alt una tercera etapa se propone extraer características no contextuales (intensidad de píxel) y contextuales (contraste local, contraste local normalizado y magnitud de gradiente), los cuales forman un arreglo de características que serán analizados para determinar la cualidad descriptiva del problema de reconocimiento de fibra; luego, mediante una técnica de Análisis de Componentes Principales, se propone reducir el número de características extraídas describiendo un conjunto de datos en términos de nuevas variables ("componentes") no correlacionadas.

En una última etapa, se entrenará una red neuronal convolucional para clasificar los tipos de fibra, teniendo en cuenta el conjunto de características que distinguen cada uno de ellos y contrastando los resultados obtenidos con las muestras proporcionadas por el laboratorio del SUPPRAD.



La fase II pretende diseñar un prototipo para el desarrollo de una aplicación que permita aplicar, de forma automática, métricas para la determinación de la calidad de la fibra textil de origen animal.

Para concretar el desarrollo del prototipo planteado, se deberán cumplir los siguientes pasos:

1. Definir los roles de cada integrante del equipo de trabajo interdisciplinario conformado (selección de equipo de programadores).
2. Analizar las necesidades de los usuarios finales (pequeños productores) para garantizar que el modelo a desarrollar pueda satisfacer sus expectativas y necesidades.
3. Definir especificaciones, características y operaciones necesarias que satisfagan los requisitos funcionales del modelo.
4. Identificar componentes básicos del prototipo a nivel hardware (servidor) y software (lenguaje de programación), dispositivo de lectura, procesamiento de datos y procedimientos para que el prototipo logre los objetivos planteados.
5. Diseñar un modelo conceptual que facilite el desarrollo del prototipo a nivel técnico.
6. Programar la aplicación web para dispositivos móviles que faciliten al productor su acceso a través de Internet.
7. Verificar y validar el prototipo a través de pruebas (testing) con bancos de datos reales.
8. Implementar en producción el prototipo desarrollado y verificar si el mismo cumple con las métricas de calidad previamente definidas.
9. Formular capacitaciones a medida para usuarios del prototipo.
10. Formar recursos humanos mediante el sistema de becas de alumnos y graduados.
11. Elaborar Informes de avance de cada etapa para su publicación en Congresos afines a la temática.
12. Transferir los resultados y conclusiones a la producción industrial, proporcionando descriptores válidos para el análisis y aplicación de metodologías de mejoramiento de la explotación productiva.

Cabe aclarar que, este prototipo inicial se someterá a procesos de mejora continua, basados en los requerimientos del usuario final. El desarrollo metodológico se llevará a cabo mediante la utilización de técnicas basadas en la complementariedad (análisis desde distintas perspectivas, incluyendo estrategias y datos cualitativos y cuantitativos), dado que el desarrollo de aplicaciones conlleva un ciclo de vida, donde coexisten fases que suelen presentarse en forma simultánea como: análisis, diseño, programación o construcción, pruebas o testing e implantación y soporte y mantenimiento, donde cada etapa cuenta con diferentes herramientas de apoyo.



Fase II: Diseño de Prototipo

Conclusiones

El aporte fundamental de la propuesta en lo que hace a innovación tecnológica radica en el hecho de que los instrumentos actuales de análisis de fibras son costosos y permiten obtener la medida de algunas de las características morfológicas en forma longitudinal.

De llevar adelante la investigación y aplicación de estos algoritmos de reconocimiento y análisis de imágenes de fibra y su aplicación sencilla, atraería la atención no sólo de la comunidad científica en el ámbito tecnológico computacional, sino de empresas y organismos cuyos programas de sustentabilidad productiva en base a la comercialización de fibras textiles, contarían con una herramienta más útil y accesible.

Del análisis de las características morfológicas de las fibras y la obtención de valores estadísticos precisos podrían surgir nuevos descriptores que, a su vez, podrían tener un impacto positivo en el estudio físico y mecánico de las fibras.

Se pretende analizar la rentabilidad económica del proyecto para tomar decisiones de gestión, esto supone un estudio de factibilidad para determinar si es viable en términos monetarios de costos y beneficios derivados de dicho proyecto.

A partir del análisis de la factibilidad económica se concluye que el proyecto tendrá beneficios futuros y presenta un rendimiento positivo de la inversión, por lo que resulta rentable realizarlo en un horizonte de un año.

En relación a la factibilidad técnica se concluye que es posible llevarlo a cabo siempre que el productor disponga de una conexión de internet y un dispositivo apropiado para tomar las fotografías requeridas.

Cabe aclarar que, este proyecto es el resultado de la sinergia de tres asignaturas de Ingeniería Industrial que son análogas a las cátedras de Ingeniería Mecánica, donde sus integrantes se desempeñan como Coordinadores y/o profesores a cargo de curso: Informática. Cálculo Avanzado y Mantenimiento Industrial.

Actualmente, hay un prototipo en etapa de prueba o testing en un servidor adquirido por el grupo a tal efecto y la firma del convenio marco está en proceso con el Ministerio de Producción del Gobierno de Jujuy.

Referencias

- [1] Adot, O., 2010. Introducción a la Industrialización de la Lana y las Fibras Especiales. Documento Interno SUPPRAD N° 2 (2010).
- [2] Ford, J. y Roff, W., 1954. Identification of Textile and Related Fibres. J. Textile Inst., 45: 580-611.
- [3] Frank, E., 2008. Camélidos Sudamericanos. Producción de fibra, bases físicas y genéticas. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 28, pp. 112-119.
- [4] Frank, E., Hick M., Prieto, A., Castillo, M., 2009. Metodología de Identificación Cualitativa y Cuantitativa de Fibras Textiles Naturales. Documento Interno SUPPRAD N° 1 (2009).
- [5] Guzmán Barzola, J.C. y Aliaga Gutiérrez, J.L., 2010. Evaluación del Método de clasificación del Velló en Ovino Corriedale (Ovis Aries) en la Sais Pachacutec. Producción Animal. Facultad de Zootecnia UNALM.
- [6] Mueller, J., (2002). Novedades en la determinación del diámetro de fibras de lana y su relevancia en programas de selección. Comunicación Técnica. INTA, Bariloche, 330pp.
- [7] Programa SUPPRAD. Sustentabilidad Productiva de Pequeños Rumiantes en Áreas Desfavorecidas. UCC, Facultad de Veterinaria.
- [8] Rodríguez Iglesias, R., 1998. Principales características que afectan el valor textil de la lana. Producción Ovina. Dpto. de Ergonomía. UNS. Rev. 30/10/07.

Evaluación experimental de la modificación de propiedades funcionales de concentrados proteicos vegetales por aplicación de aditivos alimentarios

Experimental evaluation of the modification of functional properties of vegetables proteic concentrates by application of food additives

Luis A. Toselli

Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca., FRVM de la UTN. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina
toselli_l@frvm.utn.edu.ar

Milena V. Monesterolo

Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca., FRVM de la UTN. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
vaninamonesterolo.vm@gmail.com

Romina A. Beltrán

Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca., FRVM de la UTN. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
romibeltran@gmail.com

Aldana A. Chesta

Grupo de Inv. en Simulación para Ing. Qca., FRVM de la UTN. Av. Universidad 450 – XGB5900 Villa María, Córdoba, Argentina.
chaldana@gmail.com

Resumen

Los concentrados se utilizan en la industria alimentaria para mejorar el contenido de proteínas en diferentes productos sin alterar de manera significativa su calidad en cuanto a color, sabor, aroma, textura y composición química y/o nutricional. Sin embargo, el tratamiento requerido para su obtención afecta sus propiedades funcionales limitando su uso. Se han propuesto alternativas tendientes a mejorar su estructura reticular, textura y capacidad de retención de agua, potenciando su efecto gelificante. Iones Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , fostatos, sulfatos y otros aditivos como polisacáridos, gomas, entre otros, poseen efectos beneficiosos como mejoradores de estructura. Se han evaluado de manera experimental distintos aditivos analizando su incidencia en concentrados proteicos de soja, observándose, hasta el momento, mejoras con la inclusión de sales que incrementan el contenido de iones K^+ y fosfatos, así como, en menor medida, con algunas gomas y polisacáridos. Actualmente el trabajo continúa con la evaluación de nuevos agentes modificadores.

Palabras clave: Concentrados proteicos vegetales, modificación de propiedades funcionales, aditivos alimentarios.

Abstract

Concentrates are used in the food industry to improve the protein content in different products without significantly altering their quality in terms of color, flavor, aroma, texture, and chemical and/or nutritional composition. However, the treatment required to obtain it affects its functional properties, limiting its use. Alternatives tending to improve its reticular structure, texture and water retention capacity have been proposed, enhancing its gelling effect. Ca^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- ions, phosphates, sulfates and other additives such as polysaccharides, gums, among others, have beneficial effects as structure improvers. Different additives

have been evaluated experimentally, analyzing their incidence in soybean protein concentrates, observing, up to now, improvements with the inclusion of salts that increase the content of K^+ ions and phosphates as well as, to a lesser extent, with some gums and polysaccharides. Currently the work continues with the evaluation of new modifying agents.

Keywords: Vegetable protein concentrates, modification of functional properties, food additives.

Introducción

Las proteínas de origen vegetal pueden obtenerse de diversas fuentes como cereales y leguminosas, su disponibilidad resulta de creciente valor nutricional para reducir la ingesta de proteína animal (Reginold Jebitta et al, 2021; Ridner, 2006). La soja, en particular, posee aproximadamente un 35 % de proteína y un 20 % de aceite, en promedio. Otra ventaja que presenta es su equilibrada composición de aminoácidos, lo cual hace que tenga especial interés para la industria alimentaria.

Luego de separado el aceite, se obtiene, con un procesamiento posterior distintos subproductos derivados que están compuestos por una mezcla de proteínas, principalmente globulares contando con en mayor proporción de glicina y β conglucina, (Petrucci, 1993; Fukushima, 1991). alcanzando valores de 65 % mínimo como Concentrados Proteicos de Soja –CPS- y 80 % o superiores en composición como Aislados, -APS-, respectivamente (Toselli y col, 2022).

Estos productos derivados son relativamente nuevos en el mercado (la disponibilidad de los concentrados data del año 1959) y se han desarrollado, principalmente como mejoradores de sabor y para aumentar el contenido de proteínas de los alimentos (Vioque y col, 2001; Johnson, 1999). Actualmente existe una variedad de ellos disponibles comercialmente y han sido diseñados para proporcionar las características deseadas según el tipo de alimento que se trate manteniendo su calidad, con igual o similar color, sabor, aroma, textura, composición química y nutricional (Wang, et al, 2004).

Tales características les confieren un gran potencial en la industria como aditivos o para reemplazar las proteínas de la carne y de los lácteos cuando se alcanzan condiciones apropiadas (Krishnan and Darly-Kindelshire, 2013; Lusas and Rhee, 1995). Particularmente, uno de sus aspectos más valorados es su capacidad de gelificación que está relacionada con la interacción proteína-agua, hidratación y con la interacción proteína-proteína. La mayoría de las proteínas globulares pueden formar geles termoestables. Por acción de la temperatura, se produce un desdoblamiento molecular, que conduce a su agregación parcial y, por ende, a dicha gelificación (Hermansson, 1986; Mohammed et al, 2000; Oakenfull et al, 1997).

La literatura científica identifica muchos factores que afectan las propiedades de los concentrados y aislados proteicos, su capacidad de formar estructura de geles termoestables se ve afectada durante el proceso de extracción sufriendo cambios que implican una desnaturalización y posterior refuncionalización, por cuestiones tales como: el método de secado utilizado o variables como velocidades de calentamiento, enfriamiento, pH, temperatura y concentración proteica, entre otras (Banerjee and Bhattacharya, 2012; Boukit et al, 2021).

Como una etapa previa del presente trabajo se ha llevado a cabo una amplia revisión bibliográfica con el objetivo de establecer el marco teórico de un tema de que ha sido elegido para el desarrollo de una tesina para concluir con la carrera de especialización en tecnología de los alimentos que se dicta en la FRVM de la UTN. Al respecto se ha propuesto como objetivo evaluar los avances realizados respecto de incorporación de aditivos de diferente naturaleza, tales como sales, gomas, polisacáridos, entre otros, actuando como agentes de entrecruzamiento para mejorar la estructura reticular y la capacidad de retención de agua potenciando el efecto gelificante de CPS comerciales.

Concluida dicha etapa se ha procedió a seleccionar una amplia variedad de aditivos que, en principio, resultan de mayor interés por cuestiones técnicas y/o económicas (costo, disponibilidad en el mercado, características y propiedades específicas, entre otras) dando comienzo a la fase de evaluación experimental que se desarrolla inicialmente a escala laboratorio para determinar su capacidad y eficiencia para mejorar la formación de geles.

Desarrollo

A partir del estudio realizado se procedió a la selección de una amplia variedad de agentes, entre los que se encuentran diferentes sales como: NaCl, CaCl₂, KCl, KH₂PO₄, K₂HPO₄, K₃PO₄, CaSO₄ NaHCO₃; las cuales fueron evaluadas en rangos de concentraciones concordantes con las propuestas en la literatura científica (Zheng et al, 2019; Mulvihill and Kinsella, 1988; Zhang et al, 2016; Wang et al, 2017; Lu, et al, 2010; Moritaka, 1991); también de polisacáridos como el almidón, almidón waxy, gomas tales como xántica, guar, entre otros (Zhao et al, 2017; Chang et al, 2014; Ortiz et al, 2004); además de enzimas específicas (Motoki and Seguro, 1998; Espiga y col, 2006; Luo et al, 2019; Sun and Arntfield, 2011).

En la actualidad, una parte de ellos ya han sido evaluados experimentalmente como aditivos de un CPS comercial disponible en el mercado nacional previendo finalizar con las experiencias restantes en el año en curso, a efectos de documentar debidamente los datos requeridos para concluir el trabajo de tesis citado. Los ensayos se realizan en los laboratorios de la UTN-FRVM mediante aplicación de técnicas específicas para determinación de firmeza de gel y emulsión-identificada bajo la denominación TA22.06 Rev. 02 (técnica interna) que ha sido suministrada por la empresa proveedora del concentrado de referencia, a efectos de desarrollar mediciones comparativas de interés industrial.

La primera etapa de operación consiste en preparar la mezcla homogénea del material proteico pulverulento, que se toma desde la descarga del ciclón del secador antes su entrada a la tolva para fraccionamiento y embolsado, ver Fig. 1 (a), para lo cual y debido a las diferencias máscas y volumétricas existentes entre las fracciones de aditivo y de CPS, se procesa inicialmente el total a agregar con una fracción del concentrado y se adiciona el total en sucesivas alícuotas con tiempos de operación previamente establecidos determinados por índice de mezclado utilizando un mezclador de doble cono de escala laboratorio marca FIGMAY que se muestra en la Fig. 1(b). En el caso particular de las sales estas han sido evaluadas además mediante su agregado en solución.

La preparación final de los geles se logra mezclando la muestra de concentrado proteico y aditivos con agua en proporciones máscas definidas procediendo a la dispersión de ambas fases con un mezclador homogeneizador como el que se muestra en la Fig.1 (c) durante 30 s. Se efectúan inspecciones visuales para verificar la viscosidad y retención de agua comparando con una muestra de control que se utiliza como referencia y se continua la agitación de la pasta por 5 min a 2000 rpm, luego de lo cual se procede a dosificarlo en recipientes adecuados para su procesamiento térmico a baño maría durante dos horas a temperatura de 72°C y posterior enfriamiento a 10°C durante 16 horas.

Luego de concluida su elaboración los geles que han sido preparados en un lote de ensayos con un mismo aditivo en un determinado rango de concentraciones son evaluados visualmente comparando sus principales características físicas contra la de una muestra patrón de CPS elaborado en las iguales condiciones, pero sin ningún agregado de éstos.

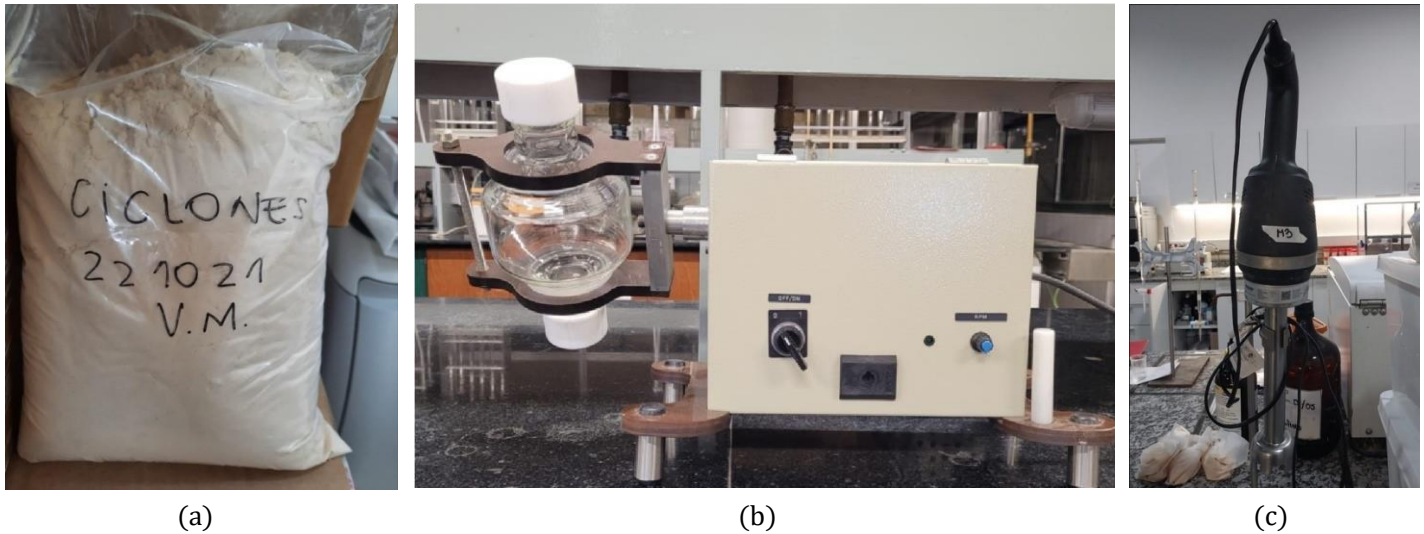


Figura 1: Muestra de CPS de línea de producción (a), Mezclador de doble cono (b) Mezclador homogeneizador (c)

Esta práctica resulta efectiva para una clasificación/selección primaria, pudiendo observarse comportamientos que implican fragilidad a la ruptura por compresión, falta de cohesión, tendencia a la formación de grumos, diferencias de coloración, variaciones de dureza y también un mayor comportamiento elástico en los casos que resultan más favorables en cuanto a la respuesta esperada para ese componente. A efectos de validez tales aseveraciones se muestra en la Fig. 2 algunas diferencias claramente observables, aún para un operador no demasiado experimentado.



Figura 2: Ejemplos de imágenes observadas para diferentes geles con aditivos y concentraciones varias.

La evaluación de las características de interés, tales como elasticidad y dureza se realizan mediante determinaciones con texturómetro y las cuales fueron llevadas a cabo con la colaboración de la empresa que suministra el CPS para el desarrollo de estas experiencias y con la cual existe un convenio para el uso compartido de laboratorios para realizar actividades académicas y de I+D con la institución. Para estos ensayos se ha utilizado un analizador de textura marca TA.XPlus, específico para aplicación

en alimentos, con probeta de penetración de 10 mm de diámetro. La determinación se plantea sobre la medición de las magnitudes físicas: fuerza (F), distancia (d) y tiempo (t).

La Fuerza f está asociada a la resistencia que ejerce gel cuando se realiza el ensayo, se mide en unidades de gramo fuerza. La distancia d indica la deformación generada en la muestra durante la prueba (en milímetros) y, finalmente, el tiempo t medido en segundos. En la Fig. 3 se observa el texturómetro y una imagen correspondiente a una curva de ensayo y sus respectivos parámetros.



Figura 3: Texturómetro con muestra a procesar y curva de ensayo con parámetros f , d y t .

Conclusiones

Se ha desarrollado una importante actividad experimental que aún no está concluida, sin embargo, se ha alcanzado un volumen de información y resultados suficientes para concluir con el trabajo final de la carrera de especialización que fue el objetivo inicial, ii) se puede indicar que aún no se ha encontrado una mejora sustancial del producto con la mayoría de las sales en los rangos de concentraciones evaluados ii) Las mejores respuestas se han alcanzado con las sales de K, observando algunos progresos en cuanto a dureza. iii) entre los polisacáridos, en términos generales, los resultados más aceptables se han logrado con el uso de maltodextrina; iv) La combinación de aditivos y el ajustado control de variables de operación ha dado resultados muy satisfactorios, razón por lo cual se decidió continuar investigando al respecto vi) tales hallazgos han permitido tomar la decisión de seguir avanzando en esta línea de trabajo para desarrollar además una tesis de posgrado de maestría.

Referencias

Banerjee, S. and Bhattacharya, S. (2012). "Food Gels: Gelling Process and New Applications", *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52, 4, 334-346, doi: 10.1080/10408398.2010.500234.

Chang, Y. Li, D. Wang, L. Bi, C. Adhikari, B. (2014). "Effect of gums on the rheological characteristics and microstructure of acid-induced SPI-gum mixed gels", *Carbohydrate Polymers*, 108, 183-191. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.02.089>.

Espiga, C. Wu, H. Yu, Li, L. H. Chen Z. and Yang, X. (2006). "Coagulación y Gelación de Aislados de Proteína de Soja Inducidos por Transglutaminasa Microbiana", *Bioquímica Alimentaria*. <https://doi.org/10.1111/j.17454514.2005.00049>.

- Fukushima, D. (1991 a). "Recent Progress of Soybean Proteins Foods: Chemistry, Technology, and Nutrition", *Food Reviews International*, 7, 3, 323-351.
- Hermansson, A. M. (1986). "Soy Protein Gelation". *J. Am. Oil Chem. Soc.* 63, 658-666.
- Johnson, L. A. (1999). "Process for producing improved soy protein concentrate from genetically-modified soybeans", Iowa. State University Patents.286. <http://lib.dr.iastate.edu/patents/286>
- Krishnan P. and Darly-Kindelspire J. (2013). "Food Product Innovations Using Soy Ingredients", *J Hum Nutr Food Sci* 1, 2, 1011.
- Lu, X. Lu, Z. Yin, L. Cheng, Y. and Li, L. (2010). "Effect of preheating temperature and calcium ions on the properties of cold-set soybean protein gel", *Food Res. Int.*, 43, 1673–1683.
- Luo, K. Liu, S. Miao, S. Adhikari, B. Wang, X. Chen, J. (2019). "Effects of Transglutaminase Pre-Crosslinking on Salt-Induced Gelation of Soy Protein Isolate Emulsion", *Journal of Food Engineering*, 263, 280 - 287, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2019.07.008
- Lusas E and Rhee K. C. (1995). *Practical handbook of soybean processing and utilization*. Chapter 8: Soy Protein Processing and Utilization. Ed: Erickson D. R., AOCS Press.
- Mohammed, Z. H., Hill, S. E. and Mitchell, J. R. (2000). "Covalent Crosslinking in Heated Protein System", *J. Food Sci.* 65, 221-226.
- Moritaka, H. Fukuba, H.; Kumeno, K.; Nakahama, N.; Nishinari, K (1991). "Effect of monovalent and divalent cations of the rheological properties of gellan gels", *Food Hydrocoll.*, 4, 495–507.
- Motoki, M., and Seguro, K. (1998). "Transglutaminase and Its Use for Food Processing", *Trends Food Sci. Technol.* 9, 204-210.
- Mulvihill, D.M. and Kinsella, J.E. (1988). "Gelation of β -lactoglobulin: Effects of sodium chloride and calcium chloride on the rheological and structural properties of gels", *J. Food Sci.*, 53, 231–236.
- Oakenfull, D., Pearce J., and Burley. R. W. (1997). "Protein Gelation", Pages 111-142 in S. Damodaran and A. Paraf, eds. *Food Proteins and Their Applications*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Ortiz, S. E. Puppo, M. C. and Wagner, J. R. (2004). "Relationship Between Structural Changes and Functional Properties of Soy Protein Isolates - Carrageenan System", *Food Hydrocolloids*, 18, 1045- 1053.
- Petrucelli, S. (1993). *Modificaciones estructurales de aislados proteicos de soja producidas por tratamientos reductores y térmicos y su relación con propiedades funcionales*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas. UNLP. <https://doi.org/10.35537/10915/2753>
- Reginold Jebitta, S.; Durga Devi P. R; Deva Dharshini L; Theerdham Naga, S. H and, Vignesh K. (2021). "A Comprehensive Review on Protein Isolates from Legumes", *International Journal of Recent Technology and Engineering (Online)*, 6, 9, 215-222.

Ridner E. (2006). "Soja, Propiedades Nutricionales y su Impacto en la Salud. Capítulo 1. Valor Nutricional de la Soja. 1a ed.- Buenos Aires. Grupo Q S.A. Sociedad Argentina de Nutrición.

Sun, H. and Arntfield, S. (2011). "Gelation properties of salt-extracted pea protein isolate catalyzed by microbial transglutaminase cross-linking", *Food Hydrocolloids*, 25, 25 – 31.

Toselli, L. Beltrán, R. Gallardo, A. Comba, N y Bosco D. (2022). "Desarrollo de una Planta Industrial para Elaboración de Concentrados Proteicos de Soja y Arvejas.". *Memorias del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. CLICAP 2022*. 1a ed. ISBN 978-987-46333-3-0. Libro digital, PDF. Compilación de Mónica Beatriz Barrera [et al.]. Fac. de Cs. Aplic. a la Industria de la UNC, San Rafael – Mendoza – Argentina. 06, 07 y 08 de abril de 2022.

Vioque, J, R. Sánchez-Vioque, J. Pedroche, M. Yust y F. Millán. (2001). "Obtención y aplicaciones de concentrados y aislados protéicos." *Grasas y Aceites*, 127 (52) 127-131.

Wang, H., Johnson L.A. and T. Wang. (2004). "Preparation of Soy Protein Concentrate and Isolate from Extruded-Expelled Soybean Meals", Paper no. J10816. *JAOCs*. 81, 713–717.

Wang, X. He, Z. Zeng, M. Qin, F. Adhikari, B. And Chen, J. (2017). "Effects of the size and content of protein aggregates on the rheological and structural properties of soy protein isolate emulsion gels induced by CaSO₄", *Food Chem.*, 221, 130–138.

Zhang, Z.; Yang, Y. Tang, X. Chen, Y. and You, Y. (2016). "Chemical forces study of heat induced myofibrillar protein gel as affected by partial substitution of NaCl with KCl, MgCl₂ and CaCl₂", *CyTA J. Food*, 14, 239–247.

Zhao, H. Wang, Y.S. Li, W.W. Qin, F. Chen, J. (2017). "Effects of oligosaccharides and soy soluble polysaccharide on the rheological and textural properties of calcium sulfate-induced soy protein gels", *Food Bioprocess Technol.* 10, 556–567.

Zheng, L. Teng, F. Wang, N. Zhang, X. Regenstein, J. M. Liu, J.S. Li, Y. and Wang, Z. J. (2019). "Addition of Salt Ions before Spraying Improves Heat-and Cold-Induced Gel Properties of Soy Protein Isolate (SPI)", *Appl. Sci.*, 9, 1076; doi:10.3390/app9061076.

Estrategia de articulación de contenidos entre el Ciclo Básico y el Ciclo Superior vinculada al Procesamiento Digital de Imágenes en Ingeniería Electrónica

Content articulation strategy between the Basic Cycle and the Upper Cycle related to Digital Image Processing in Electronic Engineering

Luciano Emmanuel Savoie

UTN Regional Paraná - Argentina
lucianosavoie@frp.utn.edu.ar

Ernesto Klimovsky

UTN Regional Paraná - Argentina
ernestoklimovsky@frp.utn.edu.ar

Resumen

En el marco de una serie de Proyectos de Investigación y Desarrollo realizados por el Grupo de Investigación en la Enseñanza de la Matemática en las Carreras de Ingeniería, cuyo objetivo es destacar los conceptos matemáticos aprendidos en el Ciclo Básico para resolver problemas concretos de ingeniería, se busca aquí rescatar y exponer aquellos trabajos que abordan la articulación de contenidos de dos asignaturas del ciclo básico, Álgebra y Geometría Analítica, y Análisis de Señales y Sistemas, con una asignatura del ciclo superior, como Procesamiento Digital de Imágenes; todas de la carrera de Ingeniería Electrónica.

Se analizan los conceptos matemáticos necesarios, se ilustra cómo se aplican en proyectos de procesamiento de señales bidimensionales, como lo son las imágenes digitales, y se exponen ejemplos. Esto refuerza los saberes adquiridos y las competencias desarrolladas en cada asignatura.

También resaltamos la percepción de los alumnos, identificando oportunidades para incluir más trabajos relacionados posteriormente.

Palabras clave: articulación - materias básicas - procesamiento digital de imágenes

Abstract

Within the context of a series of Research and Development Projects carried out by the Research Grupo de Investigación en la Enseñanza de la Matemática en las Carreras de Ingeniería, the aim is to highlight the mathematical concepts learned in the Basic Cycle for solving specific engineering situations. The focus is on rescuing and presenting works that address the integration of content from two subjects in the basic cycle, namely Algebra and Analytical Geometry, and Signal and Systems Analysis, with a subject from the upper cycle, such as Digital Image Processing in the field of Electronic Engineering.

The necessary mathematical concepts are analyzed, demonstrating their application in two-dimensional signal processing projects, such as digital images, with examples presented. This reinforces acquired knowledge and competencies in each subject.

The students' perception is highlighted, identifying opportunities to include more related works later on.

Keywords: articulation - basic subjects - digital image processing

Introducción

Como docentes universitarios del área de Matemática, nos enfrentamos al desafío de encontrar la estrategia óptima para enseñar ciertos temas, asegurándonos de motivar a los alumnos y desarrollar competencias profesionales que perduren en el tiempo (CONFEDI, 2018). Para lograr esto, hemos adoptado una estrategia metodológica basada en la exposición y resolución de problemas que integran conceptos de diversas asignaturas, lo que nos permite contextualizar los contenidos y facilitar su aprendizaje. Concretamente, hemos trabajado en la articulación de tres asignaturas de la carrera ingeniería electrónica de la siguiente manera:

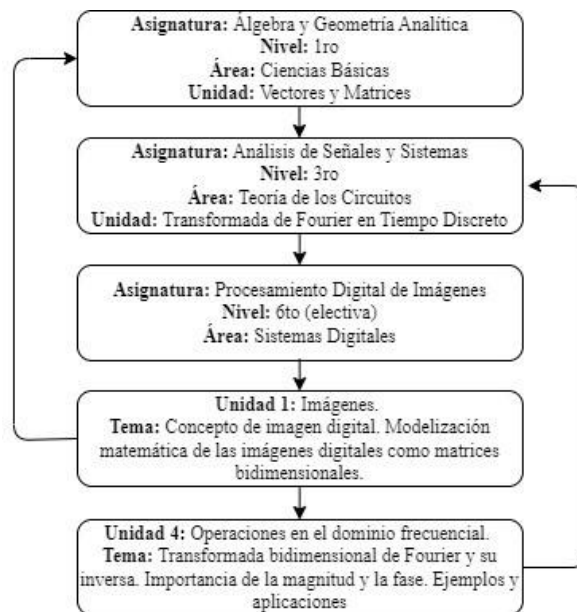


Figura 01. Articulación de asignaturas planteado

Estamos seguros de que al resolver problemas relacionados con la especialidad elegida, al integrar y conectar los contenidos de diferentes asignaturas y al incorporar la tecnología en el aula, podemos efectivamente superar el desafío inicial y lograr el desarrollo de las competencias fundamentales para un ingeniero. Estas competencias incluyen, entre otras, la capacidad para identificar, formular y analizar problemas, así como la habilidad para buscar soluciones y tomar decisiones fundamentadas al elegir la alternativa más adecuada.

Desarrollo

El Álgebra Lineal representa uno de los pilares fundamentales en la formación de un ingeniero, al proporcionar las bases matemáticas esenciales para diversas disciplinas en ingeniería. Comprender estos conceptos es de vital importancia, y una

metodología didáctica que vincule cuestiones específicas de ingeniería desde el primer año de la carrera puede resultar clave para mejorar el aprendizaje y la aplicabilidad de estas herramientas matemáticas.

Uno de los temas iniciales abordados en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica se relaciona con los vectores y las matrices, los cuales representan arreglos unidimensionales y bidimensionales de números. Y es aquí donde realizamos el primer abordaje de vinculación de contenidos, ya que las imágenes bidimensionales se representan a partir de una matriz en la que cada elemento corresponde a un píxel de la imagen. El caso más común se refiere a imágenes en tonos de grises, siendo un ejemplo típico las imágenes de 8 bits. Aquí, cada píxel se representa mediante un número entre 0 y 255, donde 0 representa el color negro (ausencia de luz) y 255 el color blanco (luz máxima), como se aprecia en la Figura 02.

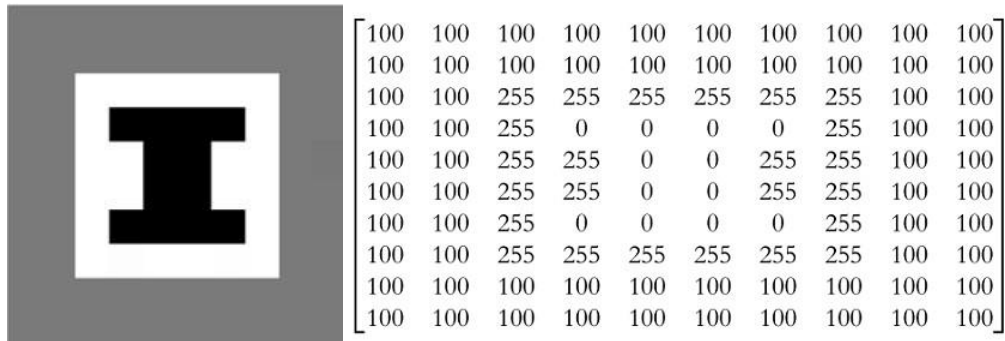


Figura 02. Representación de una imagen en escala de grises mediante una matriz

Las imágenes a color por su parte, están formadas por una combinación individual de imágenes 2-D. Por ejemplo, en el sistema de color RGB, un color consiste en tres componentes individuales de una imagen que son Red, Green y Blue (rojo, verde y azul respectivamente). Por esta razón, muchas técnicas de desarrollo para imágenes monocromáticas pueden ser extendidas para el procesamiento de imágenes a color.

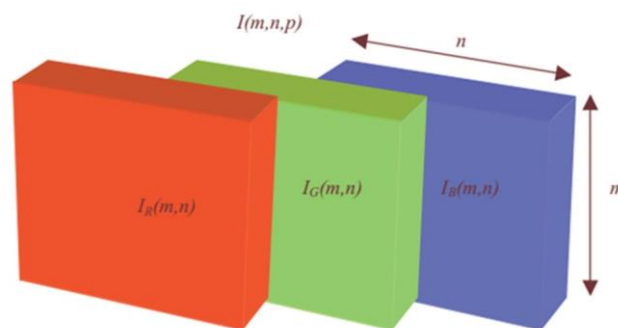


Figura 03. Esquema de una imagen RGB $I(m,n,p)$ con sus tres componentes individuales. Aquí m y n tienen el mismo significado que para el caso de las imágenes monocromáticas, mientras que p representa el plano, que para RGB es: 1 para el rojo, 2 para el verde y 3 para el azul. (Cuevas et al., 2005)

Al explorar esta conexión en el aula, los alumnos empiezan a comprender cómo los conceptos matemáticos de matrices tienen aplicaciones prácticas en el procesamiento de imágenes.

Además, se les brinda una breve introducción al manejo de imágenes digitales mediante software como MatLab u otros programas de código abierto como SciLab. En este proceso, se les muestra cómo dichos programas almacenan y manipulan las imágenes como arreglos bidimensionales (matrices), donde cada elemento de la matriz corresponde a la intensidad de un píxel en

la imagen. Por ejemplo, una imagen de 200 píxeles de alto por 300 píxeles de ancho se representa como una matriz de 200x300. En el caso de las imágenes RGB mencionadas anteriormente, se requiere un arreglo tridimensional, donde el primer plano representa la intensidad del color rojo en los píxeles, el segundo plano refleja la intensidad del color verde y el tercer plano refleja la intensidad del color azul.

Esta convención permite trabajar con imágenes de manera análoga al manejo de matrices con datos de cualquier tipo. Es posible seleccionar un solo píxel de una imagen-matriz utilizando la notación $I(2,15)$, lo cual proporcionará el valor del píxel ubicado en el renglón 2, columna 15 de la matriz I .

Gracias a esta convención de imagen-matriz, logramos facilitar la comprensión y el aprendizaje de conceptos fundamentales como la adición de matrices y la multiplicación de una matriz por un escalar, aplicándolos en el tratamiento de imágenes digitales (Savoie, 2016). Para una mejor comprensión y practicidad, utilizamos ejemplos de imágenes monocromáticas de 8 bits, como las de la Figura 02. En ellas, el valor de cada píxel se corresponde a un determinado valor en una escala de grises de 2^8 , es decir, 256 tonalidades distintas. La misma está comprendida en un rango de números naturales de 0 a 255 en el cual cada valor está asociado a distintas graduaciones de grises, desde el negro cuyo valor es el 0, hasta el blanco cuyo valor es 255. Todos los conceptos desarrollados pueden hacerse extensivos a imágenes color, recordando que éstas son tratadas como arreglos tridimensionales, como se mencionó anteriormente (Gonzalez et al., 2001).

Esta representación matricial nos permite abordar los temas de forma accesible y efectiva. En clase, nos centramos en tres casos específicos: ajuste del brillo, realce de diferencias entre imágenes y detección de movimiento.

En el primer caso, al sumar o restar un valor constante a cada píxel, logramos un aumento o disminución uniforme del brillo, una técnica sencilla y práctica para mejorar imágenes. La Figura 04 muestra un ejemplo de suma de matrices para corregir una imagen oscura. Al igual que en el álgebra matricial, aquí también se requiere que las imágenes involucradas sean del mismo tamaño.



Figura 04. Imagen original (izq.) e imagen resultante (der.)

Además, este mismo efecto se obtiene al multiplicar cada píxel por un escalar, vinculándolo con la multiplicación de matrices por un escalar. Un valor menor a 1 oscurece la imagen, mientras que uno mayor a 1 la ilumina. En la Figura 05, mostramos un ejemplo de otra imagen oscurecida para ilustrar este proceso.



Figura 05. Imagen original (izq.) e imagen resultante (der.)

El segundo caso expuesto ante los alumnos es el realce de diferencias entre dos imágenes, aplicable cuando ambas provienen de la misma escena, tomadas desde el mismo punto pero en momentos distintos (t_1 y t_2). La imagen diferencia resalta cambios debido a nuevos elementos o al movimiento de estructuras preexistentes. Este proceso es análogo a una resta de matrices, donde cada píxel de la imagen resultado representa la diferencia entre píxeles correspondientes de las dos imágenes originales. En el ejemplo de la Figura 06 mostramos cómo una simple diferencia detecta y destaca la aparición de dos objetos nuevos.



Figura 06. Imagen en el instante t_1 (izq.), Imagen en el instante t_2 (centro) e Imagen que denota la aparición de nuevos objetos en la escena (der.)

La resta de imágenes-matrices es un paso intermedio para un proceso más complejo como la detección de movimiento. Podemos detectar el cambio entre imágenes tomadas en momentos sucesivos al hacer la diferencia entre ellas y luego aplicar lo que se conoce como umbralización (Gonzalez et al., 2003). Esta función convierte una imagen con tonalidades diversas a una imagen en blanco y negro. Si la imagen original es $f(x,y)$, la imagen umbralizada es $g(x,y)$, y al fijar un valor umbral U ($0 < U < 255$), la operación de umbralizado se define mediante la ecuación:

$$g(x, y) = 255(\text{Blanco}) \quad \text{si } f(x, y) > \text{Umbral} \quad (1)$$

$$g(x, y) = 0(\text{Negro}) \quad \text{si } f(x, y) \leq \text{Umbral} \quad (2)$$

Se elige un umbral para agrupar píxeles de una imagen y diferenciar objetos del fondo. La combinación de sustracción y umbralización se utiliza para eliminar lo estático y resaltar el objeto en movimiento. En el ejemplo de la Figura 07, observamos cómo esta técnica muestra solo el objeto de interés en movimiento, en este caso, un oso de peluche.



Figura 07. Imagen en el instante t_1 (izq.), Imagen en el instante t_2 (centro) e Imagen que denota el movimiento de un objeto (der.)

Todo lo anterior ilustra conceptos básicos de álgebra con aplicaciones prácticas en el procesamiento de imágenes. A los alumnos les resulta interesante y despierta su curiosidad, generando un ambiente propicio para preguntas y discusiones en el aula. Esta integración entre álgebra matricial y temas básicos del procesamiento de imágenes motiva a los estudiantes a explorar más allá y comprender cómo los conceptos matemáticos se aplican en situaciones reales, enriqueciendo su experiencia de aprendizaje.

Con referencia a la articulación de contenidos también planteada en la Figura 01, se establece una interesante conexión entre los temas previamente mencionados de Álgebra y Geometría Analítica y un campo más avanzado del procesamiento de imágenes. Esta vinculación se destaca en la asignatura Análisis de Señales y Sistemas, donde se estudian los conceptos relacionados con la Transformada Unidimensional de Fourier en Tiempo Discreto y se realiza una breve introducción a la Transformada Bidimensional de Fourier en tiempo discreto. Esta integración vertical permite explorar técnicas más avanzadas del procesamiento de imágenes, como la sintetización de filtros y la eliminación de ruido, y relacionarla con los contenidos matemáticos impartidos.

A pesar de que la Transformada Bidimensional de Fourier en Tiempo Discreto no forme parte de la currícula de Análisis de Señales y Sistemas, se realiza un breve comentario sobre ella y se menciona la materia electiva de Procesamiento Digital de Imágenes. Esto fomenta la curiosidad de los estudiantes por estos temas y los invita a conocer más sobre ellos, al exponer la vinculación con el álgebra y otras asignaturas del ciclo superior. Este enfoque docente estimula un aprendizaje interdisciplinario, generando un ambiente enriquecedor y motivador para los alumnos.

En la asignatura Análisis de Señales y Sistemas se aborda la representación Módulo-Fase de la Transformada

Unidimensional de Fourier en Tiempo Discreto, la cual se retoma posteriormente en la materia electiva de Procesamiento Digital de Imágenes, pero en su forma bidimensional. Esta forma de representación matemática de la Transformada es destacada por su importancia en el ciclo básico pero se refuerza su relevancia en el ciclo superior. (Savoie et al., 2021)

En la representación de Fourier, el módulo y la fase desempeñan roles distintos y, en ciertas situaciones, muchas características importantes de una imagen se preservan si solo se mantiene la fase (Skarbnik et al., 2010). Se menciona el "Experimento de Oppenheim" (Oppenheim et al., 1981) como una forma de demostrar esto, donde se reproduce una imagen combinando el módulo de una imagen fuente con la fase de otra, para observar qué información prevalece en la imagen resultante, como se visualiza en la Figura 08.



Figura 08. Experimento de Oppenheim. Esquina superior izquierda: Imagen “monkey” (IM1). Esquina superior derecha: Imagen “lena” (IM2). Esquina inferior izquierda: Imagen reconstruida utilizando el módulo de IM1 y la fase de IM2. Esquina inferior derecha: Imagen reconstruida utilizando el módulo de IM2 y la fase de IM1.

Todos los ejemplos presentados demuestran que gran parte de la información está codificada en la fase, lo cual sorprende a los alumnos ya que la mayoría tiende a asumir que el módulo es lo más relevante en una imagen. Esta percepción despierta su interés y genera un debate en el aula, donde se exploran las implicaciones de esta representación y su importancia en el procesamiento de imágenes.

Conclusiones

La estrategia desarrollada muestra una integración efectiva de conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas en el campo del Procesamiento Digital de Imágenes en Ingeniería Electrónica. Esta metodología de enseñanza interdisciplinaria estimula el interés y la participación de los estudiantes, enriqueciendo su experiencia de aprendizaje y desarrollando competencias fundamentales para su formación como futuros ingenieros.

Continuaremos desplegando y fortaleciendo la metodología interdisciplinaria y la articulación de contenidos. Incorporaremos tanto temas emergentes como aquellos propuestos por los estudiantes, fomentando la creatividad y la colaboración en equipo.

Referencias

Savoie L.; Klimovsky E.; Gaitán M.M. (2021) “Estudio de la Representación Módulo-Fase de la Transformada de Fourier en Tiempo Discreto en el Procesamiento Digital de Imágenes”, Libro de actas: XXII Encuentro Nacional y XIV Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería, EMCI 2021, Montevideo, Uruguay, 19 al 21 de Mayo, pp 112-121.

Savoie, L. (2016) “Algebra matricial y su aplicación en el procesamiento digital de imágenes”, Actas de las Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos 2016, JIT 2016, Santa Fe, Argentina, 3 y 4 de noviembre.

Gonzalez, Rafael C.; Woods, Richard E. (2001) “Digital Image Processing”. Prentice Hall. pp 150-154.

Gonzalez, Rafael C.; Woods, Richard E.; Eddins, Steven L. (2003) “Digital Image Processing using MatLab”. Pearson. pp. 112-115.

CONFEDI. (2018). “Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina” Libro Rojo. Universidad FASTA Ediciones.

Cuevas Jimenez E.; Zaldivar Navarro D.; Rojas R. (2005) “Computer Vision using MatLAB and the Toolbox of Image Processing”. Freie Universitat Berlin, pp. 7

Oppenheim, Alan V.; Lim, Jae S. (1981) “The Importance of Phase in Signals”. Proceedings of the IEEE, vol. 69, no. 5, pp 529-541

Skarbnik, Nikolay; Zeevi, Yehoshua Y.; Sagriv, Chen (2010) “The Importance of Phase in Image Processing”. Center for Communication and Information Technologies (CCIT). Report #773

Simulación y modelado de la red eléctrica de una cooperativa mediante el software ETAP como método para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje

Simulation and Modeling of a Cooperative's Electric Grid Using ETAP Software as a Method to Enhance the Teaching-Learning Process

Natanael Moreno

UTN Facultad Regional San Nicolás
nmoreno@frsn.utn.edu.ar

Vanesa Hetze

UTN Facultad Regional San Nicolás
vhetze@frsn.utn.edu.ar

Matías Tielli

UTN Facultad Regional San Nicolás
mtielli@frsn.utn.edu.ar

Maximiliano García

UTN Facultad Regional San Nicolás
mpgarcia@frsn.utn.edu.ar

Pablo Rullo

UTN Facultad Regional San Nicolás
prullo@frsn.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la materia de Sistema de Potencia de la carrera de Ingeniería en Energía Eléctrica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás. La propuesta se basa en una experiencia realizada por docentes y alumnos becarios del Grupo de Investigación de Energías Renovables en colaboración con la Cooperativa de Provisión de Servicios Públicos del partido de Ramallo Limitada. La experiencia incluyó el modelado de la red eléctrica de distribución en el software de simulación de sistemas de potencia ETAP y el análisis de diversas problemáticas específicas. Como resultado de esta experiencia, se propone la incorporación de estas herramientas y el uso del modelo de la red eléctrica de COOSPRAL para las prácticas en la cátedra de Sistemas de Potencia. La validación de esta propuesta se realizó a través de los resultados observados en los becarios participantes del grupo de investigación.

Palabras clave: Enseñanza-aprendizaje, Sistemas de Potencia, Modelado, Software simulación, Transferencia, Investigación.

Abstract

This paper presents a proposal to enhance the teaching and learning process in the Power Systems subject of the Electrical Energy Engineering program at Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás. The proposal is based on an experience conducted by faculty members and student fellows from the Renewable Energy Research Group in collaboration with the Cooperative for Public Service Provision of Ramallo Limitada. The experience involved the modeling of the distribution power grid using the ETAP power system simulation software and the analysis of various specific issues. As a result of this experience, the incorporation of these tools and the utilization of COOSPRAL power grid model for practical exercises in the Power Systems course are proposed. The validation of this proposal was carried out through the observed results of the participating fellows in the research group.

Keywords: teaching-learning, power systems, modeling, simulation software, transfer, research.

Introducción

En un contexto económico caracterizado por los cambios y la aparición de nuevos modelos de producción basados en el saber y sus aplicaciones, así como en el tratamiento de la información, deberían reforzarse y renovarse los vínculos entre la enseñanza superior, el mundo del trabajo y otros sectores de la sociedad (UNESCO, 2019). Vinculado a ello, el Grupo de Investigación de Energías Renovables (GIdER) perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Nicolás (UTN-FRSN), ha comenzado a trabajar en conjunto con la cátedra de Sistemas de Potencia de la carrera de Ingeniería en Energía Eléctrica de la misma regional y la Cooperativa de Provisión de Servicios Públicos del partido de Ramallo Limitada (COOSPRAL).

La UNESCO reafirma la necesidad de formar diplomados altamente cualificados y ciudadanos responsables, capaces de atender a las necesidades de todos los aspectos de la actividad humana, ofreciéndoles cualificaciones que estén a la altura de los tiempos modernos, comprendida la capacitación profesional, en las que se combinen los conocimientos teóricos y prácticos de alto nivel mediante cursos y programas que estén constantemente adaptados a las necesidades presentes y futuras de la sociedad. (UNESCO,2019)

El diseño curricular de Ingeniería en Energía Eléctrica observa que las funciones que se identifican para la universidad desde la perspectiva de las actuales teorías sobre el conocimiento y su impacto sobre la trama socioproductiva modifican el papel de su rol tradicional como formadora de profesionales y generadora de conocimiento, hacia la articulación con empresas y entidades en general. La investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia al medio, constituyen así funciones indisolubles de la enseñanza en la Universidad (Diseño curricular Ingeniería en Energía Eléctrica, 2023). Desde el GIdER se propone aportar a satisfacer las demandas planteadas en el ámbito del trabajo, creando y evaluando con la cátedra de Sistemas de Potencia modalidades de aprendizaje que integren la teoría y la práctica profesional.

En el proceso de desarrollo de competencias deben generarse instancias que posibiliten la intervención del estudiante en la problemática específica de la realidad, en ámbitos o modalidades curriculares de articulación teórico-práctica con la finalidad de recuperar el aporte de las diversas disciplinas. El diseño de cada actividad de aprendizaje debe tender a un trabajo de análisis y reelaboración conceptual que permita su transferencia al campo profesional (Diseño curricular Ingeniería en Energía Eléctrica, 2023). Bajo esta perspectiva, en este trabajo se presenta una propuesta pedagógica a ser implementada en la cátedra de Sistemas de Potencias de la UTN-FRSN con el objetivo de potenciar el proceso de enseñanza - aprendizaje. La propuesta pedagógica consiste en la incorporación del software de simulación de sistemas de potencia ETAP para la realización de diversas prácticas a lo largo del trayecto de la materia. En particular, se propone la utilización del modelo de la red de distribución de COOSPRAL

realizado por el grupo GIdER, en el marco de un trabajo de extensión, como caso de estudio concreto sobre el cual realizar dichos análisis. Los beneficios derivados de la utilización de un software específico del ámbito profesional por parte de alumnos de grado han sido observados de forma recurrente dentro del trabajo que se viene realizando en el GIdER con becarios de investigación.

Vínculo con la cooperativa

La transición energética hacia fuentes de energía más sostenibles es un tema de gran importancia en la actualidad. Las cooperativas eléctricas juegan un papel crucial en esta transición, ya que son actores clave en la generación y distribución de energía en el ámbito local. A su vez, la creciente utilización de instrumentos de medición y operación inteligente en las redes, la posibilidad de inserción de generación distribuida, almacenamiento de energía y la aparición de la necesidad de manejar grandes cantidades de datos, hace necesario la incorporación de herramientas informáticas que den soporte a este nuevo paradigma.

En este contexto, la COOSPRAL ha establecido una colaboración con GIdER de la UTN-FRSN, con el objetivo de desarrollar metodologías y herramientas que contribuyan a la toma de decisiones para mejorar las condiciones operativas de monitoreo, operación y optimización de la red eléctrica de distribución a cargo de COOSPRAL, como así también el servicio y calidad de energía que se brinda a los socios de la Cooperativa. En particular, se comenzó realizando el modelado de la red de distribución urbana de 33kV de la cooperativa utilizando el software ETAP, y se analizaron diversos escenarios característicos de carga. Luego, a partir del modelo se estudiaron las implicancias de la incorporación de Generación Distribuida renovable en la red (Coria M. et al, 2023).

COOSPRAL fue fundada el 1° de marzo de 1953 por un grupo de tesoreros vecinos que comprendieron la imperiosa necesidad que la localidad de Ramallo contara con el servicio de energía eléctrica. Durante los 70 años de vida, COOSPRAL ha brindado a su comunidad principalmente los servicios de distribución de energía eléctrica y alumbrado público. Actualmente, este servicio cuenta con 7.583 usuarios y las redes para su alimentación están compuestas por 110 Km de líneas de media tensión y 120 Km de baja tensión.

Utilización de software ETAP en el espacio curricular

Las simulaciones son una forma de representación muy valiosa para la enseñanza ya que son una fuente de estímulos sensoriales y cognitivos que permiten que los estudiantes pongan en juego sus ideas frente a las interacciones que plantea el desarrollo de la actividad realizada en el simulador. Además, es una de las herramientas más poderosas disponibles para la toma de decisiones ya que permite el estudio, análisis y evaluación de situaciones que de otro modo no serían posibles de trabajar. Permite diseñar un modelo del sistema real, poder realizar experimentos usando este modelo, a fin de entender su comportamiento y permitir evaluar las distintas estrategias operativas del sistema en estudio. (Cataldi, 2013).

En el espacio curricular de Sistemas de Potencia, se aprenden contenidos referidos a parámetros característicos de las líneas eléctricas, cálculo eléctrico de las líneas de transmisión en corriente alterna (CA) y corriente continua (CC), modelado de componentes de los sistemas de potencia, sistemas de CA en régimen balanceado y estacionarios, estudio de fallas en los sistemas de potencia, flujo de potencia, estabilidad en los sistemas de potencia, despacho económico de cargas.

ETAP es un software de ingeniería eléctrica utilizado para el modelado, análisis y diseño de sistemas de energía eléctrica. Para su utilización, la UTN-FRSN mantiene una licencia mediante un convenio con la empresa que distribuye el software. La simulación y modelado de redes eléctricas reales mediante la utilización de la interfaz gráfica de ETAP permite a los estudiantes interactuar con una representación visual y dinámica del sistema eléctrico, en este caso de una cooperativa, lo que facilita la comprensión de los diferentes componentes, las interconexiones y los flujos de energía.

La enseñanza con tecnologías de la información y la comunicación (TICs) debe venir acompañada del conocimiento didáctico-metodológico necesario para aprender a generar con ellas un aprendizaje autónomo y significativo. La unión de TIC más metodología es lo que se ha dado en denominar tecnologías del aprendizaje y conocimiento (TAC). Este binomio TIC/TAC en la enseñanza universitaria, particularmente en la formación del Ingeniero Eléctrico adquiere mayor significación pues les posibilita simular procesos de comportamientos de los Circuitos Eléctricos, así como de los elementos y parámetros circuitales que a estos se asocian y apropiarse del nuevo conocimiento, todo lo impone nuevas perspectivas en la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje. (López y Pérez, 2020)

El uso pedagógico de las TIC en el currículo ayuda a reforzar, profundizar y socializar conocimientos a partir del rol del estudiante como un constructor de saberes y no como un receptor; y del rol del profesor como un orientador y guía mediante la interactividad de las TIC. (López y Pérez, 2020)

Así, el uso de ETAP brinda a los estudiantes la oportunidad de explorar escenarios realistas, realizar modificaciones en tiempo real y observar los efectos de dichas modificaciones en la operación de la red eléctrica. Esto promueve un aprendizaje activo y práctico, donde los estudiantes pueden aplicar los conceptos teóricos aprendidos en un entorno simulado y evaluar los resultados de sus acciones.

Se presenta en este trabajo los resultados de la implementación de la aplicación de interfaz gráfica basada en ETAP en un entorno educativo, enfocado en la simulación y modelado de la red eléctrica real de una cooperativa. En una primera etapa, se detectaron beneficios en becarios del grupo de investigación, mediante observación, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, como el aumento de la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades técnicas y la preparación para el trabajo en la industria eléctrica.

Se destaca la importancia de la simulación y modelado de redes eléctricas reales como una herramienta eficaz para mejorar la calidad de la educación en ingeniería en energía eléctrica.

Desarrollo

Se diseña una propuesta de enseñanza para aplicación en la cátedra de Sistema de Potencia, a partir de una experiencia del grupo de investigación en su colaboración con la cooperativa.

Se realiza el modelado en ETAP de la Red Troncal de Distribución de COOSPRAL de 33 kV detallada en la sección anterior.

Se analizan las implicancias de la incorporación de generación distribuida en la red. Se elige ubicar un generador, que podría ser una planta FV. La ubicación de la generación se sustenta en principio a partir de dos razonamientos básicos, se encuentra en el punto de menor valor de tensión en la red, y a su vez están dadas las condiciones estructurales para permitir la inyección de hasta 3MW ya que actualmente funciona como reserva fría frente a contingencias o mantenimiento de la estación transformadora.

ETAP resulta en una importante herramienta a la hora de análisis de la red, como así también para la proyección de futuras inversiones.

Se simuló y discutieron algunos escenarios de carga y la incidencia de la incorporación de generación en algunos puntos estratégicos junto a los becarios del grupo de investigación.

Propuesta de enseñanza

En la cátedra de Sistemas de Potencia, se utilizará el modelo del sistema eléctrico de COOSPRAL como base para abordar diferentes temas fundamentales. Durante el cursado, se explorarán aspectos relacionados con el modelado de líneas eléctricas de

distintas longitudes, desde líneas largas hasta líneas cortas, así como de transformadores. Además, se profundizará en el análisis de cortocircuitos y su aplicación en el estudio del sistema eléctrico.

Otro aspecto fundamental será el estudio de la estabilidad de sistemas eléctricos, enfocándose tanto en la estabilidad estática como en la estabilidad dinámica del sistema eléctrico de la cooperativa. Para ello, los estudiantes utilizarán el software ETAP, que les permitirá evaluar la estabilidad y tomar medidas para mejorar el sistema.

A lo largo del curso, se realizarán actividades prácticas y se analizarán casos de estudio basados en situaciones reales del sistema eléctrico de la cooperativa. Esto permitirá a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades para comprender, analizar y diseñar redes eléctricas en diferentes escalas, relacionar los conceptos teóricos con situaciones prácticas del campo de los sistemas de potencia y desarrollar habilidades prácticas relevantes.

Conclusiones

La simulación y modelización de redes eléctricas reales de una cooperativa mediante la utilización de una aplicación del software ETAP representa un enfoque innovador y efectivo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la Ingeniería en Energía Eléctrica. Esta metodología proporciona a los estudiantes una experiencia práctica y aplicable a situaciones reales, preparándolos de manera más sólida para los desafíos y demandas de la industria eléctrica en el contexto de las cooperativas.

Se realiza la propuesta de enseñanza para el espacio curricular, debido a que se observaron beneficios en los becarios del grupo de investigación, como el aumento de la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades técnicas y la preparación para el trabajo en la industria eléctrica.

Al utilizar el modelo del sistema eléctrico de la cooperativa, los estudiantes podrán relacionar los conceptos teóricos con situaciones prácticas de campo, desarrollando habilidades prácticas relevantes y adquiriendo una comprensión más profunda de los desafíos del ingeniero en energía eléctrica.

Referencias

Cataldi, Z., Lage, F. J. y Dominighini, C. (2013). "Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza".

Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Vol. 10 (17), 8-16.

Disponible en: <<https://xdoc.mx/documents/fundamentos-para-el-uso-de-simulaciones-en-la-enseanza5fb4acab16713>>

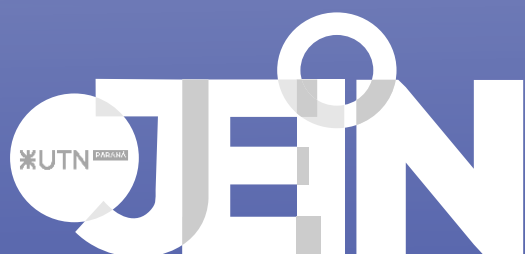
Coria, M., Buzzio, S; Moreno, N; Tielli, M, Hetze, V.; Gil, S; Dagoberto, J y Rullo, P. (2023). "Modelado de Red de Distribución y Análisis de Generación Distribuida: Resultados Preliminares en la Cooperativa Eléctrica de Ramallo". 28° Congreso Argentino de Control Automático - AADECA, Buenos Aires, Argentina, 16-18 de mayo de 2023.

López, C., y Pérez, M. (2020). "Empleo del simulador EDISON como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos". *Tecnología Educativa.* Vol. 5 (1). Disponible en: <<https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/205/147>>

Martínez, M., Pérez, Z., López Collazo, S., y Ramos Guardarama, J. (2021). "Potencialidades del software Scilab en el proceso de enseñanza aprendizaje de la signatura de circuitos eléctricos". *Tecnología educativa*, Vol. 6 (1). Disponible en: <<https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/259/201>>.

Ordenanza 1873 de 2022 [Universidad Tecnológica Nacional]. Diseño curricular ingeniería en Energía Eléctrica. Plan 2023.

UNESCO. (2019). "Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción", *Revista Educación Superior Y Sociedad*. Caracas, Venezuela, 9 (2), 97-113.



JORNADAS DE ENSEÑANZA
DE LA INGENIERÍA

UTN PARANÁ